

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Кафедра реконструкції аеропортів та автошляхів**

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри

Пилипенко О.І

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2021 р.

**ДИПЛОМНА РОБОТА  
(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)**

ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬО-КВАЛІФІКАЦІЙНОГО РІВНЯ

“БАКАЛАВР“

Тема: Реконструкція ділянки автомобільної дороги Дніпро-Миколаїв км 27+500 – км 36+400 з використанням відходів виробництв у шарі основи

Виконавець: Колінковський Назар Юрійович

Керівник: Жданович М.П

Нормоконтролер: Пилипенко Олександр Іванович

Київ 2021

КОЛІНКОВСЬКИЙ НАЗАР ЮРІЙОВИЧ

Реконструкція ділянки автомобільної дороги Дніпро-Миколаїв км 27+500 –  
км 36+400 з використанням відходів виробництв у шарі основи

## РЕФЕРАТ

Дипломна робота складається з: 69 стор., 26 табл., 53 рис., 25 джерел

Об'єкт дослідження – Реконструкція ділянки автомобільної дороги Дніпро-Миколаїв км 27+500 – км 36+400 з використанням відходів виробництв у шарі основи.

Метою роботи є:

- виконання аналізу літературних джерел щодо визначення відходів виробництв, які можуть бути використані при проведенні будівельних робіт на автомобільних дорогах у шарах основи;

проектування реконструкції ділянки автомобільної дороги Дніпро-Миколаїв за результатами виконаного обстеження;

використати для реконструкції сучасні дорожньо-будівельні матеріали з урахуванням максимально можливого застосування відходів промисловості.

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

Ключові слова – РЕКОНСТРУКЦІЯ, КОНСТРУКЦІЯ ДОРОЖНЬОГО ОДЯГУ, ВІДХОДИ ВИРОБНИЦТВ

## **Зміст**

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ВІДХОДІВ ВИРОБНИЦТВ.....	8
1.1 Відходи теплових електростанцій.....	9
1.2 Поводження з відходами та небезпечними хімічними речовинами.....	20
РОЗДІЛ 2 ХАРАКТЕРИСТИКА МІСЦЯ РОЗТАШУВАННЯ ОБ'ЄКТА.....	21
2.1 Фізико-географічна характеристика.....	21
2.2 Атмосферне повітря.....	22
2.3 Водні ресурси.....	22
2.4 Рослинний світ.....	23
РОЗДІЛ 3 ПЛАН ДІЛЯНКИ АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ.....	25
3.1 Елементи дороги в плані.....	25
3.2. Проектування плану заокруглення.....	27
3.3 Проектування поперечного профіля заокруглення.....	31
3.4 Проектування відгону віражу на автомобільній дорозі з двосмуговою проїзною частиною.....	32
РОЗДІЛ 4 ПОЗДОВЖНІЙ ПРОФІЛЬ ДОРОГИ.....	37
4.1 Елементи поздовжнього профілю.....	37
4.2 Земляне полотно і поперечний профіль.....	40
РОЗДІЛ 5 КОНСТРУКЦІЯ ДОРОЖНЬОГО ОДЯГУ.....	43
РОЗДІЛ 6 ВОДОВІДВЕДЕННЯ.....	45
6.1 Поверхневе і підземне дорожнє водовідведення.....	45
РОЗДІЛ 7 ТЕХНОЛОГІЯ ВИКОНАННЯ РОБІТ.....	49
7.1 Улаштування захисних шарів зносу по мембранній технології.....	50
РОЗДІЛ 8 ЕКСПЛУАТАЦІЙНЕ УТРИМАННЯ АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ...55	55
8.1 Зимове утримання.....	64
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	66
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	67

## ВСТУП

Транспортна мережа України створює єдиний комплекс з тісним взаємозв'язком всіх видів транспорту. В цьому комплексі важлива роль віддається автомобільним дорогам, які суттєво впливають на соціальне і економічне положення країни. Від їх стану і рівня розвитку безпосередньо залежать основні економічні показники, валовий національний продукт, рівень цін та ступінь зайнятості населення. Без надійно працюючої, економічної, безпечної і екологічно чистої мережі автомобільних доріг, орієнтованої на інтереси користувачів, неможливі побудова економічної і соціальної сфер, формування ринкових відносин в народному господарстві.

В теперішній час автомобільні дороги піддаються збільшеним навантаженням внаслідок різкого підвищення швидкості та інтенсивності руху великовантажних транспортних засобів, в тому числі важких автомобілів, що не може не відобразитися на їх технічному стані. Запроектвані і побудовані з урахуванням значно менших навантажень дорожні одяги в процесі експлуатації знижують такі якості дороги, як рівність, шорсткість, знос, і перестають задовольняти вимогам безпечного і комфортного руху, що виражається в появі різних дефектів покриття і дорожніх одягів, що в кінцевому підсумку призводить до їх руйнування.

Несвоєчасне усунення дефектів покриття знижує строк служби і збільшує витрати на ремонт і реконструкцію автомобільних доріг. І чим довше відкладається проведення робіт з утримання покриття, тим більше дорого стоячі і трудомісткі роботи необхідно виконувати по планам ремонту, до повного відновлення дорожніх одягів. Суттєво знизити ці витрати можна шляхом проведення сучасних профілактичних і запобіжних заходів. При цьому слід вирішувати задачу з призначення найбільш оптимальних заходів на основі оцінки його експлуатаційного стану. В теперішній час для рішення цієї задачі є нові

<b>Кафедра реконструкції аеропортів та автошляхів</b>				<b>НАУ 21 04 88 000 ПЗ</b>			
<i>Виконав</i>	<i>Копінковський Н.Ю.</i>			<b>ВСТУП</b>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Керівник</i>	<i>Жданович М.П.</i>					5	69
<i>Консультант</i>	<i>Жданович М.П.</i>				<b>406 АД 192</b>		
<i>Н. Контр.</i>	<i>Пилипенко О.І.</i>						
<i>Зав. каф.</i>	<i>Пилипенко О.І.</i>						

ефективні матеріали і прогресивні технології, а також відходи різних видів виробництв, які також можуть бути використані на заміну традиційних дорожньо-будівельних матеріалів.

## РОЗДІЛ 1.

### ХАРАКТЕРИСТИКА ВІДХОДІВ ВИРОБНИЦТВ

Промисловість дорожньо-будівельних матеріалів — це одна з енерго- і ресурсоемних галузей. Частка сировини в собівартості продукції промисловості будівельних матеріалів досягає 50 % і більше.

Зниження витрат на виробництво дорожньо-будівельних матеріалів можливо шляхом застосування для вироблення будівельних матеріалів відходів виробництва. Встановлено, що використання промислових відходів, багато з яких за своїм складом і властивостями близькі до природної сировини, дозволяє покрити до 40 % потреби будівництва у сировинних ресурсах, на 10–30 % знизити витрати на виготовлення будівельних матеріалів порівняно з їх виробництвом з природної сировини.

Багато розвинених країн, в першу чергу Японія, США, Німеччина, Іспанія, широко застосовують виробничі відходи для виготовлення будівельних матеріалів. Основними джерелами багатотоннажних відходів є горно-збагачувальна, металургійна, хімічна галузі, промисловість будівельних матеріалів, енергетичний і агропромисловий комплекси, лісова, деревообробувальна, текстильна галузі, побутова діяльність людини.

В залежності від хімічних сполук розрізняють відходи силікатні, карбонатні, вапняні, гіпсові, залістисті, цинкомісткі, лугомісткі. Силікатні відходи можливо розділити в залежності від вмісту в них кислих і лужних оксидів на основні, середні і кислі. Чим більше основність, тим вище гідралічна активність відходів. Більша частина мінеральних відходів складається переважно з силікатів і алюмосилікатів кальцію і магнію. Це пояснюється тим, що 86,5 % маси земної кори складають природні силікати.

<b>Кафедра реконструкції аеропортів та автошляхів</b>				<b>НАУ 21 04 88 000 ПЗ</b>			
<i>Виконав</i>	<i>Колінковський Н.Ю</i>			<b>Характеристика відходів виробництва</b>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Керівник</i>	<i>Жданович М.П.</i>					7	68
<i>Консультант</i>	<i>Жданович М.П.</i>				<b>406 АД 192</b>		
<i>Н. Контр.</i>	<i>Пилипенко О.І.</i>						
<i>Зав. каф.</i>	<i>Пилипенко О.І.</i>						

Перше місце по обсягу скред відходів чорної металургії займають доменні, мартеновські, феромарганцеві шлаки, які є побічним продуктом при випиавці чавуна із залізних руд. Вихід шлаків складає 0,4...0,65 т на 1 т чавуна і 1...200 т на 1 т кольорових металів.

У виробництві будівельних матеріалів використовується до 75 % загальної кількості доменних шлаків, особливо в цементній промисловості. Щорічно вона застосовує мільони тон гранульованого доменого шлаку. Сталеплавильні шлаки не так широко використовують внаслідок їх неоднорідності і непостійного хіміко-мінералогічного складу. Особливу проблему являє застосування шлаків, раніше накопичених у відвалах.

Шлаки чорної металургії використовуються, крім шлакопортландцементу, для виготовлення змішаних безцементних в'язучих, заповнювачів для бетонів, шлакової вати, шлакоситалів.

Найбільш перспективний напрямок використання шлаків кольорової металургії — їх комплексна переробка: попереднє вивлечення кольорових і рідких металів; виділення заліза; використання силікатного залишку для виробництва будівельних матеріалів.

Відходи виробництв — основний резерв будівельної сировини виробництва, свинцевої шахтної плавки, а також шлами, бокситовий, нефелиновий, каоліновий, боксито-нефелиновий та інші, незамінні у виробництві в'язучих автоклавного твердіння, портландцементного клінкеру, нефелинового цементу, матеріалів для укріплення ґрунтів, вогнеупорів, теплоізоляційних матеріалів.

Шлаки і золи теплових електростанцій (ТЕС), які викидаються у відвали до 1 млрд т щорічно, використовуються лише на 3...4 % при виробництві будівельних матеріалів та виробів (в'язучих, пористого гравію, газобетону, силікатних виробів, добавок до кераміки), являючись при цьому невичерпним джерелом сировини для промисловості будівельних матеріалів.

За орієнтовними підрахунками, в країні щорічно утворюється більше 3 млрд т таких відходів. Вскришні і пусті породи, хвости збагачення, флотаційні хвости використовують при виробництві портландцементу, повітряного вапна,



мінеральної вати, скла, пігментів, керамічної цегли, заповнювачів для бетонів. Відходи вугледобутку і вуглезбагачення, щорічний вихід по Україні досягає 5 млн т, застосовуються у виробництві пористих заповнювачів для бетонів, керамічної цегли, матеріалів для будівництва доріг.

Гіпсовими відходами хімічної промисловості (фосфогіпс, фторгіпс, титаногіпс, борогіпс, сульфогіпс) можливо частково замінити традиційну гіпсову сировину. Відходів деревини і лісохімії (кора, пні, вершини, гілки, сучки, горбиль, стружка, щепи, опилки, лігнін) утворюється близько 50 млн м<sup>3</sup>, з них 16 млн м<sup>3</sup> залишаються на лісосеках, 120 млн м<sup>3</sup> тіряються при наступній деревообробці. Лише 1/6 частина всіх відходів переробляється для целюлозно-паперової промисловості і промисловості будівельних матеріалів.

З таких відходів виробляють арболіт, фіброліт, ДВП, ДСП, столярні плити, опилкобетон, ксилоліт, клеєні вироби, щитовий паркет, дрань, лігновуглеводні деревні пластики, короліт, блоки з сучків, плити з цільної кори, пластифікуючі добавки, оздоблювальні матеріали, кровельний картон. Відходи бетону і залізобетону, крім бетонного лому, містять мільйони тон металів.

Розроблені різні технології руйнування будівельних конструкцій, а також спеціальне обладнання для переробки некондиційного бетону і залізобетону.

Відходи використовують при виробництві портландцементу, заповнювачів для бетонів, мінерального наповнювача, добавок, змішаних в'язучих речовин. В промисловості будівельних матеріалів застосовуються також пиритні огарки як корегуюча добавка в портландцемент і електротермофосфорні шлаки для виробництва портландцементу (ПЦ), шлакопортландцементу (ШПЦ), сульфатостійкого ШПЦ, литого щебеню, шлакової пемзи, стінової кераміки.

### **1.1 Відходи теплових електростанцій**

Золошлакові відходи теплових електростанцій являють собою мінеральні залишки від згоряння твердого палива в топках котлів. Як тверде паливо використовується вугілля, сланці, торф.

На теплових електростанціях України, як і в інших країнах утворюються відходи у вигляді:

- золи-виносу;
- шлаків;
- золошлакових сумішей.

Золи-виносу являють собою тонкодисперсний матеріал, що складається як зазвичай, із часток розміром від долей мікронів до 0,14 мм.

Структура і склад золи-виносу залежить від цілого комплексу одночасно діючих факторів: виду і морфологічних особливостей палива, тонкості помелу в процесі його підготовки, зольності палива, хімічного складу мінеральної частини температури в зоні горіння тощо.

Характерною особливістю зол від спалювання вугілля в пиловидному стані (що відбувається на більшості сучасних електростанцій) є гладка оплавлена поверхня і практично правильна сфероїдальна форма.

Фізична структура зерен золи формується під впливом швидкотекучих, але інтенсивних фізичних і хімічних процесів, які відбуваються в умовах високих температур (800-1000 °С).

При швидкому підвищенні температури вигорання, спікання і розплавлення мінеральної частини сировини відбувається практично одночасно, тому більша кількість часток золи мають дуже дрібні замкнені пори діаметром 50-60 мкм. Окремі крупні пори мають діаметр до 85 мкм. Крім цього, до складу золи входять агреговані частки, які в залежності від сировини можуть бути мінеральними і органомінеральними.

Мінеральні агрегати утворюються в результаті дії міжмолекулярних (ван-дер-ваальсових сил) зчеплення і спікання. Органомінеральні агрегати являють собою високотемпературні залишки у вигляді часток коксу і напівкоксу, що сплавлені з мінеральними включеннями.

Згідно з ДСТУ Б В.2.7-205:2009 «Будівельні матеріали. Золи-виносу теплових електростанцій для бетонів. Технічні умови», золи-виносу за видом вугілля, що спалюється, підрозділяють на:

- антрацитові, що утворюються при спалюванні антрациту, напівантрациту і пісного кам'яного вугілля;

- кам'яновугільні, що утворюються при спалюванні кам'яного, крім пісного, вугілля;

Буровугільні, що утворюються при спалюванні бурого вугілля.

Золи залежно від хімічного складу підрозділяють на типи:

- кислі – антрацитові, кам'яновугільні і буровугільні, які містять оксид кальцію до 10 % за масою;

Основні – буровугільні, які містять оксид кальцію більше 10 % за масою.

Залежно від якісних показників золи-виносу підрозділяють на 4 види:

I – для залізобетонних конструкцій і виробів з важкого і легкого бетонів;

II – для бетонних конструкцій і виробів з важкого і легкого бетонів, будівельних розчинів;

III – для виробів і конструкцій з ноздрюватого бетону;

IV – для бетонних і залізобетонних виробів і конструкцій, що працюють в особливо тяжких умовах (гідротехнічні споруди, аеродроми тощо).

Залежно від величини ефективної сумарної питомої активності природних радіонуклідів Аеф золи-виносу використовують:

для виробництва матеріалів, виробів і конструкцій, які застосовують для будівництва і реконструкції житлових і громадських будинків – Аеф до 370 Бк/кг;

для виробництва матеріалів, виробів і конструкцій, які застосовують для будівництва виробничих будинків і споруд, а також будівництва доріг у межах територій населених пунктів і зон перспективної забудови – Аеф понад 370 Бк/кг до 740 Бк/кг.

