

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра _____

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри

“ _____ ” _____ 201__ р.

**ДИПЛОМНА РОБОТА
(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)**

ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬО-КВАЛІФІКАЦІЙНОГО РІВНЯ “БАКАЛАВР”

Тема: _____

Виконавець: _____

Керівник: _____

Нормоконтролер: _____

Київ 201__

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет архітектури, будівництва та дизайну
Кафедра реконструкції аеропортів та автошляхів
Напрямок (спеціальність) 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
(шифр, найменування)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

« _____ » _____ 2021 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання дипломної роботи (проекту)

ЗОРІНА ОЛЕКСАНДРА СЕРГІЙОВИЧА

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

1. Тема дипломної роботи (проекту)

**Капітальний ремонт ділянки автомобільної дороги Житомир-Чернівці
на ділянці км 345+000 – 355+000 з використанням технології стабілізації**

затверджена наказом ректора №527/ст. від 01 квітня 2021 р.

2. Термін виконання роботи (проекту): з 24 травня 2021 р. по 20 червня 2021 р.

3. Вихідні дані до роботи (проекту):

Матеріали публічної звітності зібрані під час переддипломної практики
(фізико-географічні умови, інженерно-геологічна будова і гідрологічні умови
будівельного майданчика, фізико-механічні властивості ґрунтів та ін.).

4. Зміст пояснювальної записки:

Вступ, вихідні дані, характеристика району будівництва та існуючої
злітно – посадкової смуги, конструктивних шарів і вихідних матеріалів,
поздовжній і поперечні профілі злітно – посадкової смуги, технологія і
організація проведення реконструкції аеродрому з розширенням злітно –
посадкової смуги, список використаних джерел.

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

План і поздовжній профіль злітно – посадкової смуги, поперечні профілі ЗПС,
конструкції покриттів, технологія і організація проведення реконструкції
аеродрому з розширенням злітно – посадкової смуги.

6. Календарний план-графік

№ пор.	Завдання	Термін виконання	Відмітка про виконання
1	Вступ	<i>25.05.21</i>	
2	Характеристика району будівництва	<i>28.05.21</i>	
3	Поздовжній і поперечні профілі злітно-посадкової смуги	<i>01.06.21</i>	
4	Технологія виконання робіт з розширенням злітно – посадкової смуги	<i>06.06.21</i>	
5	Улаштування покриття ЗПС	<i>09.06.21</i>	
6	Організація будівництва	<i>12.06.21</i>	
7	Виконання графічної частини дипломної роботи	<i>01.06.21- 13.06.21</i>	
8	Оформлення пояснювальної записки і графічної частини дипломної роботи	<i>14.06.21</i>	
9	Отримання рецензії, відгуку керівника	<i>15.06.21</i>	
10	Захист дипломної роботи	<i>17.06</i>	

7. Дата видачі завдання: “ 16 ” 04 2021р.

Керівник дипломної роботи _____ *Талах С.М.*
(підпис керівника) (П.І.Б.)

Завдання прийняв до виконання _____ *Зорін О.С.*
(підпис випускника) (П.І.Б.)

РЕФЕРАТ

Дипломна робота складається з: 65 стор., 10 табл., 10 рис., 25 джерел

Об'єкт проектування – Капітальний ремонт ділянки автомобільної дороги Житомир-Чернівці на ділянці км 345+000 – 355+000 з використанням технології стабілізації

Предмет дослідження – особливості використання технології стабілізації ґрунту при капітальному ремонті ділянки автомобільної дороги Житомир-Чернівці.

Метою роботи є: проектування капітального ремонту ділянки автомобільної дороги Житомир-Чернівці за результатами виконаного обстеження з використанням сучасної технології стабілізації ґрунту.

Основними шляхами підвищення стійкості дороги є збільшення товщини дорожнього покриття та збільшення несної здатності дорожньої основи і підстильного ґрунту, що дозволяє зменшити товщину покриття. Останній є більш доцільним, в основу якого покладено ідея максимального використання властивостей матеріалів, тобто являється більш економічним.