Загальна область застосування золи-виносу згідно з ДСТУ Б В.2.7-205 , така:

при виготовленні важких, легких бетонів і будівельних розчинів золи-виносу застосовують для економії цементу, заповнювачів, поліпшення технологічних властивостей бетонної і розчинної сумішей, а також показників якості бетонів і розчинів;

при виготовленні ніздрюватих бетонів кислі золи-виносу застосовують як кремнеземистий компонент суміші, а також з метою економії цементу в бетонах неавтоклавного твердіння. Основні золи-виносу із вмістом оксиду кальцію (CaO) не менше 30 % застосовують як в'яжуче для часткової заміни вапна або цементу в ноздрюватих бетонах автоклавного і неавтоклавного твердіння. Застосування золи-виносу з питомою поверхнею менше 250 м<sup>2</sup>/кг допускається після її попереднього домелювання.

Золи-виносу для жаростійких бетонів, застосовують для економії цементу і поліпшення експлуатаційних властивостей бетону, за хімічним складом і дисперсністю повинна відповідати вимогам ГОСТ 20910.

У конструкційно-теплоізоляційних бетонах кислу золу-виносу застосовують для часткової або повної заміни пористих пісків і зниження середньої щільності бетону.

Для конструкцій підводних і внутрішніх зон гідротехнічних споруд застосовують кислу золу IV виду.

Оптимальний вміст золи-виносу у важких, легких, ніздрюватих бетонах і будівельних розчинах установлюють у результаті підбору складових на конкретних матеріалах за умови забезпечення необхідних показників якості бетону і розчину у виробі, конструкціях і корозійної стійкості арматури.

Для забезпечення корозійної стійкості напруженої арматури у залізобетонних конструкціях, які експлуатують у неагресивних середовищах, вміст кислої золи-виносу в бетоні не повинен перевищувати за масою витрату портландцементу. При цьому мінімальну витрату цементу встановлюють згідно з ДСТУ Б В.2.7-43. Можливість збільшення вмісту золи-виносу у важких, легких бетонах, збірних і монолітних залізобетонних конструкціях установлюють після проведення спеціальних досліджень з корозійної стійкості арматури, деформативних властивостей і довговічності бетонів, виконаних на конкретних матеріалах.

Застосування кислої золи-виносу в бетонах залізобетонних конструкцій, у тому числі попередньо напружених, призначених для експлуатації в агресивних

середовищах, може бути допущене за умов дотримання вимог СНиП 2.03.11. Застосування золи-виносу в бетонах попередньо-напружених конструкцій, армованих термічно зміцненою арматурною сталлю, схильних до корозійного розтріскування, не допускається без проведення спеціальних досліджень.

Основні золи-виносу зі вмістом оксиду кальцію (CaO) не менше 30 % за масою, при виготовленні будівельних розчинів і бетонів для збірних і монолітних бетонних і залізобетонних виробів і конструкцій, застосовують як компонент цементу або іншого в'язучого. При цьому сумарний вміст сірчаных і сірчаноокислих з'єднань у бетоні в перерахуванні на SO<sub>3</sub> не повинен перевищувати 3 % за масою.

Шлаки являють собою механічну суміш зерен різних розмірів від 0,14 до 20 мм. Форма зерен достатньо різна від неправильної гостровугольної (дрібні зерна) до кубічної (крупні). Зерна голчастої і лещадної форми відсутні.

Шлак характеризується достатньою міцністю, морозостійкістю і широко використовується при приготуванні різних видів бетонів.

Золошлакова суміш являє собою механічну суміш пиловидної золи-виносу і шлакових фракцій. Властивості її залежать не тільки від основних властивостей золи і шлаку, але і від співвідношення між ними. Вміст пиловидної фракції в такій суміші складає від 15 до 50 %.

Як свідчать раніше виконані дослідження, золошлакові суміші найбільш раціонально використовувати як часткову складову в сумішах при приготуванні бетонів, в тому числі тощих бетонів, щебенево-піщаних сумішей або покращення властивостей дрібних пісків.

Таким чином, згідно з ДСТУ Б В.2.7-211:2009 «Будівельні матеріали. Суміші зола шлакові теплових електростанцій для бетонів. Технічні умови» зола шлакові суміші, утворюються на теплових електростанціях при сумісному гідро видаленні золи і шлаку в процесі спалювання вугілля в пилоподібному стані і які застосовують як компонент для виготовлення будівельних розчинів, а також важких, легких та ноздрюватих бетонів для збірних і монолітних бетонних та залізобетонних конструкцій та виробів. Технічні вимоги цього стандарту

наступні: зола шлакові суміші складаються із зольної (зола розміром менше 0,315 мм) і шлакової складової, що включає в себе шлаковий пісок-зерна розміром від 0,315 до 5 (3) мм та шлаковий щебінь – зерна розміром понад 5 (3) мм.

Золошлакові суміші згідно з ДСТУ Б В.2.7-211 залежно від зернового складу підрозділяються на типи: крупнозернисті, середньозернисті і дрібнозернисті відповідно до вимог таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

Типи золошлакової суміші згідно з ДСТУ Б В.2.7-211

Найменування показника	Значення показника для різних типів зола шлакових сумішей		
	Крупнозернистої (К)	Середньозернистої (С)	Дрібнозернистої (Д)
Максимальний розмір зерен шлаків шлакової складової, мм, не більше	40	20	5(3)
Вміст шлакової складової, % за масою	Від 50 до 90	Від 10 до 50	Від 0 до 10
Вміст шлакового щебеню у шлаковій складовій, % за масою	Понад 20	До 20 включно	-
Примітка. У золошлакових сумішах різних типів вміст зерен шлаків, що перевищують максимальний розмір зерен, повинен бути не більше 10 % за масою.			

Згідно з ДСТУ Б В.2.7-211 золошлакові суміші за видом вугілля, що спалюється, підрозділяють на:

- антрацитові, що утворюються при спалюванні антрациту, напівантрациту і пісного кам'яного вугілля;
- кам'яновугільні, що утворюються при мпалюванні кам'яного, крім пісного, вугілля;
- буровугільні, що утворюються при спалюванні бурого вугілля.

Також золошлакові суміші за видом шлакової складової підрозділяють на суміші із щільними шлаками, що утворюються в топках з рідким шлаковиділенням (середня густина зерен не більше 2,0 г/см<sup>3</sup>), суміші з пористими

шлаками, що утворюються в топках із твердим шлаковиділенням (середня шгустина зерен до 2,0 г/см<sup>3</sup>).

Додатково необхідно відмітити, що згідно з ДСТУ Б В.2.7-211 золошлакові суміші залежно від величинми втрати маси при прожарюванні підрозділяються на три види:

I – для залізобетонних конструкцій і виробів з важкого і легкого бетонів;

II – для бетонних конструкцій і виробів з важкого і легкого бетонів, будівельних розчинів;

III – для виробів і конструкцій з ноздрюватого бетону;

Згідно СОУ 42.1-37641918-104:2013 «Золи-виносу та суміші золошлакові теплових електростанцій для дорожніх робіт. Технічні умови». Що встановлює технічні вимоги до золи-виносу та сумішей золошлакових теплових електростанцій, які використовуються для будівництва, реконструкції, капітального та поточного ремонту автомобільних доріг загального користування в усіх дорожньо-кліматичних зонах України згідно ДБН В.2.3-4. Ці матеріали можуть бути таких видів:

Золи-виносу сухого відбору за видом вугілля, що спалюється, поділяються на:

- антрацитові, що утворюються при спалюванні антрациту, напівантрациту і пісного кам'яного вугілля;

- кам'яновугільні, що утворюються при мпалюванні кам'яного, крім пісного, вугілля;

- буровугільні, що утворюються при спалюванні бурого вугілля.

Золи залежно від хімічного складу підрозділяють на типи:

- кислі – антрацитові, кам'яновугільні і буровугільні, які містять оксид кальцію до 10 % за масою;

- основні – буровугільні, які містять оксид кальцію більше 10 % за масою.

Золи-виносу за фізико-технічними показниками поділяються на два види:

I – для цементобетонних сумішей для влаштування основ дорожніх одягів;

II – для щебенево-піщаних та гравійно-піщаних сумішей укріплених цементом.

Згідно з СОУ 42.1-37641918-104 основні параметри і типи сумішей золошлакових. Суміші золошлакові з відбором шляхом гідровидалення складаються із зольної складової (частинки менше ніж 0,315 мм) і шлакової складової (шлаку). Шлак може включати шлаковий пісок-зерна розміром від 0,315 мм до 5 (3) мм і шлакврий щебінь – зерна розміром понад 5 (3) мм.

Також в СОУ 42.1-37641918-104 зазначено, що суміші золошлакові згідно з ДСТУ Б В.2.7-211 в залежності від зернового складу (таблиця 2) підрозділяють на типи: крупнозернисті (К), середньозернисті (С) і дрібнозернисті (Д).

Таблиця 1.2

Класифікація суміші золошлакової в залежності від максимального розміру зерен згідно з СОУ 42.1-37641918-104

Найменування показника	Значення показника для різних типів золошлакових сумішей		
	Крупнозернистої (К)	Середньозернистої (С)	Дрібнозернистої (Д)
Максимальний розмір зерен шлаків шлакової складової, мм, не більше	40	20	5(3)
Примітка. У золошлакових сумішах різних типів вміст зерен шлаків, що перевищують максимальний розмір зерен, повинен бути не більше 10 % за масою.			

Згідно з СОУ 42.1-37641918-104 за видом шлакової складової – суміші золошлакові поділяються на суміші з щільними шлаками (Щ), з середньою густиною зерен понад 2,0 г/см<sup>3</sup>, та суміші золошлакової з пористими шлаками (По), з середньою густиною зерен менше ніж 2,0 г/см<sup>3</sup>.

Згідно з СОУ 42.1-37641918-104 суміші золошлакові залежно від величини втрати маси при прожарюванні поділяються на три види: зольна, шлакова із пористим шлаком, шлакова із щільним шлаком. Вимоги для кожного виду наведені в таблиці 1.3.



Таблиця 1.3

## Види суміші золошлакової згідно з СОУ 42.1-37641918-104

Вид суміші золошлакової	Складова суміші золошлакової	Втрата маси суміші золошлакової при прожарюванні, % за масою, не більше		
		антрацитової	кам'яновугільної	буровугільної
I	Зольна	20	10	3
	Шлакова із пористим шлаком	-	5	3
	Шлакова із щільним шлаком	Не нормується		
II	Зольна	25	15	5
	Шлакова із пористим шлаком	-	7	3
	Шлакова із щільним шлаком	Не нормується		
III	Зольна	10	7	5

Також згідно з СОУ 42.1-37641918-104 суміші золошлакові залежно від кількості золи в суміші поділяються на три групи, показники властивостей груп наведені в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4

## Групи суміші золошлакової згідно з СОУ 42.1-37641918-104

Найменування показника	Група суміші золошлакової		
	I	II	III
Вміст золи-виносу, % за масою	Менше 25	Від 25 до 50	Понад 50
Вологість, % за масою, не більше	7	10	15
Марка золошлакової складової за міцністю	300	200	Не нормується
Марка золошлакової складової за морозостійкістю	F50	F25	Не нормується

Згідно з СОУ 42.1-37641918-104 зола-виносу як складова в залежності від виду (I, II) може застосовуватись при приготуванні цементобетонних сумішей для

основи конструкцій дорожнього одягу жорсткого типу і для щебенево-піщаних та гравійно-піщаних сумішей укріплених цементом.

Суміші золошлакові I групи призначаються для влаштування додаткових шарів основи дорожнього одягу (дренуючих та морозозахисних шарів), а також як складова суміш щебенево-піщаної або суміші ґрунтової. Золошлакові суміші цієї групи, укріплені неорганічними вяжучими, придатні для будівництва основи дорожнього одягу.

Суміші золошлакові II групи можуть бути використані для будівництва основ тільки спільно з добавкою не менше 50 % щебеню або після їх укріплення неорганічними вяжучими.

Суміші золошлакові III групи можуть застосовуватись для будівництва насипів земляного полотна згідно з ДБН В.2.3-4, ВБН 2.3-218-171.

ГБН В.2.3-37641918-554:2013 “Автомобільні дороги. Шари дорожнього одягу з кам'яних матеріалів, відходів промисловості і ґрунтів, укріплених цементом. Проектування та будівництво. Дані Галузеві будівельні норми встановлюють вимоги до проектування шарів дорожніх одягів з кам'яних матеріалів, відходів промисловості і ґрунтів, укріплених цементом та будівництва шарів з цих матеріалів та поширюються на проектування та будівництво дорожніх одягів автомобільних доріг загального користування, що влаштовані з кам'яних матеріалів, відходів промисловості і ґрунтів, укріплених цементом, в усіх дорожньо-кліматичних зонах України згідно з ДБН В.2.3-4.

В Галузевих будівельних нормах наведені вимоги до відходів промисловості, що включає в себе вимоги до золи-виносу теплових електростанцій згідно з ДСТУ Б В.2.7-205 та сумішей золошлакових теплових електростанцій згідно з ДСТУ Б В.2.7-211, СОУ 42.1-37641918-104.

Необхідно відмітити, що згідно з ГБН В.2.3-37641918-554:2013 суміші з кам'яних матеріалів, відходів промисловості і ґрунтів за зерновим складом поділяються на суміші щебеневі крупнозернисті з максимальним розміром фракції 40 мм; суміші щебеневі дрібнозернисті з максимальним розміром фракції: 20 мм,

10 мм, 5 мм, суміші ґрунтові з максимальним розміром фракції: 2,5 мм; 1,25 мм; 0,63 мм, зерновий склад яких відповідає вимогам таблиці 1.5.

Таблиця 1.5

Вимоги до зернового складу суміші з кам'яних матеріалів, відходів промисловості і ґрунтів згідно з ГБН В.2.3-37641918-554

Умовне позначення суміші	Максимальна крупність зерен, мм	Повний залишок мінеральних зерен, у відсотках за масою, на ситі з розміром отворів, мм									
		40	20	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	0,071
СЦ 40	40	0-10	10-40	35-65	50-80	60-85	70-90	75-95	80-97	85-98	87-99
СЦ 20	20	-	0-10	20-40	35-65	50-80	60-85	70-90	75-95	80-97	85-98
СЦ 10	10	-	-	0-10	25-40	45-65	60-80	70-85	75-90	75-95	85-98
СЦ 5	5	-	-	-	0-10	30-40	50-65	65-80	75-85	80-90	95-97
СГ 2,5	2,5	-	-	-	-	0-10	30-40	55-65	70-80	80-90	82-92
СГ 1,25	1,25	-	-	-	-	-	0-10	35-45	60-70	75-85	82-91
СГ 0,63	0,63	-	-	-	-	-	-	0-10	60-70	70-80	80-90

Примітка. Допускається використовувати мінеральні матеріали та ґрунти інших зернових складів, за умови забезпечення вимог таблиці 6.2 ГБН В.2.3-37641918-554

*Висновок:* Аналіз вищенаведених нормативних документів показує, що ДСТУ Б В.2.7-205:2009 «Будівельні матеріали. Золи-виносу теплових електростанцій для бетонів. Технічні умови» можливо застосовувати при приготуванні бетонів з використанням золи-виносу сухого відбору. Потрібно відмітити, що для застосування золи-виносу сухого відбору, транспортування і зберігання золи-виносу сухого відбору для подальшого її використання.

Для дорожньої і аеродромної галузей широке використання цих матеріалів буде новим джерелом отримання довговічних сумішей для застосування при будівництві, ремонтах і експлуатаційному утриманні автомобільних доріг загального користування та аеродромів України.

## **1.2 Поводження з відходами та небезпечними хімічними речовинами.**

Керуючись основними принципами державної політики у сфері поведження з відходами, загальна стратегія управління у сфері поведження з відходами базується на вирішенні таких основних завдань: мінімізація кількості утворюваних відходів; максимально можливе залучення відходів до господарського обігу, їх матеріально-енергетична утилізація як техногенної сировини; пошук екологічно безпечних методів переробки відходів з найменшими економічними витратами; організація ведення обліку утворення, обробки, знешкодження, утилізації та видалення відходів, їх паспортизації, створення та ведення реєстру об'єктів утворення, оброблення відходів, реєстру місць видалення відходів (МВВ).

## РОЗДІЛ 2

### ХАРАКТЕРИСТИКА МІСЦЯ РОЗТАШУВАННЯ ОБ'ЄКТА

#### 2.1 Фізико-географічна характеристика.

Миколаївська область розташована на півдні України в басейні нижньої течії ріки Південний Буг. На заході межує з Одеською, на півночі з Кіровоградською, на сході та північному сході з Дніпропетровською та на південному сході з Херсонською областями. На півдні омивається водами Чорного моря. Площа – 24,6 тис.км<sup>2</sup>. Центр області – місто Миколаїв. Глибоко в суходіл вдаються Дніпровсько-Бузький, Березанський та Тилігульський лимани. До території області належать острів Березань і Кінбурнська коса. Поверхня області являє собою рівнину, нахилену в південному напрямі. Більша частина області лежить у межах Причорноморської низовини.

На півночі простягаються Подільська височина (правобережжя Південного Бугу) та Придніпровська височина (лівобережжя Південного Бугу). За особливістю природних умов територія області належить до степової зони. Клімат помірно-континентальний з м'якою малосніжною зимою і жарким посушливим літом. Пересічна температура січня – -4,5°C, липня – +22,2°C. Річна кількість опадів коливається від 330 мм на півдні до 450 мм на півночі області. Висота снігового покриву 9-11 см. Природні та кліматичні умови області сприятливі для інтенсивного високоефективного розвитку сільського господарства. В області налічується 121 велика, середня, мала річка та балка довжиною більше 10 км, загальною довжиною в межах області 3609,34 км. Головною рікою, що перетинає територію області з північного заходу на південний схід є Південний Буг (257 км) з притоками Інгул (179 км), Кодима (59 км) та інші.

<b>Кафедра реконструкції аеропортів та автошляхів</b>				<b>НАУ 21 04 88 000 ПЗ</b>			
<i>Виконав</i>	<i>Колінковський Н.Ю.</i>			<b>Характеристика місця розташування об'єкта</b>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Керівник</i>	<i>Жданович М.П.</i>					21	68
<i>Консультант</i>	<i>Жданович М.П.</i>				<b>406 АД 192</b>		
<i>Н. Контр.</i>	<i>Пилипенко О.І.</i>						
<i>Зав. каф.</i>	<i>Пилипенко О.І.</i>						

На сході області протікає приток Дніпра - Інгулець. В межах області споруджено багато ставків та водосховищ. Річки і ставки використовуються в основному для зрошування сільськогосподарських рослин та рибництва.

## **2.2 Атмосферне повітря**

В області відсутні підприємства хімічної та вугільної промисловості, тому вона не увійшла в перелік регіонів з високим забрудненням атмосфери. Рівень техногенного навантаження на навколишнє природне середовище Миколаївської області нижчий, ніж в середньому по Україні.

## **2.3 Водні ресурси**

Миколаївська область територіально належить до басейнів р. Південний Буг (59,5%), р. Дніпро (23,5%) і річок Причорномор'я (17%). На території області налічується 121 річка та балки (довжиною більше 10 км) загальною довжиною 3619,84 км: одна велика річка Південний Буг та шість середніх річок - Кодима (59,0 км), Синюха (24,0 км), Чорний Ташлик (41,0 км), Чичиклея (86,0 км), Інгул (179,0 км), Інгулець (96,0 км).

Загальна площа зайнята поверхневими водними об'єктами становить 150,5 тис. га, що становить 6,1 % від території області. Підземні води залягають у відкладеннях різного віку, генезису і літологічного складу – від тріщинуватої зони кристалічного фундаменту до сучасних (голоценових) та плейстоценових.

Прогнозні ресурси (запаси) підземних вод основних водоносних горизонтів у межах Миколаївської області визначено і апробовано у кількості 441,6 тис.м<sup>3</sup> /добу, у тому числі: з мінералізацією до 1,5 г/дм<sup>3</sup> – 349,87 тис.м<sup>3</sup> /добу (79,23%); з мінералізацією від 1,5 г/дм<sup>3</sup> до 3,0 г/дм<sup>3</sup> – 91,73 тис.м<sup>3</sup> /добу (20,77%). За обсягами розвіданих запасів підземних вод питної якості Миколаївська область є найменш забезпеченою в Україні. В середньому експлуатаційні запаси підземних вод на одного мешканця становлять 0,09 м<sup>3</sup> /добу (у порівнянні: Одещина 0,135 м<sup>3</sup> /добу або в 1,5 рази більше, Херсонщина - 3,1 м<sup>3</sup> /добу або в 34 рази більше).

Узагалі місцеві водні ресурси області достатньо обмежені і залежать, головним чином, від притоку з інших регіонів. За питомими показниками водних ресурсів (на одного мешканця) область займає одне із останніх місць серед областей України. Середньорічний показник забезпечення місцевим стоком на 1 мешканця Миколаївської області становить 0,44 тис. м<sup>3</sup> /рік, що у порівнянні з цим показником по Україні менше в 2,38 разів. Найбільш водоспоживаючі галузі області – це промисловість та енергетика, на їх потреби йде біля 50 % від загального обсягу використаних вод. На другому та третьому місцях сільське господарство та комунальне господарство відповідно. Скид недостатньо очищених стічних вод в області здійснюється виключно через неефективну роботу комунальних очисних споруд каналізації. Доля згаданого обсягу скидів від загального об'єму скидів зворотних вод до поверхневих водойм області 2018 року склала 36,7%.

## **2.4 Рослинний світ**

Ландшафти області представлені заплавленими комплексами (заплавні ліси й луки), ділянками піщаного степу, петрофітними (вапняковими) степами, прибережно-водними комплексами, наскельними дібровами, кам'янистими степами тощо. В межах лісостепу природний рослинний покрив утворює ковилово-лучний степ, по балках - байрачні діброви, по відслоненнях вапняку й граніту - кам'янисті степи. Загальна лісистість області складає - 4,17%.

Ліси області відносяться до I групи - захисні та виконують переважно водоохоронні, захисні, санітарногігієнічні, оздоровчі та рекреаційні функції. До лісових насаджень відносяться: сосна звичайна, сосна кримська, ялинка європейська, акація біла, софора японська, шовковиця чорна, горіх грецький, берест, ясен, гледичія, тополя, береза, осина, тополя, верба, абрикос та інші. На схилах у верхів'ях річкових долин і балках зростають байрачні ліси, в яких переважають дуб, клени татарський і гостролистий, в'яз, липа, груша, яблуня, в чагарниковому ярусі - бересклет, крушина, терен, глід, шипшина.

Степова зона в межах Миколаївської області включає різнотравнокострицево-ковилові угруповання. У складі різнотрав'я переважають лучностепові види (пирій повзучий, тонконіг вузьколистий, костриця валіська, костриця лучна, покісниця розставлена, ситник Жерара, скорзонера дрібноквітка та багато інших). Цілинні степи містять варіації підзональних рослинних угруповань - типові степи, петрофільні угруповання на оголеннях скельних породах. Справжні степи представлені різнотравно-типчаково-ковиловими, типчаковоковиловими та їх кам'янистими різновидами.



## РОЗДІЛ 3

### ПЛАН ДІЛЯНКИ АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ

#### 3.1 Елементи дороги в плані

Трасою автомобільної дороги називають її поздовжню вісь, що прокладена по поверхні землі. Трасу дороги проєтують як плавну лінію в просторі з взаємною прив'язкою елементів плану, поздовжнього і поперечного профілів між собою і навколишнім ландшафтом.

Для забезпечення плавності дороги необхідно дотримання принципів ландшафтного проєктування. Проєктуючи трасу на горизонтальну площину, отримують її план, що складається з відрізків прямих ліній, поєднаних коловими кривими, які пом'якшують переломи траси. На криволінійних ділянках для плавного переходу з прямої на криву і навпаки при радіусах кривих не більше 3000 м для доріг I категорії і не більше 2000 м – для доріг загального користування решти категорій передбачають перехідні криві (рис. 3.1).

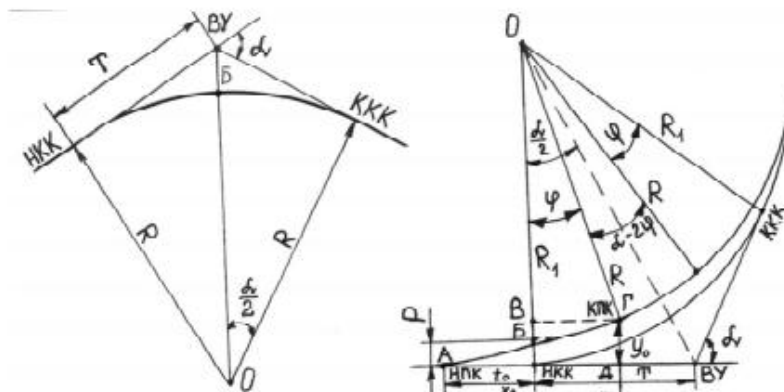


Рис. 3.1 Елементи колової (а) і перехідної (б) кривих

<b>Кафедра реконструкції аеропортів та автошляхів</b>				<b>НАУ 21 04 88 000 ПЗ</b>			
Виконав	Колінковський Н.Ю.			<b>План ділянки автомобільної дороги</b>	Літ.	Арк.	Акрушів
Керівник	Жданович М.П.					25	68
Консультант	Жданович М.П.				<b>406 АД 192</b>		
Н. Контр.	Пилипенко О.І.						
Зав. каф.	Пилипенко О.І.						

Кожна колова крива характеризується:

1) кутом поворота  $\alpha$ ;

2) радіусом  $R$ ;

3) тангенсом – відрізком прямої, який поєднує вершину кута поворота траси з початком (НК) чи кінцем (КК) кривої:

$$T = R \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2};$$

4) бісектрисою – відрізком прямої, який поєднує вершину кута поворота траси з серединою кривої:

$$B = R(\sec \frac{\alpha}{2} - 1);$$

5) довжиною

$$K = R \frac{\pi \alpha}{180}.$$

Між довжиною траси по тангенсам і кривою існує зв'язок, який виражається через домер:

$$D = 2T - K.$$

При улаштуванні перехідних кривих скорочується довжина основної колової, при цьому її центральний кут  $\alpha$  буде менше на величину  $2\varphi$

$$\alpha_0 = \alpha - 2\varphi; \quad \varphi = \frac{L}{2R_1}.$$

де  $\varphi$  – кут в радіанах;

$L$  – довжина перехідної кривої;

$R_1$  – радіус колової кривої, який відрізняється від початкового радіуса на величину  $P$ .

Відповідно, перехідну криву можна застосовувати, якщо кут дорівнює чи більше суми кутів поворота перехідних  $\alpha$  дорівнює чи більше суми кутів поворота перехідних кривих, тобто  $\alpha > 2\varphi$ . При  $\alpha = 2\varphi$  довжина колової кривої дорівнює нулю, а дві перехідні криві змикаються одна з іншою.

При застосуванні перехідних кривих відбувається зсув колової кривої в бік її центру на величину  $P$ :

$$P = y_0 - R_1(1 - \cos\varphi)$$

Крім цього, відбувається зміщення початку закруглення після вписування перехідних кривих на величину  $t$ :

$$t = x_0 - R_1 \sin \varphi,$$

де  $y_0, x_0$  — координати точки в кінці перехідної кривої, які знаходять по таблицям.

Нові елементи кривої

$$T_1 = (R_1 + P) \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}; \quad B_1 = (R_1 + P) \left( \sec \frac{\alpha}{2} - 1 \right)$$

Перехідна крива являє собою клотоїду, тобто криву, кривизна якої зростає зворотно пропорційно її довжині.

При призначенні елементів плану рекомендується застосовувати радіуси кривих не менше 3000 м. Граничні цифри для проектування плану залежать від швидкості руху автомобіля. Найменший радіус кривих в плані складає: для швидкості 150 км/год – 1200 м; для швидкості 80 км/год – 300 м; для швидкості 40 км/год – 60 м.

### 3.2. Проектування плану заокруглення.

Схема заокруглення наведена на рис. 3.2.

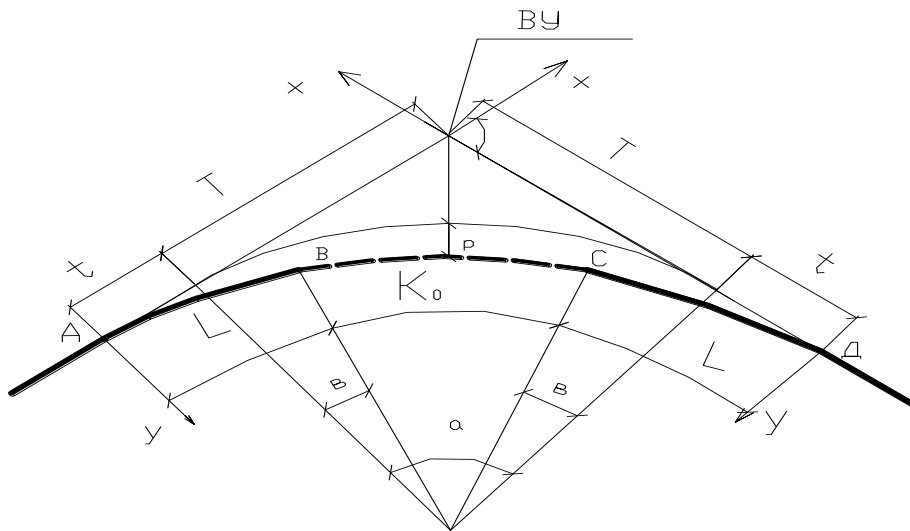


Рис. 3.2 - Елементи заокруглення з симетричними перехідними кривими.

Розраховую довжину перехідної кривої:

$$L = \frac{V^3}{47 \cdot J \cdot R} = \frac{120^3}{47 \cdot 0.3 \cdot 530} = 231,23 \text{ м},$$

де  $V$  – розрахункова швидкість, км/год;

$J$  – допустима швидкість наростання бічного прискорення,  $J=0.3$  м/с<sup>3</sup>;

$R$  – радіус заокруглення, м.

Отримане значення  $L$  співставляємо з мінімальним по нормам проектування  $L=138$  м (табл.3.1.) і приймаємо  $L=235$  м.

Таблица 3.1.

R, м	500	600	800	1000	1200	1500	1800	2000
L, м	130	170	150	120	120	150	180	200

Знаходимо кут  $\beta$  (рис. 3.1.), на який зменшується колова крива при вписанні однієї перехідної кривої:

$$\beta = \frac{L \cdot 180}{2\pi \cdot R} = \frac{235 \cdot 180}{2 \cdot 3.14 \cdot 530} = 12,7^\circ$$

Перевіряємо умову можливості розбивки заокруглення з перехідною кривою:

$$\alpha \geq 2\beta, \text{ т.е. } 50^\circ > 2 \cdot 12,7;$$

де  $\alpha$  - кут повороту траси.