Можливістю зниження вартості будівництва і витрат ресурсів стало використання в конструктивних шарах дорожніх одягів укріплених ґрунтів і інших місцевих матеріалів. Подальший розвиток цієї технології йде по шляху вдосконалення існуючих і розробки нових методів укріплення із застосуванням відомих і нетрадиційних в'язних і вторинних ресурсів, створення нових ефективних ґрунтозмішувальних машин, розробки сучасних методів експресконтролю.

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 Житомир-Чернівці, 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 – КАПІТАЛЬНИЙ РЕМОНТ, СТАБІЛІЗАЦІЯ ГРУНТУ, КОНСТРУКЦІЯ ДОРОЖНЬОГО ОДЯГУ

Зміст

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1.....	9
СТАБІЛІЗАЦІЯ ГРУНТІВ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА.....	9
1.1 Методи стабілізації та укріплення ґрунтів	18
РОЗДІЛ 2. <u>ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА КАПІТАЛЬНОГО РЕМОНТУ</u>	24
2.1. Клімат	24
2.2. Рельєф місцевості	27
2.2.1 Інженерно-геологічні умови зведення земляного полотна.....	27
2.2.2. Інженерно-геологічні умови на ділянках улаштування тру	28
2.3 Гідрологія.....	28
РОЗДІЛ 3	30
3.1 Технічні показники ділянки автомобільної дороги Житомир-Чернівці	30
3.2. Поздовжній профіль.....	31
3.3. Типові поперечні профілі	32
3.4. Штучні споруди.....	33
РОЗДІЛ 4. <u>ДОРОЖНІЙ ОДЯГ</u>	34
4.1 Відомість джерел отримання дорожньо-будівельних матеріал	35
РОЗДІЛ 5. <u>ПРОЕКТУВАННЯ ШТУЧНОЇ СПОРУДИ</u>	38
5.1. Відомість штучних споруд.....	39
5.2. Технологія улаштування залізобетонної труби	40
5.3. Розрахунок складу ланки.....	44
5.4. Відомість потреби в машинах і механізмах	45
5.5. Техніка безпеки при улаштуванні залізобетонної труби	46
РОЗДІЛ 6. <u>ТЕХНОЛОГІЯ</u>	49
6.1 Улаштування дорожніх одягів з стабілізованих ґрунтів.....	49
6.2. Основні вимоги та засоби механізації робіт з стабілізації ґрунтів	52
РОЗДІЛ 7. <u>ЕКСПЛУАТАЦІЙНЕ УТРИМАННЯ</u>	55
7.1. Експлуатаційне утримання автомобільних доріг	55
7.2. Зимове утримання доріг	57
7.2. Зимове утримання доріг	60
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	63
Список використаних джерел	64

ВСТУП

Автомобільні дороги є найважливішим багатством держави, зазвичай вони починають розвиватися одночасно з розвитком автомобільного транспорту

Роботи в дорожній галузі ведуться планово відповідно до Державної програми, в якій передбачено подальший розвиток мережі та підвищення технічних і техніко-експлуатаційних характеристик автомобільних доріг шляхом реконструкції найбільш напружених в транспортному відношенні ділянок дорожньої мережі, проведення систематичних робіт з утримання, капітального та поточного ремонту доріг і мостів, облаштування доріг засобами безпеки руху, придорожнього сервісу та архітектурно-художніх композицій. Дорожні організації республіки активно беруть участь також у виконанні Державної програми відродження села, розвитку вулично-дорожньої інфраструктури великих і малих міст, сільських населених пунктів, благоустрою об'єктів транспортного, промислового і сільськогосподарського призначення.

Величезні по соціально-економічній значущості, великомасштабні по матеріально-технічним, енергетичним і фінансових витрат і складні в організаційно-управлінському відношенні дорожні роботи вимагають з боку інженерно-технічного персоналу дорожньої галузі досить зважених проектних і технологічних рішень. Сучасний інженер дорожньої організації будь-якого профілю і рівня підготовки повинен бути професіоналом в широкому сенсі слова, володіти вмінням знаходити оптимальні рішення, творчо використовувати накопичений досвід, новітні досягнення науки і техніки, бути реальним провідником інновацій у своїй трудовій діяльності.