Розраховуємо довжину колової кривої  $K_0$ :

$$K_0 = \frac{\pi \cdot R \cdot (\alpha - 2\beta)}{180} = \frac{3,14 \cdot 530 \cdot (50 - 2 \cdot 12,7)}{180} = 227,44 \text{ м}$$

Заокруглення з перехідними кривими виносимо на місцевість методом прямокутних координат  $X$  і  $Y$ , поміщаючи початок координат в початок першої перехідної кривої (см. т.А на рис.3.1.) і в кінець другої.

Знаходимо координати перехідної кривої:

при  $S=235$  м,

$$X_{\kappa} = S - \frac{S^5}{40 \cdot A^4} = 235 - \frac{235^5}{40 \cdot 352,9^4} = 233,8 \text{ м};$$

$$Y = \frac{S^3}{6 \cdot A^2} - \frac{S^7}{336 \cdot A^6} = \frac{235^3}{6 \cdot 352,9^2} - \frac{235^7}{336 \cdot 352,9^6} = 17,3 \text{ м}$$

$A$  – параметр перехідної кривої,

$$A = \sqrt{LR} = \sqrt{235 \cdot 530} = 352,9 \text{ м.}$$

Далі визначаємо зміщення  $t$  і зсув  $p$  перехідної кривої:

$$t = XK - R \cdot \sin\beta = 233,8 - 530 \cdot \sin 12,7 = 117,28 \text{ м};$$

$$p = YK - R(1 - \cos\beta) = 17,3 - 530(1 - \cos 12,7) = 4,33 \text{ м};$$

де  $XK$  і  $YK$  – координати кінця перехідної кривої, які визначають при  $S=L$ .

Розраховуємо тангенс заокруглення:

$$T = (R+p) \cdot \text{tg}(\alpha/2) = (530+4,33) \cdot \text{tg}50/2 = 249,16 \text{ м.}$$

Домер заокруглення малого радіусу дорівнює:

$$D = 2 \cdot (T+t) - (2 \cdot L + K_0) = 2(249,16 + 117,28) - (2 \cdot 235 + 227,44) = 35,44 \text{ м.}$$

Визначаємо пікетне положення основних точок заокруглення:

$$\begin{aligned} \text{т.А (початок заокруглення)} \quad \quad \quad \text{НЗ} &= \text{ВУ} - (T+t) = \text{ПК}20+80- \\ (249,16+117,28) &= \text{ПК}17+13,56 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{т.В (початок колової кривої)} \quad \quad \quad \text{НКК} &= \text{НЗ} + L = \text{ПК}17+13,56 + 235 = \\ &= \text{ПК}19+48,56 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{т.С (кінець колової кривої)} \quad \text{ККК} &= \text{НЗ} + \text{L} + \text{K0} = \\ &= \text{ПК17} + 13,56 + 235 + 227,44 = \text{ПК21} + 76 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{т.Д (кінець заокруглення)} \quad \text{КЗ} &= \text{НЗ} + 2\text{L} + \text{K0} = \\ \text{ПК17} + 13,56 + 2 \cdot 235 + 227,44 &= \text{ПК24} + 11 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{СЗ} &= \text{НЗ} + \text{L} + \text{K0} / 2 = \text{ПК17} + 13,56 + 235 + 113,72 = \\ &= \text{ПК20} + 62,28 \end{aligned}$$

$$X = t + R \cdot \sin\left(\beta + \frac{S - L}{R} \cdot \frac{180}{\pi}\right);$$

$$Y = p + R \cdot \left[1 - \cos\left(\beta + \frac{S - L}{R} \cdot \frac{180}{\pi}\right)\right]$$

де S – відстань від початку заокруглення до розглянутої точки на колівій кривій.

Таблиця 3.2

№ пп	ПК	плюс	характер	відстань	КООРДИНАТИ	
				S	X	Y
1	17	13,5	НЗ	0	0	0
2	17	20		6,5	6,49999998	0,00036749
3	17	30		16,5	16,499998	0,00601114
4	17	40		26,5	26,4999789	0,024902468
5	17	50		36,5	36,4998956	0,065070287
6	17	60		46,5	46,4996496	0,134543134
7	17	70		56,5	56,4990721	0,241348868
8	17	80		66,5	66,4979041	0,39351399
9	17	90		76,5	76,4957776	0,599062591
10	18	0		86,5	86,4921957	0,866014874
11	18	10		96,5	96,4865138	1,202385147
12	18	20		106,5	106,47792	1,616179233
13	18	30		116,5	116,465415	2,115391203
14	18	40		126,5	126,447796	2,70799936
15	18	50		136,5	136,423631	3,401961397
16	18	60		146,5	146,391247	4,20520865
17	18	70		156,5	156,348705	5,125639371
18	18	80		166,5	166,293783	6,171110938
19	18	90		176,5	176,223957	7,34943093
20	19	0		186,5	186,136381	8,668346986
21	19	10		196,5	196,027866	10,13553537
22	19	20		206,5	205,894864	11,75858818

23	19	30		216,5	215,733447	13,54499907
24	19	40		226,5	225,539287	15,50214749
25	19	50	НКК	236,5	235,261322	17,62853128
26	19	60		246,5	244,988827	19,94643164
27	19	70		256,5	254,670871	22,44744639
28	19	80		266,5	264,304004	25,13068518
29	19	90		276,5	273,884799	27,99519283
30	20	0		286,5	283,409844	31,03994961
31	20	10		296,5	292,875749	34,26387161
32	20	20		306,5	302,279145	37,66581116
33	20	30		316,5	311,616682	41,2445572
34	20	40		326,5	320,885038	44,99883576
35	20	50		336,5	330,080914	48,92731034
36	20	60		346,5	339,201034	53,02858247
37	20	70		356,5	348,242154	57,30119213

На міліметровому папері викреслюємо заокруглення малого радіусу.

### 3.3 Проектування поперечного профіля заокруглення.

Віраж – ділянка дороги з односкатним профілем з похилом ів в бік центра кривої. Улаштовується в межах кривої К0.

Максимальний похил віражу визначається за формулою:

$$i_e = \frac{V^2}{127 \cdot R} - \mu = \frac{120^2}{127 \cdot 530} - 0.11 = 0.104 = 10.4\%$$

де V- розрахункова швидкість руху автомобіля для II категорії дороги, км/год;

R-радіус заокруглення, м;

μ-коефіцієнт поперечної сили, приймається μ=0.11 з умови зручності пасажирів.

Отриманий по формулі похил віражу співставляється з вимогами ДБН В.2.3-4. В розрахунок приймається більше значення похилу віражу.

Таблиця 3.3.

Похил віражу ‰	Мінімальний радіус колової кривої для категорій		
	I-а	Iб, Iв, II - IV	V – з удосконаленими дорожніми одягами
20(25)	1330	850	540
30	1240	800	510
40	1150	750	480
50	1060	700	450

Мінімальний похил за умовам водовідведення з проїзної частини повинен бути не менше  $i_n$ . В нашому випадку по розрахункам отримано  $i_v > i_n$ , а так як по ТКП максимальний похил віража в центральному дорожньо-кліматичному районі складає 45‰, то приймаю  $i_v = 45‰$ .

#### **3.4 Проектування відгону віражу на автомобільній дорозі з двосмуговою проїзною частиною**

Відгон віражу – перехід від двоскатного поперечного профілю проїзної частини до односкатного.

На заокругленні траси з перехідними кривими проектують два відгони віражу. Перший відгон віражу розміщується на перехідній кривій, наступний від початку заокруглення, а другий – від кінця (рис. 3.3).



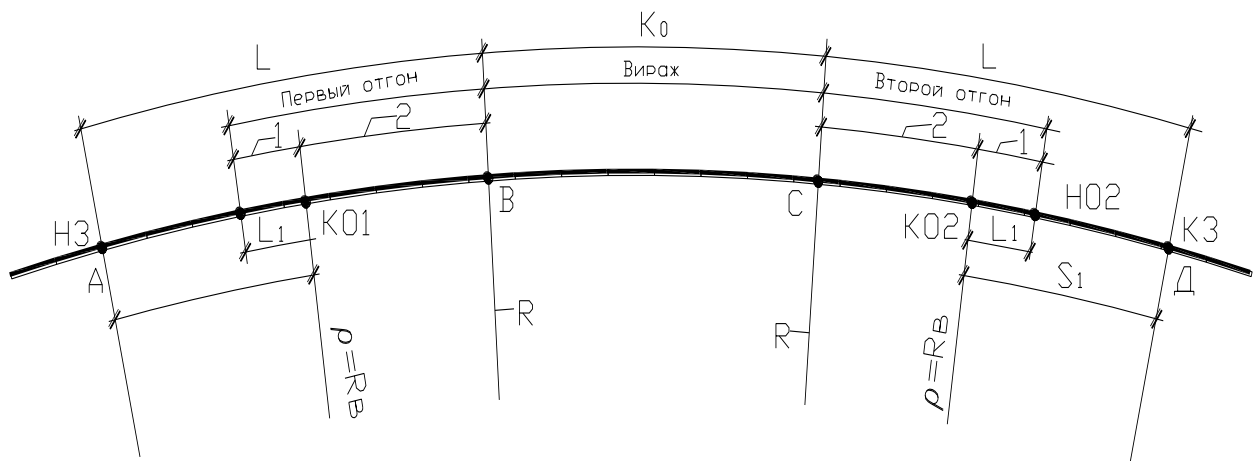


Рис. 3.3. Схема розміщення відгонів віражу на заокругленні з перехідною кривою у випадку, якщо  $i_v > i_n$  :

- 1 – перша ділянка першого відгону віражу;
- 2 – друга ділянка першого відгону віражу;
- 3 – перша ділянка другого відгону віражу;
- 4 – друга ділянка другого відгону віражу

Т.я. похил віражу  $i_v > i_n$  , то відгон віражу складається з двох ділянок.

На першій ділянці довжиною  $L_1$  відбувається перехід від двохскатного поперечного профіля до односкатного з похилом  $i_n$ :

$$L_1 = \frac{b \cdot i_n}{i_{доп}} = \frac{7 \cdot 0,02}{0,005} = 28 м$$

де  $i_{доп}$  – додатковий похил зовнішньої кромки проїзної частини, що дорівнює 0.005 для доріг II категорії;

$b$ - ширина двосмугової проїзної частини доріг II категорії.

Ця ділянка закінчується на відстані  $S_1$  від початку перехідної кривої довжиною  $L$ .

$$S_1 = \frac{L \cdot R}{R_1} = \frac{235 \cdot 530}{2000} = 63 м;$$

где  $R$  – радіус кругової кривої, що йде за перехідною;

$R_1$  – радіус кривизни перехідної кривої, при якій призначається віраж, приймається по ТКП рівним 2000м для доріг II-IV категорій.

Если  $S_1 < L_1$ , то следует принимать  $S_1 = L_1$ .

Протяжність другої ділянки визначається по формуле:

$$L_2 = L - S_1 = 235 - 63 = 172\text{м};$$

Пикетне положення початку першого відгону віражу визначається по формулі:

$$\text{ПК (НО1)} = \text{НЗ} + S_1 - L_1 = \text{ПК}17+13,56 + 63 - 28 = \text{ПК}17+48,56;$$

а другого по формулі:

$$\text{ПК (НО2)} = \text{КЗ} - S_1 + L_1 = \text{ПК}24+11-63+28 = \text{ПК}23+76;$$

Пикетне положення кінця першої ділянки першого відгону віражу визначається за формулою:

$$\text{ПК (КО1)} = \text{НЗ} + S_1 = \text{ПК}17+13,56 + 63 = \text{ПК}17+76,56;$$

а другого відгону по формулі:

$$\text{ПК (КО2)} = \text{КЗ} - S_1 = \text{ПК}24+11-63 = \text{ПК}23+48;$$

На першій ділянці відбувається перехід від двоххилим поперечного профілю до однохилого з ухилом  $i_n$ . На другій ділянці отриманий однохилий профіль проїзної частини шляхом обертання навколо її осі доводиться до ухилу  $i_v$ , відповідного радіусу кривої по колу. Друга ділянка закінчується в кінці перехідної кривої.

На відгонах віражу обчислюють відносні відмітки основних ліній дорожнього полотна (рис. 3.3) кромки проїжджої частини, крайок укріплювальних смуг, бровок узбіччя, приймаючи позначки осі проїжджої частини рівною нулю. Ці позначки обчислюють на початку і кінці ділянки, а також на плюсових точках, кратних 10 м. Знаючи проектні відмітки (позначки осі проїжджої частини), обчислюють проектні позначки крайок і бровок на кожному поперечнику, додаючи до проектних позначок величину відносних оцінок

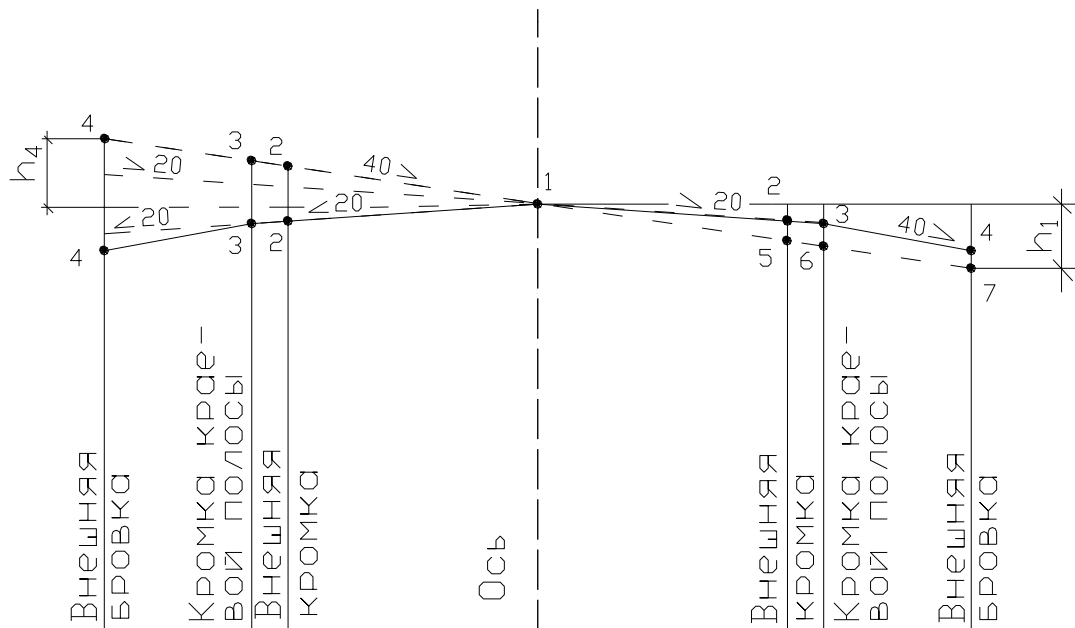


Рис. 3.4. Схема відгону віражу на двосмуговій автомобільній дорозі II технічної категорії.

Дані про значення відносних відміток першого і другого відгонів віражу зводимо в таблицю 3.4

Таблиця 3.4

Ділянка відгону	Положення поперечника		Відмітки проїзної частини (1)	Відносні відмітки					
	Пікет	Плюс		Зовнішня кромка			Внутрішня кромка		
				Проїзної частини (2)	укріп. смуги (3)	Бровка (4)	проїз. частини (5)	укріп. смуги (6)	Брівка (7)
	1	2		3	4	5	6	7	8
Перший відгон віражу									
перший	17	38,56	159,75	-0,07	-0,085	-0,175	-0,07	-0,085	-0,175
	17	48,56	159,65	-0,07	-0,085	-0,13	-0,07	-0,085	-0,175
	17	55,56	159,58	-0,035	-0,043	-0,065	-0,07	-0,085	-0,175
	17	62,56	159,51	0,000	0,000	0,000	-0,07	-0,085	-0,175
	17	69,56	159,44	0,035	0,043	0,065	-0,07	-0,085	-0,175

другий	17	76,56	159,37	0,07	0,085	0,13	-0,07	-0,085	-0,175
	18	10,96	159,026	0,088	0,106	0,163	-0,088	-0,106	-0,196
	18	45,36	158,682	0,105	0,128	0,195	-0,105	-0,128	-0,218
	18	79,76	158,338	0,123	0,149	0,228	-0,123	-0,149	-0,239
	19	14,16	157,994	0,14	0,17	0,26	-0,14	-0,17	-0,26
	19	48,56	157,65	0,158	0,191	0,293	-0,158	-0,191	-0,281
Другий відгон віражу									
первий	23	86	153,276	-0,07	-0,085	-0,175	-0,07	-0,085	-0,175
	23	76	153,376	-0,07	-0,085	-0,13	-0,07	-0,085	-0,175
	23	69	153,446	-0,035	-0,043	-0,065	-0,07	-0,085	-0,175
	23	62	153,516	0,000	0,000	0,000	-0,07	-0,085	-0,175
	23	55	153,586	0,035	0,043	0,065	-0,07	-0,085	-0,175
	23	48	153,656	0,07	0,085	0,13	-0,07	-0,085	-0,175
другий	23	13,6	154,00	0,088	0,106	0,163	-0,088	-0,106	-0,196
	22	79,2	154,344	0,105	0,128	0,195	-0,105	-0,128	-0,218
	22	44,8	154,688	0,123	0,149	0,228	-0,123	-0,149	-0,239
	22	10,4	155,032	0,14	0,17	0,26	-0,14	-0,17	-0,26
	21	76	155,376	0,158	0,191	0,293	-0,158	-0,191	-0,281

Розраховуємо абсолютні відмітки вісі дороги, знаючи параметри проектної лінії. В даному випадку проектна відмітка на початку перехідної кривої (ПК17+13,56) дорівнює 160,00. Проектна лінія має поздовжній похил -100/00. По цим даним абсолютні відмітки вісі проїзної частини наведені в таблиці 3, графі 4.

Абсолютні відмітки кромки проїзної частини, укріплювальної смуги, брівки узбіччя отримаємо, прибавляючи до відмітки вісі проїзної частини відносні відмітки цих ліній.

## РОЗДІЛ 4

### ПОЗДОВЖНІЙ ПРОФІЛЬ ДОРОГИ

#### 4.1 Елементи поздовжнього профілю

Поздовжній профіль дороги - це проекція осі дороги на вертикальну площину, що зображається на окремому кресленні і розгорнута в площину креслення.

Поздовжній профіль - один з основних документів, за якими здійснюється будівництво автомобільної дороги.

На нього наносять:

- 1) лінію поверхні землі (чорну лінію) і висотні позначки її точок;
- 2) проектну лінію земляного полотна (червону лінію), її ухили і висотні позначки;
- 3) розріз ґрунту по осі дороги із зазначенням місць закладення шурфів і свердловин, характеру і потужності ґрунтових нашарувань, рівня ґрунтових вод;
- 4) розташування і основні характеристики водовідвідних споруд;
- 5) дані для побудови водовідвідних каналів і поглиблених кюветів, типи їх зміцнення;
- 6) пікетаж і положення характерних (плюсових) точок;
- 7) розгорнутий план траси і ситуацію на смузі (по 50 м в кожную сторону від осі дороги);
- 8) типи конструкції дорожнього одягу та земляного полотна.

Для більшої наочності поздовжній профіль викреслюють в двох масштабах: горизонтальному - 1: 5000, вертикальному - 1: 500. Вертикальний масштаб геологічного розрізу повинен бути 1:50.

<b>Кафедра реконструкції аеропортів та автошляхів</b>				<b>НАУ 21 04 88 000 ПЗ</b>			
<i>Виконав</i>	<i>Колінковський Н.Ю.</i>			<b>Поздовжній профіль дороги</b>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>	<i>Жданович М.П.</i>					37	68
<i>Консультант</i>	<i>Жданович М.П.</i>				<b>406 АД 192</b>		
<i>Н. Контр.</i>	<i>Пилипенко О.І.</i>						
<i>Зав. каф.</i>	<i>Пилипенко О.І.</i>						

Приклад оформлення поздовжнього профілю наведено на рис. 1.3. Висота насипу і глибина виїмки в будь-якій точці визначається різницею між значеннями проектної позначки і позначки рівня землі, званої робочої відміткою. Чисельне значення ухилів проектної лінії обчислюється як відношення перевищення однієї точки над іншою до відстані між цими точками:

$$i = \frac{H_A - H_B}{L},$$

де  $H_A$  і  $H_B$  – відмітки місцевості в точках А і Б, м;

$L$  – відстань між точками А і Б, м.

До нанесення проектної лінії на поздовжньому профілі необхідно визначити місце розташування всіх штучних споруд, які будуть контрольними точками.

Дорогу доцільніше прокладати в насипу, що сприятиме кращому водовідведенню, якнайшвидшому просихання земляного полотна і меншою заносимості снігом.

У місцях сполучення прямих ділянок поздовжнього профілю влаштовують вертикальні криві (опуклі або увігнуті), які забезпечують необхідну видимість на дорозі і створюють умови для плавного руху автомобілів.

Радіус вертикальної увігнутою кривою визначається з виразу

$$R_{\text{вот}} \geq 7,1 V^2, \text{ м},$$

де  $V$  – швидкість руху, м/с<sup>2</sup>.

Радіус вертикальної опуклої кривої визначається з формули:

$$R_{\text{вып}} = \frac{S_{\text{вид}}^2}{2d}, \text{ м},$$

де  $S_{\text{вид}}$  – відстань видимості.

$d$  – підвищення ока водія над поверхнею дороги, 1,2 м.

Найменше значення вертикальних кривих складає: для розрахункової швидкості 150 км/год: опуклих – 30000 м, увігнутих – 8000 м; для розрахункової

швидкості 80 км/год: 5000 м; 2000 м; для розрахункової швидкості 40 км/год: для обох кривих – 1000 м.

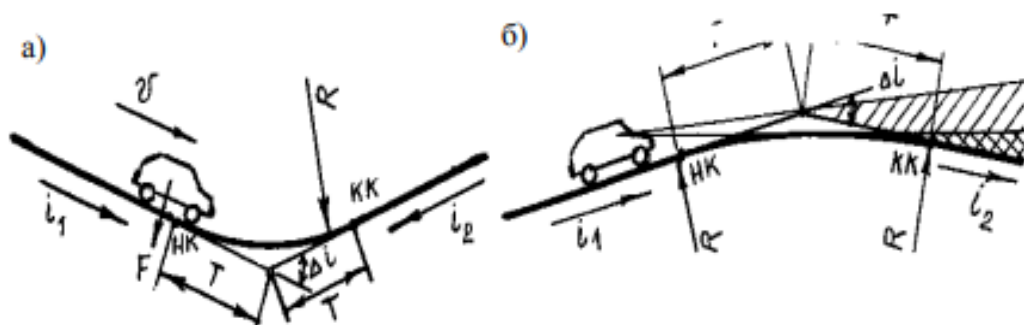


Рис. 4.1 Вертикальна угнута (а) і опукла (б) криві поздовжнього профілю

Для аналітичного розрахунку вертикальних кривих використовуються формули:

Довжина вертикальної кривої

$$K = R\Delta i, \text{ м,}$$

Де  $i$  – алгебраїчна різниця ухилів, що спрягаються;

Тангенс вертикальної кривої

$$T \approx \frac{K}{2}, \text{ м,}$$

Бісектриса вертикальної кривої

$$B \cong \frac{T^2}{2R}, \text{ м.}$$

За даними поздовжніх і поперечних профілів підраховують обсяги земляних робіт, необхідні для складання плану організації робіт і кошторису.

Відповідно до вимог ДБН В.2.3-4 поздовжній профіль автомобільних доріг проектується з умови найменшого обмеження і зміни швидкості, забезпечення безпеки руху, зручності водовідведення та найкращого захисту від снігових заметів.

При призначенні елементів поздовжнього профілю в якості основних параметрів рекомендується приймати:

- 1) поздовжній ухил - не більше 30 ‰;
- 2) відстань видимості поверхні дороги - не менше 450 м;
- 3) радіуси кривих в поздовжньому профілі: опуклих - не менше 70000 м, увігнутих - не менше 8000 м;
- 4) довжина кривих: опуклих - не менше 300 м; увігнутих - не менше 100 м.

Переломи проектної лінії поздовжнього профілю поєднують кривими при алгебраїчній різниці ухилу 5 ‰ і більше - на дорогах I, II категорій, 10 ‰ і більше - на дорогах III категорії, 20 ‰ і більше - на дорогах IV і V категорій.

#### **4.2 Земляне полотно і поперечний профіль**

Земляне полотно – це дорожня споруда, яка служить основою для розміщення конструктивних шарів дорожнього одягу та інших елементів доріг, які сприймають навантаження від рухомого транспорту, власної ваги і розподіляють це навантаження на основу. Розміри земляного полотна залежать від категорії дороги і перевищення червоної лінії поздовжнього профіля над навколишньою місцевістю.

Основними елементами земляного полотна є:

1) верхня частина земляного полотна (робочий шар) - зона глибиною, рівній 2/3 глибини промерзання, але не менше 1,5 м від верху покриття; для виїмок, діляниць з нульовими відмітками або низьких насипів в робочий шар можуть потрапляти ґрунти в природному заляганні з непорушеною структурою;

2) укісна частина - зона, обмежена поверхнями укосів і вертикалями, що проходять через бровки насипів або виїмок, а знизу - підставою насипу або виїмки;

3) ядро насипу - зона, розташована нижче робочого шару і обмежена знизу підставою насипу, а з боків - вертикалями, що проходять через бровки насипу;

4) основу насипу - зона, розташована під насипом в межах природного ґрунтової товщі; підставу виїмки - зона, розташована нижче межі робочого шару.



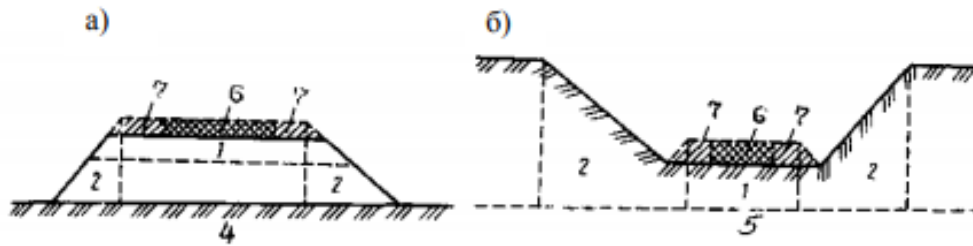


Рис. 4.2 Елементи земляного полотна: а – насип; б – виїмка; 1 – робочий шар; 2 – укісні частини; 3 – ядро насипу; 4 – основа насипу; 5 – основа виїмки; 6 – дорожній одяг; 7 – узбіччя

Земляне полотно має бути міцним і стійким. Його влаштовують у вигляді насипів або виїмок. Геометрична форма земляного полотна повинна перешкоджати снегозаносимості, а також відповідати вимогам безпеки руху.

Для забезпечення високої міцності і стійкості земляного полотна при його проектуванні і будівництві передбачають ряд заходів:

1) запобігання верхній частині земляного полотна від надмірного зволоження за рахунок надання його поверхні ухилів, а також захисту від проникнення води через узбіччя;

2) запобігання земляного полотна від зволоження знизу за рахунок його піднесення над рівнем ґрунтових вод, пристрої ізолюючих або капіляророзривних прошарків з укріплених ґрунтів, нетканих або синтетичних матеріалів і плівок; заміни несприятливих ґрунтів в основі;

3) забезпечення своєчасного відведення води, що скупчується у верхній частині земляного полотна і в підставі, шляхом влаштування дренажних шарів або дренажів.

Найбільш уразливими місцями земляного полотна є укоси, оскільки вони відчувають різні впливи погоднокліматических факторів, підземних і текучих вод.

Укоси насипів можуть бути підтоплюються та неподтоплюєміе. Конструкцію укосів вибирають на основі розрахунків стійкості в зв'язку з виникненням різних локальних деформацій у вигляді осипів, опливін, виносів, обвалень, розмивів. Конструкції укосів можуть передбачати біологічний захист укосів і конусів, зміцнення їх бетонними, залізобетонними і асфальтобетонними

конструкціями, пристрій укосів з укріплених ґрунтів або їх захист за допомогою синтетичних текстильних матеріалів.

До складу земляного полотна входять також система поверхневого водовідведення та спеціальні утримуючі конструкції, призначені для забезпечення стійкості самого земляного полотна або схилів, на яких воно розташован

## РОЗДІЛ 5

### КОНСТРУКЦІЯ ДОРОЖНЬОГО ОДЯГУ

Дорожній одяг – багат шарова конструкція, яка сприймає навантаження від транспортних засобів і передає її на ґрунтову основу чи підстиляючий ґрунт. Дорожній одяг складається з верхнього шару – дорожнього покриття, нижнього – дорожньої основи і додаткових шарів.

Основні вимоги до дорожнього одягу:

- 1) необхідна міцність, рівність, шорсткість поверхні, безпильність;
- 2) забезпечення безпечного руху;
- 3) економічність, яка визначається витратами на будівництво, ремонт і утримання;
- 4) надійність, яка визначається ймовірністю безвідмовної роботи.

Покриття – верхній шар дорожнього одягу, який безпосередньо сприймає багатократно повторюваний вплив транспортних засобів і погодно-кліматичних факторів та забезпечує безпечний проїзд автомобілів з розрахунковими швидкостями. Поверхня покриття повинна бути рівною і забезпечувати достатнє зчплення з колесами автомобіля.

Основа – нижній шар дорожнього одягу, який сприймає разом з покриттям навантаження від автомобілів і призначений для її розподілення на додаткові шари чи безпосередньо на ґрунт земляного полотна. Зазвичай основу будуть з декількох шарів: верхній, безпосередньо підстиляючий покриття, з більш міцних матеріалів і нижні шари основи, які виконують морозозахисні, дренажні, противозамулюючі функції.

<b>Кафедра реконструкції аеропортів та автошляхів</b>				<b>НАУ 21 04 88 000 ПЗ</b>			
<i>Виконав</i>	<i>Колінковський Н.Ю</i>			<b>Конструкція дорожнього одягу</b>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушіє</i>
<i>Керівник</i>	<i>Жданович М.П.</i>					43	68
<i>Консультант</i>	<i>Жданович М.П.</i>				<b>406 АД 192</b>		
<i>Н. Контр.</i>	<i>Пилипенко О.І.</i>						
<i>Зав. каф.</i>	<i>Пилипенко О.І.</i>						

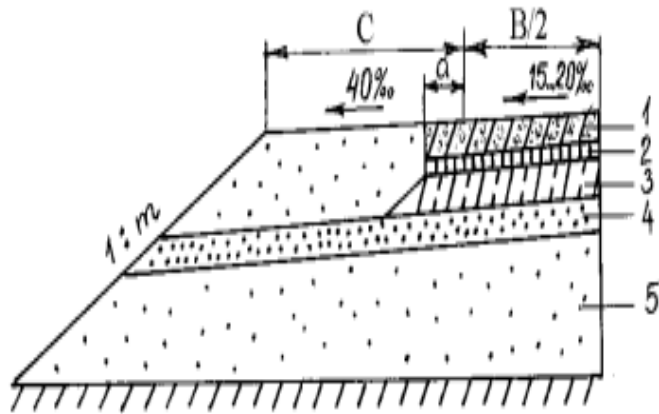


Рисунок 5.1 Дорожній одяг з цементобетонним покриттям

1 – покриття; 2 – вирівнюючий шар; 3 – основа; 4 – додатковий шар основи;  
 5 земляне полотно; В – ширина проїзної частини; а – укріплювальна смуга; с -  
 узбіччя

## РОЗДІЛ 6 ВОДОВІДВЕДЕННЯ

### 6.1 Поверхнєве і підземне дорожнє водовідведення

Система дорожнього водовідведення складається з ряду споруд, призначених для запобігання перезволоженню земляного полотна, перехоплення і відводу надходить до нього води. Водовідвід може бути поверхневий або підземний. Поверхневий водовідвід влаштовується у вигляді ухилів поперечного профілю, бічних каналів (кюветів), водовідвідних і нагірних каналів, водопропускних споруд. Для відводу поверхневої води поперечним профілем і дорожньому одязі надають опукле обрис з ухилом від середини до узбіч при двосхилим профілі.