Кафедра реконструкції аеропортів та автошляхів				НАУ 21 03 55 000 ПЗ			
<i>Виконав</i>	<i>Зорін О.С.</i>			ВСТУП	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркуші</i>
<i>Керівник</i>	<i>Жданович М.П.</i>					6	65
<i>Консультант</i>	<i>Жданович М.П.</i>				406 АД 192		
<i>Н. Контр.</i>	<i>Пилипенко О.І.</i>						
<i>Зав. каф.</i>	<i>Пилипенко О.І.</i>						

При будівництві і експлуатації автомобільних доріг необхідно враховувати вплив погодно-кліматичних факторів.

Жоден інший вид робіт не знаходиться в такій залежності від температури навколишнього повітря, опадів, що випадають, сонячної радіації, впливу хімічних реагентів в зимовий період, як дорожнє будівництво. Тому при проектуванні і створенні автомобільних доріг необхідно враховувати середньомісячну температуру навколишнього повітря, кількість опадів, що випадають, напрямок і швидкість вітрових потоків, снегозаносимости і характер місцевості, глибину залягання ґрунтових вод, настання періоду з негативними температурами, початком відтавання ґрунту (що викликає весняне бездоріжжя) і інші фактори.

Технологія проведення дорожньо-будівельних робіт розробляється з урахуванням кліматичних умов місцевості. Під час виконання земляних робіт необхідно визначати періоди весняного й осіннього бездоріжжя, коли ґрунт насичується надлишком води від снігу, що розтанув і ускладнює роботу землерийної техніки і автомобільного транспорту, що перевозить ґрунт. Улаштування основ і покриттів з ґрунтів, укріплених мінеральними і органічними в'язучими матеріалами, слід здійснювати при температурі не нижче $+5^{\circ}\text{C}$. Закінчення робіт з використанням в'язучих матеріалів пов'язано з настанням середньодобової температури $+10^{\circ}\text{C}$ для органічних в'язучих і $+5^{\circ}\text{C}$ для мінеральних. Від цього буде залежати якість всієї автомобільної дороги, її надійність і довговічність.

Кафедра реконструкції аеропортів та автошляхів				НАУ 21 03 55 000 ПЗ			
Виконав	Зорін О.С.			ВСТУП	Літ.	Арк.	Акрушіє
Керівник	Жданович М.П.					6	65
Консультант	Жданович М.П.				406 АД 192		
Н. Контр.	Пилипенко О.І.						
Зав. каф.	Пилипенко О.І.						

Відомо, що основою забезпечення ритмічної і безпечної роботи авіаційної техніки є система планово-попереджувального ремонту аеродромних покриттів. Така система обумовлює виконання робіт щодо підтримання експлуатаційних якостей аеродромних покриттів не за критерієм досягнення граничного стану пошкоджень, а для попередження їх виникнення.

На жаль, в наш час відсутня методика оперативної оцінки експлуатаційно-технічного стану аеродромних покриттів, яка б дозволяла спрогнозувати зміни його стану в часі. тому неможливо спланувати роботи з поточного ремонту в частині проведення їх в першу чергу на тих ділянках, які в перспективі будуть піддаватися інтенсивному руйнуванню.

Внаслідок цього, важливе місце відаодиться капітальному ремонту як єдиному способу, що дозволяє забезпечити працездатність аеродромних покриттів, при якому ліквідується некомпенсований знос і деформації, що утворились на поверхні та виконати підсилення існуючої аеродромної конструкції.

Враховуючи вищенаведене, метою дипломної роботи є виконати роботи з капітального ремонту злітно-посадкової смуги аеродрому "Миколаїв" із залученням сучасних матеріалів новітніх технологій.

Кафедра реконструкції аеропортів та автошляхів				НАУ 21 03 55 000 ПЗ			
<i>Виконав</i>	<i>Зорін О.С.</i>			Характеристика відходів виробництва	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Керівник</i>	<i>Жданович М.П.</i>					8	64
<i>Консультант</i>	<i>Жданович М.П.</i>				406 АД 192		
<i>Н. Контр.</i>	<i>Пилипенко О.І.</i>						
<i>Зав. каф.</i>	<i>Пилипенко О.І.</i>						

РОЗДІЛ 1.

СТАБІЛІЗАЦІЯ ҐРУНТІВ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА

Стабілізація як метод укріплення слабких ґрунтів є одним з технологічних способів зміни і покращення міцностних і фізико-механічних властивостей ґрунтів з метою підвищення несучої здатності і стійкості дорожніх основ автомобільних доріг.

Необхідно відмітити, що питання застосування технології стабілізації для укріплення слабких ґрунтів в основах автомобільних доріг не є новим. Але не дивлячись на це, питання залишається актуальним.

Основною метою досліджень є обґрунтування укріплення слабких ґрунтів основи автомобільних доріг методом стабілізації і визначення перспектив розвитку даної технології в дорожньо-будівельній галузі.

Для цього були сформовані основні задачі науково-дослідницької роботи, а саме: теоретичне вивчення наукових основ раніше проведених досліджень, проведення порівняльного аналізу методів улаштування основи на слабких ґрунтах, попередній вибір стабілізуючих матеріалів, визначення технологічного процесу і оцінка економічної ефективності на конкретному прикладі.

Актуальність даного дослідження закладається в наступному:

- Велика зона розповсюдження слабких ґрунтів, особливо перезволожених глинистих ґрунтів;
- Понаднормативні навантаження на автомобільні дороги у зв'язку з високою інтенсивністю вантажного руху і, як наслідок, часті руйнування і деформації
- Значне і ефективне покращення характеристик і міцностних властивостей слабких ґрунтів після укріплення
- Зниження обсягів робіт за рахунок необхідності в заміні і наступному транспортуванні ґрунту при виконанні робіт

**Кафедра реконструкції
аеропортів та автошляхів**

НАУ 21 03 55 000 ПЗ

<i>Виконав</i>	<i>Зорін О.С.</i>				<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>	<i>Жданович М.П.</i>					6	65
<i>Консультант</i>	<i>Жданович М.П.</i>				406 АД 192		
<i>Н. Контр.</i>	<i>Пилипенко О.І.</i>						
<i>Зав. каф.</i>	<i>Пилипенко О.І.</i>						
ВСТУП							

- Можливість використання в якості укріплюючих матеріалів відходи промисловості, що дозволяє звільнити великі площі, що зайняті відходами і не використовуються раціонально

- Зниження строків і вартості будівництва

Згідно нормативних документів, стабілізація являє собою метод укріплення слабких ґрунтів шляхом додавання сухих, вологих чи комплексних (органічних чи неорганічних) в'язучих матеріалів, які здатні зв'язувати ґрунт і утворювати міцні каменеподібні масиви, які при цьому дозволяють ослабити усадку, збільшити несучу здатність, стійкість і міцність слабого ґрунту.

Стабілізація є гнучким методом укріплення ґрунтів і може застосовуватися майже у всіх галузях будівництва, особливо в дорожньому будівництві, в якості метода укріплення природного ґрунту, основи і конструктивних шарів дорожнього одягу автомобільних доріг. Галузь застосування даного методу наведена на рисунку 1.1.



Рис. 1.1 – Галузь застосування методу стабілізації

Виділяють три основні способи стабілізації:

Кафедра реконструкції аеропортів та автошляхів				НАУ 21 03 55 000 ПЗ			
<i>Виконав</i>	<i>Зорін О.С.</i>				<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>	<i>Жданович М.П.</i>					6	65
<i>Консультант</i>	<i>Жданович М.П.</i>				406 АД 192		
<i>Н. Контр.</i>	<i>Пилипенко О.І.</i>						
<i>Зав. каф.</i>	<i>Пилипенко О.І.</i>						
				ВСТУП			

1. Укріплення слабких ґрунтів методом формування колон із стабілізованого ґрунту – стабілізація колонами – частіше всього в практиці застосовується за необхідності стабілізації невеликої протяжності ділянка автомобільної дороги з слабкими ґрунтами. Наприклад, метод раціональний при посиленні ґрунту під малими штучними спорудами чи при проходженні ділянки автомобільної дороги через невеликі по площі, але глибокі болота, торфянисті ділянки. Також застосовується при потужності слабого ґрунту більше 5 метрів (може бути до 25 м).