Чим менше рівність поверхні покриття, тим більший поперечний ухил йому надають, оскільки вода при стікання сприймає опір і може застоюватися в понижених місцях, просочуватися в покриття і під нього.

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

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

2) перевантаження внутрішніх коліс при русі вантажних автомобілів зі спареними задніми колесами посередині проїжджої частини, яка веде до підвищеного зносу шин і покриття;

3) збільшення бічного відведення автомобіля при поперечному ухилі, яке погіршується його керованість, а отже, безпеку руху.

Узбіччях надають більший поперечний ухил, ніж покриттю, оскільки вони влаштовуються з іншого матеріалу, який надає більший опір руху води.

<b>Кафедра реконструкції аеропортів та автошляхів</b>				<b>НАУ 21 04 88 000 ПЗ</b>			
<i>Виконає</i>	<i>Колінковський Н.Ю.</i>			<b>Водовідведення</b>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Керівник</i>	<i>Жданович М.П.</i>					45	68
<i>Консультант</i>	<i>Жданович М.П.</i>				<b>406 АД 192</b>		
<i>Н. Контр.</i>	<i>Пилипенко О.І.</i>						
<i>Зав. каф.</i>	<i>Пилипенко О.І.</i>						

На дорогах I і II категорій узбіччя повинні бути укріплені на ширину не менше ніж 0,75 м асфальтобетонним сумішами, бетонними плитами, ґрунтами, укріпленими в'язучими матеріалами.

Поперечний профіль проїзної частини зазвичай окреслюють по параболі або по двом похилим прямим, зв'язаних в середній частині кругової вставкою довжиною 2 м. Для відводу води від земляного полотна служать бічні, водовідвідні, нагірні і осушувальні канали.

Бічні канали (кювети) влаштовують в виїмках або у насипів з невеликими робочими відмітками. Їм надають трапецієподібно перетин з шириною по дну 0,4 ... 0,5 м і глибиною до 0,7 ... 0,8 м, рахуючи від бровки насипу. Укосів каналів в виїмках надають закладення 1: 1,5, а у низьких насипів - 1: 3 м.

При зведенні земляного полотна в сухих місцях зі швидкою стоком поверхневих вод влаштовують бічні канали у вигляді трикутних лотків глибиною не менше 0,3 м з крутизною укосів 1: 3.

У виїмках, розташованих в гравелістих або щебеністих ґрунтах, влаштовують трапецеїдальні канали глибиною не менше 0,3 м з укосами 1: 1. Вода з бічних каналів повинна виводитися в знижені місця не рідше ніж через 500 м. Якщо дорога проходить по схилу, для виведення води з каналу, розташованого з нагірній боку, під земляним полотном прокладають труби. У місцях переходу з виїмки в насип канали відводять з нагірній боку в резерв, а з низової виводять на поверхню ґрунту в сторону від виїмки.

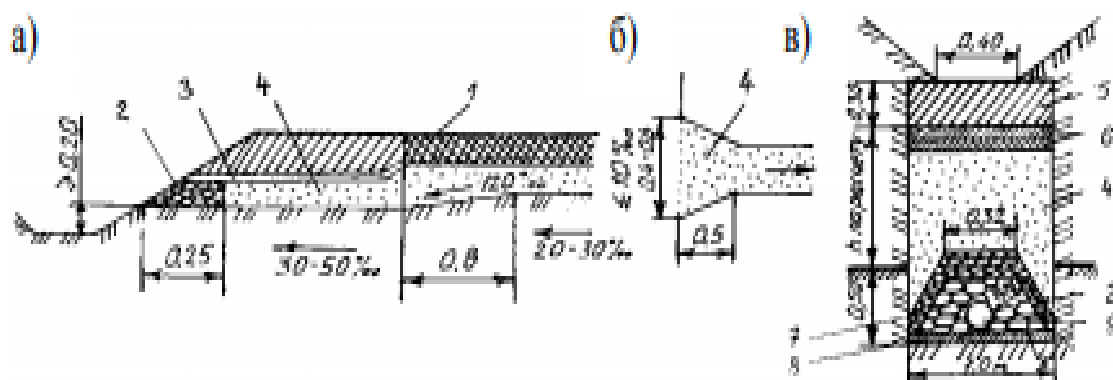
Перетин водовідвідних каналів приймається рівним перетинах тих каналів, з яких відводиться вода. Для кращого пропуску води і зменшення обсягів земляних робіт укоси водовідвідних каналів влаштовують найбільшої крутизни, допустимої за умовами стійкості ґрунтів. Нагорним каналам надають трапецевидное поперечний переріз.

Щоб уникнути зсувів на схилах виїмки в місцях перезволоження ґрунтів відстань нагірних каналів від країв виїмки повинно бути не менше 5 м. На косогорах з ухилом 1: 5 ґрунт з нагірних каналів використовується для пристрою

невисокого валика (банкету) між виїмкою і нагірній канавою, що оберігає дорогу від затоплення при переповненні нагірній канави.

При перебігу води по канавах зі швидкістю, меншою 0,4 ... 0,5 м / с, зважені у воді ґрунтові частинки випадають в осад і утворюють відкладення наносів. Для запобігання цьому канавах надають поздовжній ухил, який у 2-й дорожньо-кліматичній зоні, до якої відноситься Білорусь, повинен бути не менше 5 ‰. Підземний водовідведення влаштовують для запобігання дії ґрунтових вод на земляне полотно.

Для цього споруджують підстилають (дренирующие) шари дорожнього одягу, дренажні воронки і закритий дренаж. Дренуючих шар дорожнього одягу (рис. 1.10) влаштовують з піску, гравію та інших крупнозернистих матеріалів, що мають коефіцієнт фільтрації не менше 1,0 м / сут. Товщина піщаного шару призначається залежно від виду покриття і ґрунту земляного полотна від 0,1 до



0,5

Рис. 6.1 – Схема дорожнього водовідведення

а – дренуючий шар; б – дренажні воронки; в – закритий дренаж; 1 – дорожній одяг; 2 – щебінь чи гравій; 3 – прошарок; 4 – піщаний шар; 5 – утрамбована глина; 6 – два шари дернини корінням вверх чи 3 см ґрунту, обробленого бітумом; 7 щебінь чи гравій фракцією 40-70 мм; 8 – щебінь, втрамбований в ґрунт; 9 – керамічна чи азбестоцементна труба діаметром 15-20 см.

Дренажні пристрої - комплекс споруд, призначених для зниження рівня збору ґрунтових вод з їх відведенням з земляного полотна і з-під дорожнього одягу. Розрізняють: горизонтальний дренаж, до якого відносяться трубчастий

дренаж, суцільна проріз, дренажна галерея, горизонтальні свердловини (дрени), і вертикальний дренаж - забивні і наскрізні фільтри, колодязі, сифонний дренаж.

Дренажні пристрої укладають: вище водоупора глибокого залягання (недосконалий дренаж); на поверхні або нижче водоупора при неглибокому його залягання для повного перехоплення підземних вод (досконалий дренаж). Дренажна воронка - водовідвідних пристроїв закритого типу, сооружаемое під узбіччями по обидва боки дорожнього одягу в шаховому порядку і заповнюється дренируючим матеріалом, для відводу води або осушення верхньої частини земляного полотна з виходом на денну поверхню.

Закритий дренаж складається з укладеної в ґрунті дрени - труби (гончарної, керамічної, бетонною або дерев'яною), в стінах якої є отвори для прийому води. Щоб труба не засмічується ґрунтом, її оточують пористої засипанням. При великому припливі ґрунтових вод (понад 1 л / с) і близькому залягання водоносного шару для відводу води від виїмки і зниження кривої депресії влаштовують перехоплює екранує дренаж (рис. 1.11 а) з боку укїсної частини.

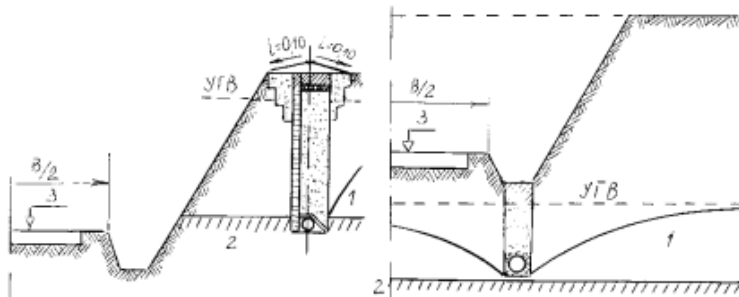


Рис. 6.2 – Схема перехоплюючого дренажу виїмки (а) і понижуючого підкюветного дренажу (б):

1 – водоносний шар; 2 – водоупорний шар; 3 – проектні відмітки земляного полотна; РГВ – Рівень ґрунтових вод до пониження

Для пониження рівня ґрунтових вод устараивают подкюветный дренаж по обе стороны от земляного полотна дороги.



## РОЗДІЛ 7

### ТЕХНОЛОГІЯ ВИКОНАННЯ РОБІТ

Улаштування щибених покриттів і основ способом просочення.

Залежно від товщини шару покриття або основи розрізняють просочення (товщина 8 ... 10 см) і напівпросочування (товщина 4 ... 7 см).

Для просочення придатний щебінь, розділений на фракції: 40 ... 70; 20 (25) ... 40; 10 (15) ... 20 (25); 5 (3) ... 10 (15) мм; для напівпросочування фракцію 40 ... 70 не застосовують. Роботу слід вести переважно в теплу пору року, коли немає дощу. Температура повітря навесні і влітку повинна бути не менше 15 ° С. Процес складається з підготовчих робіт, безпосередньо будівництво і догляд за готовим покриттям або підставою в період їх формування.

До підготовчих робіт належать приймання підстави, висотна і планова розбивка, установка бічних упорів. У разі слабкого зчеплення нижчого шару з новим по поверхні нижнього шару розливають скорозшивач в кількості 0,8 ... 1 л/м<sup>2</sup>.

Технологічна послідовність робіт по влаштуванню покриттів і основ з щебеню, обробленого способом просочення товщиною 6 ... 8 см, наступна (рис. 6.1):

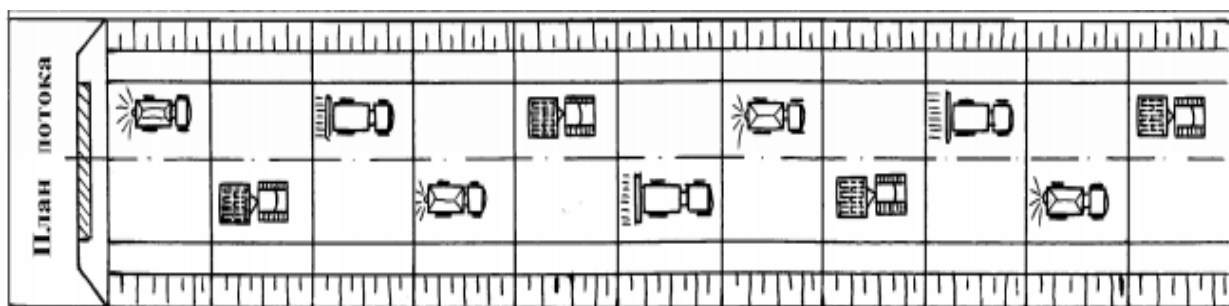


Рис. 7.1 Схема улаштування основи з щебеню, обробленої способом просочування чотирма фракціями товщиною 6-8 см

Кафедра реконструкції  
аеропортів та автошляхів

НАУ 21 04 88 000 ПЗ

Виконав	Колінковський Н.Ю.			Технологія виконання робіт	Літ.	Арк.	Акрушів
Керівник	Жданович М.П.					49	68
Консультант	Жданович М.П.				406 АД 192		
Н. Контр.	Пилипенко О.І.						
Зав. каф.	Пилипенко О.І.						

- 1) перша розсип щебеню фракцій 40 ... 70 мм з розрахунку 5 ... 6 м<sup>3</sup> на 100 м<sup>2</sup>;
- 2) ущільнення котками за 5 ... 6 проходів по одному сліду;
- 3) розлив в'язучих з розрахунку 3 ... 4 л / м<sup>2</sup>;
- 4) друга розсип щебеню фракцій 20 (25) ... 40 мм з розрахунку 3 ... 4 м<sup>3</sup> на 100 м<sup>2</sup>;
- 5) ущільнення котками за 3 ... 4 проходу по одному сліду;
- 6) розлив в'язучого з витрати 2,5 ... 3,0 л / м<sup>2</sup>;
- 7) третя розсип щебеню фракцій 10 ... 20 (15 ... 25) мм з розрахунку 1,0 ... 1,1 м<sup>3</sup> на 100 м<sup>2</sup>;
- 8) ущільнення котками за 3 ... 4 проходу по одному сліду;
- 9) розлив в'язучого з розрахунку 2,0 ... 2,5 л / м<sup>2</sup>;
- 10) четверта розсип щебеню фракцій 3 (5) ... 10 (5 ... 15) мм з розрахунку 0,9 ... 1,1 м<sup>3</sup> на 100 м<sup>2</sup>;
- 11) ущільнення котками за 3 ... 4 проходу по одному сліду. Представлена технологія застосовується при обробці чотирьох фракцій щебеню. При обробці трьох фракцій для другої розсипи застосовується щебінь 10 ... 20 (15 ... 25) мм в обсязі 1,0 ... 1,1 м<sup>3</sup> на 100 м<sup>2</sup>.

Друге ущільнення проводиться за 5 ... 7 проходів катка по одному сліду. Третя розсип щебеню фракцій 3 (5) ... 10 (5 ... 15) мм здійснюється в обсязі 0,9 ... 1,1 м<sup>3</sup> на 100 м<sup>2</sup>.

Після закінчення робіт протягом 20 ... 25 днів потрібно: регулювати рух по всій ширині покриття; ущільнювати його катками для створення рівної поверхні; наметати дрібний щебінь, розкидають проходять автомобілями; присипати дрібним щебенем ділянки, де виявився надлишок в'язучого.

### **7.1 Улаштування захисних шарів зносу по мембранній технології**

Шар зносу - верхній тонкий шар дорожнього покриття (до 3 см), що володіє високою шорсткістю і водонепроникністю. Може влаштовуватися одночасно з будівництвом покриття дорожнього одягу або через певний час (3 ... 6 років).

Основне призначення - запобігання матеріалу дорожнього покриття від безпосереднього впливу погодно-кліматичних факторів і транспортного навантаження та продовження тим самим терміну його служби.