2. Укріплення обсягу ґрунту по всій завданій площі – стабілізація масивом:

- Укріплення на повну глибину залягання слабого ґрунту – застосовується, коли потужність слабого ґрунту не перевищує 5 м і слабка товща, по техніко-економічним міркуванням, може бути повністю, до щільних шарів укріплена в'язучими матеріалами;

- Укріплення на неповну потужність – застосовується, як правило, коли слабкі ґрунти, які залишились не укріпленими, не відносяться до основ III типу, та їх процес консолідації під вагою насипу може закінчитися в період будівництва.

3. Комбінований метод з використанням стабілізації і масивом, і колонами застосовується коли слабкі ґрунти, які залишились не укріпленими, мають значну потужність, та їх стійкість і необхідна швидкість консолідації можуть бути забезпечені за допомогою свай з укріплених ґрунтів (варіант комбінованої конструкції).

Застосування метода стабілізації масивами чи колонами залежить від багатьох факторів (товщини і властивостей слабого ґрунту, наявності обладнання, категорії дороги) і може виконуватися різними способами.

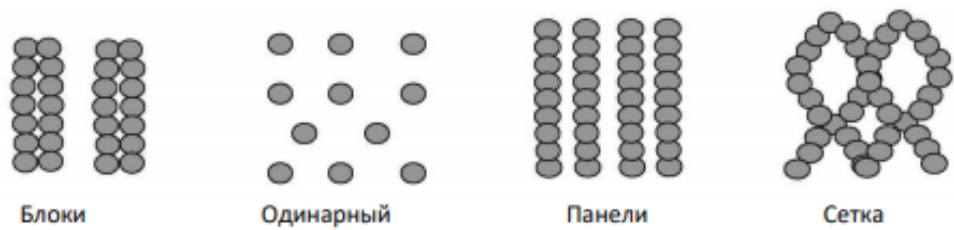


Рис. 1.2 Варіанти розташування колон на місцевості

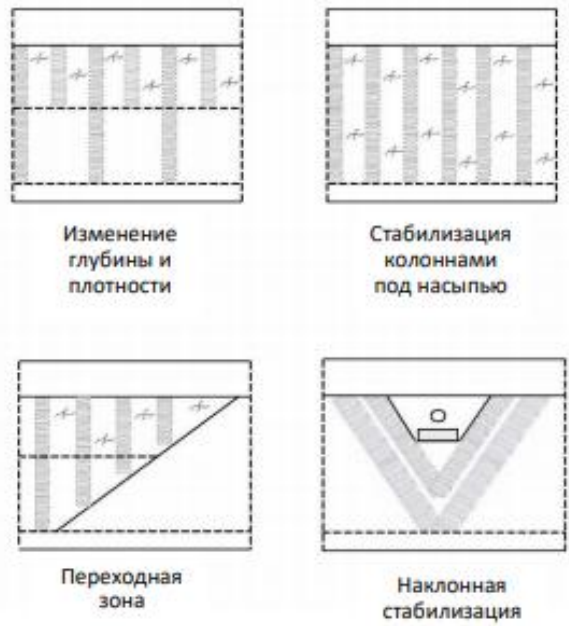


Рисунок 1.3 – Варіанти застосування методу стабілізації

Приклад комбінованого методу стабілізації наведений на рисунку 1.4



Рисунок 1.4 – Зображення структури, яка об'єднує в собі стабілізацію колонами і масивом

Виконавши аналіз найбільш відомих методів стабілізації основ, можна виділити наступні основні переваги і недоліки, які наведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

Переваги і недоліки методів укріплення основ автомобільних доріг

№ п/п	Метод стабілізації основи автомобільних доріг	Переваги	Недоліки
1	Стабілізація слабких грунтів в основі	<ul style="list-style-type: none"> - Економічність використання; - Гнучкість застосування метода; - Економія матеріалів та енергоресурсів; - Немає необхідності в транспортуванні у зв'язку з використанням місцевого ґрунту; - Нульова виробка ґрунту; - Висока продуктивність робіт і скорочення строків будівництва; - Значне покращення властивостей ґрунтів; - Екологічно чистий метод; - Можливість використання відходів промисловості 	<ul style="list-style-type: none"> - Необхідний час для набору міцності насипу; - Не завжди може бути застосована для високих насипів; - Не підходить для ґрунтів, які слабо піддаються стабілізації; - Потреба у використанні спеціального обладнання
2	Заміна слабого ґрунту основи	-Більш вигідний метод при наявності в основі невеликих обсягів слабого ґрунту	<ul style="list-style-type: none"> - Значно більша витрата ґрунтових мас ; - Негативно впливає на навколишнє середовище; - Великий обсяг земляних робіт;