Захисні шари зносу на цементобетонному покритті влаштовують по трещінопреривающей прошарку з бітумополімерного в'язучого у вигляді:

1) подвійний або одиночної поверхневої обробки;

2) тонкого захисного шару з дрібнозернистого асфальтобетону на модифікованому бітумі. Для пристрою трещінопреривающей прошарку - мембрани використовується бітумополімерного в'язучий із вмістом класу «стирол-бутадієн-стирол» - 5 ... 6% за масою.

Для одиночної поверхневої обробки використовується щебінь фракцій: 6 ... 9 мм, 9 ... 12 мм, 5 ... 10 мм, 10 ... 15 мм; для подвійний: перша розсип - 10 ... 15 мм або 9 ... 12 мм, друга - 3 ... 5 мм або 4 ... 6 мм.

Технологія улаштування захисних шарів у вигляді поверхневих обробок включає наступні технологічні операції.

При одиночної поверхневої обробки:

1) підготовчі роботи;

2) підгрунтовки;

3) пристрій трещінопреривающей мембрани (розподіл бітумополімерного в'язучого);

4) розподіл щебеню;

5) ущільнення щебеню;

6) догляд за покриттям.

При подвійної поверхневої обробки:

1) підготовчі роботи;

2) підгрунтовки;

3) пристрій трещінопреривающей мембрани (перший розлив бітумополімерного в'язучого);

4) перша розсип щебеню;

5) ущільнення щебеню;

- 6) другий розлив бітумополімерного в'язучого;
- 7) друга розсип щебеню;
- 8) уплотнение щебня;
- 9) догляд за покриттям.

Підготовчі роботи включають в себе герметизацію деформаційних швів, очищення покриття від пилу і бруду, ліквідацію ям і вибоїн. Підгрунтовки здійснюється катіонними бітумними емульсіями при нормі витрати 0,5 ... 0,6 л / м<sup>2</sup> або рідкими бітумами при нормі витрати 0,2 ... 0,3 л / м<sup>2</sup>.

Пристрій трещінопреривающей мембрани проводиться при за допомогою автогудронатора шляхом розподілу по бетонній поверхні бітумополімерного в'язучого з витратою 1,5 ... 1,6 л / м<sup>2</sup> □ температурі не нижче + 15 ° С. Температура в'язучого повинна бути в межах 175 ... 185 С. □

При влаштуванні одиночної поверхневої обробки після нанесення мембрани здійснюється розсип холодного щебеню однієї з фракцій: 6 ... 9 мм, 9 ... 12 мм, 5 ... 10 мм, 10 ... 15 мм, обробленого бітумом у кількості 0,4 ... 0,6% від маси щебеню в асфальтозмішувальній установці.

Норма розподілу обробленого щебеню становить:

для щебеню фракції 5 ... 10 мм - 11,5 ... 13,5 кг / м<sup>2</sup>;

для щебеню фракції 6 ... 9 мм - 11,0 ... 13,5 кг / м<sup>2</sup>;

для щебеню фракції 9 ... 12 мм - 14,0 ... 17,0 кг / м<sup>2</sup>;

для щебеню фракції 10 ... 15 мм - 13,0..18,0 кг / м<sup>2</sup>.

При подвійної поверхневої обробки перша розсип щебеню здійснюється фракцією 10 ... 15 мм (9 ... 12 мм) при нормі 13 ... 18 кг / м<sup>2</sup> (14 ... 17 кг / м<sup>2</sup>).

Після виконання робіт по ущільненню проводиться повторний розлив бітумомінеральним в'язучого з нормою витрати 0,8 ... 1,0 л / м<sup>2</sup> і рапределение щебеню фракції 4 ... 6 мм (3 ... 5 мм) при нормі витрати 9 ... 11 кг / м<sup>2</sup> (8 ... 10 кг / м<sup>2</sup>).

Ущільнення щебеню при одиночної поверхневої обробки та для першої розсипи щебеню при подвійний обробці виробляється за допомогою Пневмокатки вагою 5 ... 8 т за 3 ... 5 проходів, другий розсипи - за допомогою Пневмокатки

вагою 5 ... 8 т за 5 ... 8 проходів. Через 2 ... 3 години після ущільнення проводиться догляд за покриттям шляхом очищення його механічними щітками від незакрепівшогося щебеню.

Технологія пристрою тонкошарового асфальтобетону включає наступні технологічні операції:

- 1) підготовчі роботи;
- 2) Підгрунтовку;
- 3) пристрій трещінопрериваючої мембрани;
- 4) розподіл щебеню фракції 10 ... 15 мм;
- 5) ущільнення щебеню;
- 6) пристрій захисного тонкого шару з дрібнозернистого асфальтобетону;
- 7) ущільнення асфальтобетону.

Підготовчі роботи і підгрунтовки виробляються, як при поверхневій обробці. При влаштуванні трещінопрериваючої мембрани витрата бітумополімерного в'язучого становить 2,5 ... 2,8 л / м<sup>2</sup>.

Після влаштування трещінопрериваючої мембрани проводиться розподіл технологічного шару щебеню, обробленого бітумом, фракції 10 ... 15 мм з витратою 8 ... 10 кг / м<sup>2</sup>, який направляється на забезпечення суцільності мембрани при пересуванні асфальтоукладача.

Пристрій захисного шару здійснюється асфальтоукладачем на всю ширину покриття. Температура асфальтобетонної суміші на технологічних етапах повинна бути:

С;

при виході із змішувача - 175 ... 180 С;

при укладанні - 150 ... 160 С.

при ущільненні - 120 ... 130

Ущільнення суміші здійснюється гладковальцовими катками масою 8 ... 10 т. Кількість проходів має становити 5 ... 8. Конструкції захисних шарів

представлені

на

рис.

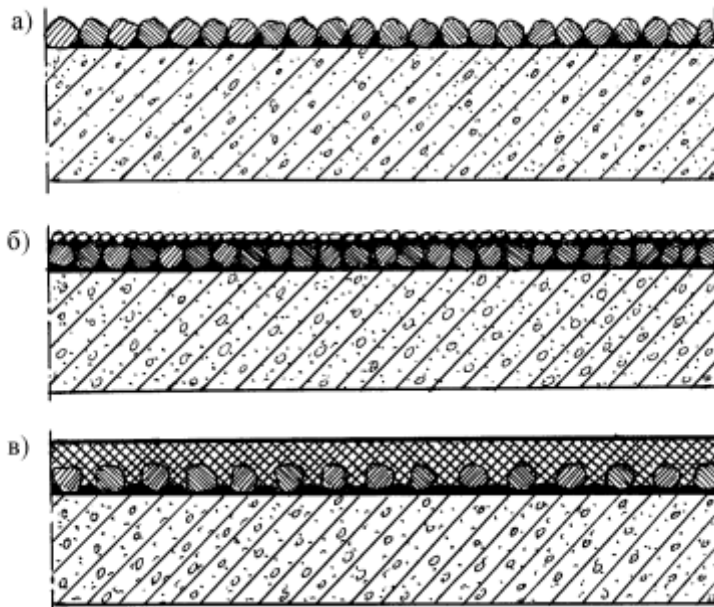


Рис. 7.2 - Конструкція захисних шарів, улаштованих по мембранній технології: а – одиночна поверхнева обробка, б – подвійна поверхнева обробка; в – тонкошаровий асфальтобетон

## РОЗДІЛ 8

### ЕКСПЛУАТАЦІЙНЕ УТРИМАННЯ АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ

Утримання доріг - комплекс профілактичних робіт, що проводяться протягом року на всьому протязі доріг з метою підтримки транспортно-експлуатаційного стану дороги у відповідності з вимогами, встановленими нормативними документами.

Закономірності зміни стану доріг в процесі експлуатації і їх основні причини Досвід експлуатації асфальтобетонних покриттів автомобільних доріг в Республіці Білорусь показує, що при інтенсивному русі автотранспорту термін їх служби складає не більше чотирьох років, а нерідко два-три роки.

Транспортно-експлуатаційні характеристики автомобільних доріг протягом всього періоду експлуатації безперервно змінюються від впливу погодно-кліматичних і експлуатаційних факторів. Ці зміни обумовлені різного роду дефектами, які поступово накопичуються за певний період часу. Протягом терміну служби дорожніх покриттів розрізняють три-чотири таких періоду, що характеризуються певним станом покриття. Кожен з них вимагає проведення відповідних заходів з утримання та ремонту.

Для першого (початкового) періоду характерно формування конструктивних шарів дорожнього одягу після їх влаштування. У цей час відбувається доуплотнення шарів дорожнього одягу, інтенсивно проходять фізико-механічні та фізико-хімічні процеси в асфальтобетонних шарах. Однак стан покриття в цей період, як правило, гарне, але до кінця періоду можлива поява дефектів, пов'язаних з недоліками в проектуванні або будівництві дороги.

У цей період рекомендується проводити систематичні заходи з утримання та виконання попереджувальних ремонтів або профілактичні роботи за змістом.

<b>Кафедра реконструкції аеропортів та автошляхів</b>				<b>НАУ 21 04 88 000 ПЗ</b>			
<i>Виконав</i>	<i>Колінковський Н.Ю</i>			<b>Експлуатаційне утримання автомобільної дороги</b>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Керівник</i>	<i>Жданович М.П.</i>					55	68
<i>Консультант</i>	<i>Жданович М.П.</i>				<b>406 АД 192</b>		
<i>Н. Контр.</i>	<i>Пилипенко О.І.</i>						
<i>Зав. каф.</i>	<i>Пилипенко О.І.</i>						

Другий період - це основний період експлуатації дороги. В цей час починається більш-менш рівномірний освіту деформацій. Інтенсивність цього процесу, а отже, і тривалість періоду експлуатації, залежать як від зовнішніх факторів, головним чином від характеристик транспортних засобів, так і від періодичності і якості виконання робіт з утримання та ремонту, що в кінцевому підсумку визначає міжремонтні терміни і відповідно термін служби дороги в цілому. Стан покриття в цей період в основному хороше, але вже в кінці знижується рівність, зменшується шорсткість, з'являються помітний знос покриття і окремі дефекти у вигляді тріщин, вибоїн і викришування. Інтенсивність і склад руху, особливо при наявності важких і багатовісних вантажних автомобілів в сукупності з кліматичними факторами, значно інтенсифікують зазначені процеси. У цей період найбільш доцільно, при необхідності, проводити роботи по вдосконаленню дорожнього одягу.

У третьому періоді накопичені залишкові деформації проявляються у вигляді дефектів і пошкоджень покриття, значно знижуються міцнісні характеристики дорожніх одягів, особливо особливо інтенсивно в період відтавання промерзлого ґрунту дорожньої конструкції. Четвертий період характеризується різким зменшенням рівності покриття та міцності дорожнього одягу, а процес руйнування покриття може прийняти лавиноподібний характер. Вивчення різних деформацій і руйнувань дорожнього одягу дозволило встановити, що найбільш поширеним видом пошкоджень дорожніх покриттів є тріщини, які ініціюють розвиток інших пошкоджень - викришування, вибоїн та ін.

До цього виду діяльності дорожньо-експлуатаційних організацій відноситься систематичний догляд за дорогою, дорожніми спорудами та смугою відводу з метою підтримки їх в належному стані протягом всього року.

Утримання доріг включає:

1) планування узбіч і укосів насипів і виїмок без підсипки ґрунту з прибиранням невеликих зсувів, обвалів і т. Д .;

2) пропуск води по канавах і іншим водовідвідних споруд з очищенням їх в окремих місцях від мулу, снігу і льоду;



3) догляд за резервами, Кавальєрі, захисними і укріплювальними спорудами; скошування трави, вирубку чагарнику на узбіччях, укосах і обрізах; утримання в чистоті смуги відведення; профілювання літніх (тракторних) шляхів;

4) установку, розбирання і ремонт снігозатримувальних щитів та інших снігозахисних пристроїв;

5) систематичну очистку дорожніх покриттів від пилу, бруду, снігу і льоду, прибирання Катунь і знепилювання;

6) усунення зимової слизькості проїжджої частини посипкою фрикційними матеріалами, протижеледними сумішами і хімічними речовинами;

7) догляд за здимистими і слабкими ділянками доріг (тимчасове огороження і регулювання руху, закриття щитами, дошками, хмизом та іншими матеріалами, а також прибирання їх мине необхідності);

8) відкриття і закриття повітряних воронок;

9) прасування гравійних, ґрунтових доріг і тракторних шляхів;

10) очистку мостів, труб і русел від бруду, пилу, наносів снігу і льоду; сколювання льоду біля опор, пальових кущів і льодорізів; закриття восени і відкриття навесні отворів малих мостів і труб;

11) пропуск льодоходу, паводкових вод; попереджувальні роботи щодо захисту доріг і окремих споруд від повеней, полою, заторів, лісових пожеж;

12) утримання та обслуговування поромних переправ, напливною мостів - завантаження, переміщення і розвантаження поромів, регулювання висоти причалів і т. П .;

13) огляд мостів, труб і інших штучних споруд з метою виявлення деформацій і дефектів для подальшого їх усунення; обстеження мостів для виявлення їх стану, визначення фактичної вантажопідйомності, встановлення режиму експлуатації і прийняття рішення про ремонт або реконструкцію;

14) систематичний догляд за лінійними будівлями, надвірними будівлями і підсобними спорудами (очищення дахів, водостічних труб, жолобів, димоходів; прочищення водопровідних і каналізаційних пристроїв і т. Д.);

15) утримання в чистоті і порядку дворів, садиб та під'їздів до будівель дорожньої служби;

16) технічний огляд лінійних будівель з метою виявлення деформацій, складання дефектних відомостей і призначення відповідних ремонтів;

17) заміну світлоповертаючих елементів; забарвлення і побілку знаків, огорожень; догляд і утримання в чистоті і порядку елементів дорожньої обстановки; благоустрій зупинок автобусів, майданчиків відпочинку, альтанок, автопавільйонів та інших споруд;

18) нанесення напрямних і розділових ліній на проїжджій частині доріг;

19) догляд за пристроями освітлення доріг і споруд, утримання їх у справному стані.

Крім названих, до робіт з утримання доріг відносять:

1) облік руху та інші спостереження, необхідні для правильної організації служби по ремонту та утриманню;

2) озеленення доріг;

3) зимове утримання;

4) технічний облік та інвентаризацію доріг і дорожніх споруд;

5) сторожову і пожежну охорону доріг і дорожніх споруд. Залежно від пори року роботи по утриманню доріг поділяються на літні, осінні, зимові і весняні.

Літні роботи спрямовані на забезпечення найкращих умов для руху з урахуванням того, що найбільша інтенсивність руху припадає на літні місяці; осінні - на підготовку дорожніх одягів та споруд до зимового періоду експлуатації, найбільш важкого щодо умов для безперебійного руху автотранспорту; зимові - на очистку проїжджої частини та узбіч від снігу та своєчасну розсип протиожеледних матеріалів; весняні - на ліквідацію весняних деформацій і підготовку до роботи дороги в літній період.

В цілому утримання доріг має забезпечувати їх збереження та необхідну транспортно-експлуатаційний стан, при якому можливе ефективне і безпечне рух транспортних пото- 56 ков з встановленими осьовими навантаженнями в будь-який час року і в будь-яких погодних умовах.

До основних факторів, що сприяють прояву зазначених процесів, слід віднести погодно-кліматичні, вплив автомобільного руху (транспортні фактори) і ґрунтово-гідрологічні. Також до причин деформацій і руйнувань дорожнього одягу можна віднести і технологічні чинники - недоброякісна приготування сумішей для влаштування конструктивних шарів дорожнього одягу, застосування матеріалів, що не відповідають вимогам нормативних документів, порушення технології виконання робіт.

Однак при виконанні встановлених правил і вимог нормативних документів вплив цих факторів може бути зведене до мінімуму. Вплив погодно-кліматичних факторів на дорожній одяг проявляється через зміну температури повітря і покриття, через вплив атмосферних опадів, сонячної радіації, випаровування і вітру. Температурний режим асфальтобетонного покриття являє собою типовий стохастический процес, аналіз якого вимагає оцінки стану покриття в різні відрізки часу протягом усього терміну служби і є одним з основних факторів, що визначають зміни його характеристик в процесі експлуатації.

При цьому змінюються в широкому діапазоні характеристики асфальтобетонного покриття можуть носити як оборотний, так і незворотний характер. На температуру асфальтобетонного покриття впливають температура повітря, кут падіння сонячних променів, хмарність, умови теплообміну на кордоні «покриття-повітря», теплова інерція і інші фактори. Відповідно до циклічними змінами температури повітря та інтенсивності сонячної радіації температура асфальтобетонного покриття зазнає циклічні зміни, причому в міру збільшення глибини розташування шару під поверхнею покриття амплітуда коливань температури зменшується, а максимум температури зміщується на більш пізній час.

Цикли коливань температури асфальтобетонного покриття характеризуються великою мінливістю внаслідок нерегулярних коливань температури повітря, мінливій хмарності, випадання опадів. Так, якщо влітку в сонячну погоду визначальним фактором є інтенсивність сонячної радіації, то в похмуру погоду і в осінньо-зимовий період - теплова інерція конструкції і,

зокрема, тепловий потік, що йде від нижніх шарів дорожнього одягу. В результаті взимку температура покриття в денний час може бути нижче температури повітря.

Особливо складно прогнозувати зміни температурного режиму покриття взимку і в похмурі дні. Загальне уявлення про характер змін температурного режиму асфальтобетонних покриттів дають середні значення максимальних денних температур в різних точках покриттів. У спекотні дні літа температура по-29 поверхні покриття може досягати  $55-60^{\circ}\text{C}$ , а взимку нічна температура покриття може опуститися до  $-35^{\circ}\text{C}$  і нижче. Таким чином, діапазон коливань температури поверхні асфальтобетонного покриття при експлуатації може досягати  $100^{\circ}\text{C}$  і більше. У шарах асфальтобетонних покриттів, розташованих на деякій глибині, амплітуда коливань температури менше, ніж в поверхневому шарі, причому добові максимуми температури встановлюються з запізненням.

В результаті в різних шарах асфальтобетонного покриття градієнт температур може досягати  $20-30^{\circ}\text{C}$ , що помітно позначається на його несучій здатності. Так, наприклад, модуль пружності шару асфальтобетонного покриття при температурі  $50^{\circ}\text{C}$ , яка визначається в статичному режимі дії навантаження, відповідному стоїть або гальмуючого автомобіля, становить  $5,0-10,0$  МПа. Взимку при низькій температурі модуль пружності шару асфальтобетонного покриття, який визначається в динамічному режимі, відповідному впливу швидко автомобілем під час руху, може досягати  $15,0-20,0$  МПа.

Отже, показники несучої здатності шару асфальтобетонного покриття можуть змінюватися в процесі експлуатації в десятки разів. Вплив атмосферних опадів - дощу, снігу, а також водяної пари в повітрі - також в значній мірі відбивається на стані асфальтобетону. Вода (волога) зменшує зчеплення між бітумом і мінеральними матеріалами, витісняючи плівку бітуму (головним чином при гідрофільних матеріалах), а також вилуговує асфальтобетон, розчиняє і вимиває його компоненти, сприяє підвищенню інтенсивності окислення бітуму. Дія води (вологи) також проявляється в механічному розущільненого матеріалу внаслідок розширення при замерзанні.

Цей фактор за своїм значенням слід поставити на один щабель з температурою. Вплив повітря відбувається шляхом окислення і полімеризації, при яких змінюється груповий хімічний склад бітуму. Окислення є процес поглинання бітумом кисню повітря, що сприяє зміні його хімічної структури. Поглинання бітумом кисню повітря призводить до хімічного процесу утворення з простих молекул вуглеводнів молекул більш складної структури, званому полімеризацією вуглеводнів.

Окислювальні процеси активізуються в результаті одночасної дії світла і температури і в умовах дорожнього покриття найбільш інтенсивно протікають на поверхні асфальтобетону. Вплив сонячної радіації - результат впливу сонячних променів на асфальтобетонне покриття. Сонячні промені, володіючи світловими і тепловими якостями, добре поглинаються темної поверхнею асфальтобетону. Дія сонячних променів проявляється в підвищенні температури покриття, що викликає його розм'якшення.

Нагрівання асфальтобетону в свою чергу призводить до випаровування легких фракцій, а значить, до зміни в'язкості бітуму. На зміну властивостей органічних речовин особливо позначається вплив світла. Сонячне світло значно посилює і прискорює процеси окислення, завдяки чому окислювальна полімеризація бітуму під впливом фотохімічних реакцій і нагрівання протікає більш енергійно. Дія світла сприяє більш інтенсивному поглинанню кисню при окисненні бітуму повітрям. Дія вітру над дорожнім полотном слід розглядати як фактор, що прискорює всі зазначені явища завдяки систематичній і швидкій зміні повітряних мас.

Механічний вплив вітру (його рух) сприяє видаленню продуктів зносу і оголення наступних шарів матеріалу, не підданих руйнування. Транспортними факторами є: стирання асфальтобетонного покриття; удари (динамічні дії); вертикальне тиск; дію дотичних (тангенціальних) сил поздовжніх і поперечних і вакуумних сил; струс покриття і переміщення частинок матеріалів, що становлять асфальтобетон.

Стирання асфальтобетонного покриття при поступальному русі автомобіля з постійною або змінною швидкістю - результат прослизання коліс автомобіля (тертя-ковзання) в місці контакту з покриттям, внаслідок чого частки матеріалу, разуплотнюючись, відриваються від поверхні покриття. Крім цього, частки зносу, вдавлюючись в протектор шини, в подальшому також руйнівню діють на асфальтобетонне покриття. Явище стирання має місце як при рівномірному русі, так і при гальмуваннях на спусках, кривих дорогах і перехрестях. Стирання асфальтобетонного покриття визначається дуже малою величиною, в межах 0,5-1 мм на рік.

Удари (динамічний вплив) виникають внаслідок нерівностей дорожнього покриття при переїзді через трамвайні колії, кришки колодязів, люки підземних мереж; вони залежать від вертикальних коливань ходової частини автомобіля при значній швидкості руху, від типу і ступеня зношеності шин. Ці динамічні дії викликають вібрацію дорожнього одягу, що сприяє утворенню деформацій, а далі - порушення структури асфальтобетону. Удари не тільки збільшують дію статичного навантаження - вони призводять до дроблення і зім'яту дрібних кам'яних частинок. Вертикальний тиск є наслідком вертикального впливу ваги рухомого складу (автомобільного транспорту) на асфальтобетонне покриття. Це тиск проявляється як при нерухомому стані автомобіля, так і при його русі. Під дією вертикального тиску покриття стискається або продавлюється.

Дія дотичних сил (поздовжніх і поперечних) відзначається переважно при гальмуванні або спуску автомобіля, а також при поворотах на кривих, обгоні або заїзді в сторону в результаті дії відцентрової сили. Ці сили прагнуть змістити (зрушити) покриття в поздовжньому і поперечному напрямках. При цьому внаслідок значного збільшення ковзання виникає підвищений стирання покриття. Дія вакуумних сил проявляється в зв'язку з повітряним розрідженням під рухається автомобілем, особливо при великих швидкостях, а також з огляду на щільного прилягання пневматичної шини до покриття. При відриві шини автомобіля від покриття внаслідок створюється вакууму відбувається висмоктування дрібних частинок з асфальтового бетону.

Переміщення частинок матеріалів, що становлять асфальтобетон, залежне від руху автотранспорту, особливо часто спостерігається в теплу пору року при Хвилеутворення і зрушення. Ці деформації ще більш збільшуються при попаданні коливань рухомих автомобілів в резонанс з коливаннями дорожнього одягу. При надлишку або розмягченні бітуму дію часто повторюваних в одному і тому ж напрямку навантажень викликає ковзання частинок асфальтобетону між собою і взаємне їх переміщення. Переміщення частинок відбувається не тільки при явно помітних зрушеннях матеріалу, але і при виникненні інших деформацій: истиранні, дії дотичних і вакуумних сил. Грунтово-гідрологічними факторами, що впливають на асфальтобетонне покриття, є зволоження ґрунтового підстави, зміна температури ґрунту і фізико-хімічні процеси його руйнування і зміни.

В результаті значного зволоження відбуваються разуплотнение дорожнього одягу, втрата несучої здатності ґрунтової основи, зміна обсягу ґрунту в зв'язку з його набуханням. Зволоження при наявності пилюватих і глинистих часток в конструкції створює умови для пучінообразованій. Зміна температури ґрунту є причиною вертикальних коливань, що руйнують асфальтобетонне покриття внаслідок замерзання і відтавання земляного полотна, а також є однією з причин пучінообразованія. Вертикальні коливання ґрунтової основи також відбуваються під впливом набухання від зволоження. Фізико-хімічні процеси руйнування і зміни ґрунту сприяють втраті несучої здатності і ослаблення міцності підстави. Деформації асфальтобетонних покриттів, що відбуваються від ґрунтово-гідрологічних факторів, виникають при спільному впливі перерахованих факторів, головним чином від зволоження і температури.

Серед відзначених трьох головних чинників найбільш руйнівними є впливу атмосферних, так як вони постійно діючі і повсюдні. Зміни, що відбуваються в матеріалі, в більшості випадків мають незворотній, глибокий характер. Характерним є відсутність практичної можливості припинення або навіть деякого зменшення їх дії. Вплив автомобільного руху особливо позначається в тому випадку, коли асфальтобетонне покриття або почало руйнуватися внаслідок інших причин, або коли його вплив пов'язано з дією інших факторів. При

відсутності супутніх атмосферних або ґрунтово-гідрологічних факторів руйнівний вплив автомобільного руху незначно.

### 8.1 Зимове утримання

Зимове утримання доріг являє собою комплекс заходів по боротьбі з зимовою слизькістю, очищення покриття від снігу та захисту від снігових заметів. У світовій практиці боротьби з зимовою слизькістю вже більше 20 років широко застосовується хімічний метод, заснований на застосуванні чистих зволжених солей або їх концентрованих розчинів при щільності посипання від 10 до 30 г / м<sup>2</sup> сухої речовини.

На дорогах республіки до теперішнього часу застосовуються піщано-сольові суміші з щільністю посипання від 150 до 400 г / м<sup>2</sup>. Обсяг заготівлі цієї суміші становить понад 700 тис. Т за зимовий період. Для їх накопичення і зберігання на республіканських дорогах створено 375 складів, на місцевих - 210.

Першочерговим завданням зимового утримання є перехід на хімічний спосіб боротьби із зимовою слизькістю.

Для цього необхідно:

- 1) організувати сушку і зберігання галітових відходів на Солігорськ калійному комбінаті;
- 2) облаштувати експлуатаційні організації технологічними майданчиками з навісом для зберігання і видачі їдких галітових відходів;
- 3) переобладнати наявну, а також створити нову розподільну техніку, що забезпечує щільність посипання від 10 до 30 г / м<sup>2</sup> з зволоженням солей перед розподілом;
- 4) розробити профілактичні методи боротьби з зимовою слизькістю зі створенням дорожніх метеонастов.

Перехід на хімічний спосіб боротьби дозволить виключити потреба в заготівлі і розподілі не менше 500 тис. Т піску і тільки за рахунок цього отримати значний економічний ефект. Проблема захисту доріг від снігових заметів також не отримала належного вирішення. Одним з найбільш ефективних і економічних



способів захисту доріг від снігових заметів є снігозатримувальні насадження. Придорожні посадки виконують найважливішу роль в охороні природного середовища, тому їм приділено першочергову увагу в республіканську програму «Екологія».

Вдovж автомобільних доріг загального користування створено близько 6 тис. Км снігозатримувальних насаджень, що забезпечує снегонезаносімості не більше 20% протяжності снігозахисних ділянок (вправо і вліво).

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Золошлакова суміш з визначеними показниками міцності і морозостійкості може бути рекомендована:

для улаштування земляного полотна;

в суміші із гранітним щебенем для улаштування основи дорожніх одягів (для доріг вищих категорій тільки з додаванням неорганічних в'язучих, краще за все цементу);

для приготування цементобетонів марок М 300, М 400;

як часткова заміна мінерального порошку при приготуванні асфальтового бетону.

<b>Кафедра реконструкції аеропортів та автошляхів</b>				<b>НАУ 21 04 88 000 ПЗ</b>			
<i>Виконав</i>	<i>Колінковський Н.Ю</i>			<b>Загальні висновки</b>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушіє</i>
<i>Керівник</i>	<i>Жданович М.П.</i>					66	68
<i>Консультант</i>	<i>Жданович М.П.</i>				<b>406 АД 192</b>		
<i>Н. Контр.</i>	<i>Пилипенко О.І.</i>						
<i>Зав. каф.</i>	<i>Пилипенко О.І.</i>						

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. В.А. Дубровський, А.Ф. Махова, В.А. Ричко Деякі галузі застосування базальтового штапельного волокна. Зб. «Волоконні матеріали з базальтів України». Київ. «Техніка» 1971.
2. В.Н. Дерев'янку та інш. Стійкість базальтового волокна в різних середовищах.
3. Оснос С.П. Основные характеристики базальтовых волокон и области их применения. Композитный мир. [www.test.basaltm.com](http://www.test.basaltm.com)
4. Заключение по результатам испытаний прочности на растяжением при изгибе бетона армированного базальтовой фиброй производства ТОВ «Технобазальт». НПП «Будконструкція» Ю.А.Климов. Киев. 2009 г.
5. Методические рекомендации по технологии армирования асфальтобетонных покрытий добавками базальтовых волокон (фиброй) при строительстве и ремонте автомобильных дорог. Росавтодор. 2002 г.
6. Технические условия ПСБ-Д. ТУ У 6 00209775.070. Полотно сетчатое базальтовое для дорожного строительства Украинский центр стандартизации и метрологии. 2000 г.
7. Арматура неметаллическая композитная периодического профиля. ТУ 5769 – 248 – 35354501 – 2007. Разработано НИИ Бетона и Железобетона. Москва, РФ.
8. Physical, Mechanical, and Durability Characteristics of Basalt FRP (BFRP) Bars Preliminary Test Results, Canada, Universite De Sherbrooke, April, 2010.
9. ДСТУ – Н Б В.2.6-185:2012 Настанова з проектування та виготовлення бетонних конструкцій з неметалевою композитною арматурою на основі базальто- і склоровингу.
15. Innovation in Road Construction («Heijmans», oktober 2014) //: [http://dusseldorf.nlconsulaat.org/binaries/content/assets/postenweb/d/duitsland/cg-dusseldorf/ea/ten-t\\_2014/presentatie-heijmans-smartmobility.pdf](http://dusseldorf.nlconsulaat.org/binaries/content/assets/postenweb/d/duitsland/cg-dusseldorf/ea/ten-t_2014/presentatie-heijmans-smartmobility.pdf) (29.03.2017).
16. Marshall T., Luebke C. and etc. Future of Highways. – L.: ARUP, 2014. – 31 p.

17. Shaping the Future of Construction: A Breakthrough in Mindset and Technology (Industry Agenda; Prepared in collaboration with The Boston Consulting Group)//: [http://www3.weforum.org/docs/WEF Shaping the Future of Construction full report.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_Shaping_the_Future_of_Construction_full_report.pdf) (29.03.2017 ).