			<ul style="list-style-type: none"> - Необхідність в транспортуванні ґрунту; - Збільшення строків будівництва насипу
3	Улаштування свай	<ul style="list-style-type: none"> - Висока надійність споруди за рахунок улаштування фундаменту на велику глибину; - Скорочення строків зведення насипу - Немає необхідності транспортування ґрунту 	<ul style="list-style-type: none"> - Більш дорогий матеріал - Ймовірність появи осадки навколишнього ґрунту в процесі експлуатації - Не актуальний при великій протяжності
4	Улаштування вертикальних дрен	<ul style="list-style-type: none"> - Економічність - Осушення основи за рахунок прискореної консолідації 	<ul style="list-style-type: none"> - Необхідно більше витрат часу - Збільшена витрата ґрунтових мас - Недостатній набір стійкості насипу - Значні усадки в ході експлуатації об'єкту - Недоцільно застосовувати в щільних глинистих ґрунтах
5	Застосування легких насипів	<ul style="list-style-type: none"> - Економічність метода 	<ul style="list-style-type: none"> - Доцільно при невеликій протяжності ділянки - Великий обсяг земляних робіт - Проектна надійність нижче ніж у інших методів - Застосовуються на дорогах низьких категорій

Розглянувши основні методи стабілізації ґрунтів основи автомобільних доріг можна зробити висновок про те, що цей процес має великі переваги перед іншими методами і є більш сучасним та ефективним способом стабілізації ґрунтів в основі.

Підсумлюючи виконаний аналіз, можна сформулювати основні цілі стабілізації:

- Збільшення характеристик міцності слабкого ґрунту для забезпечення стабільної роботи насипу в процесі експлуатації і збільшення несучої здатності споруди;
- Зниження кількості активних навантажень
- Укріплення деформаційних властивостей слабкого ґрунту (статичних навантажень) з метою зменшення усадки, що дозволяє скоротити час для усадки насипу і зменшити горизонтальні зміщення;
- Збільшення динамічної жорсткості слабкого ґрунту для зменшення передачі вібраційного впливу на основу насипу, навколишні ділянки і споруди;
- Підвищення гідрофобізації у випадках з перезволоженими ґрунтами;
- Забезпечення проектної надійності споруди;
- Очистка забруднень ґрунту.

Технологія стабілізації є спеціальним конструктивно-технологічним заходом, призначеним для забезпечення стійкості насипів, необхідних строків консолідації їх основ складених слабкими органічними, органо-мінеральними та маючими підвищену вологість ґрунтами. В результаті використання такої технології досягається збільшення фізико-механічних властивостей слабкого ґрунту, як правило, в декілька разів.

Технологія стабілізації слабких ґрунтів в дорожньому будівництві може бути використана в наступних галузях:

- Забезпечення стійкості насипу і зменшення строків для досягнення необхідного ступеню консолідації слабких ґрунтів в основі насипу висотою до 7 м при потужності шару слабкого ґрунту від 3 м при будівництві автомобільних доріг;

- Виконання робіт з розширення земляного полотна при реконструкції чи капітальному ремонті автомобільної дороги в умовах розповсюдження слабких ґрунтів;

- Укріплення слабких ґрунтів в зонах розташування великих і малих водо перепускних споруд, елементів облаштування автомобільних доріг;

- Інженерна підготовка території з метою створення технологічного шару, який забезпечує роботу дорожньо-будівельної техніки, тимчасового проїзду транспортних засобів;

- Переробка слабого ґрунту, що вивозиться у відвал, який отримується при розробці виїмок, для наступного його застосування в якості заповнювача при укріпленні глибинним змішуванням в масиві органічних ґрунтів чи використання в нижній частині насипів.

Технологія стабілізації складається із змішування в'язучого матеріалу, який подається під тиском разом із слабким ґрунтом на місці виконання робіт по всій ширині насипу на глибину розповсюдження ґрунтів чи її частину. В залежності від виду в'язучого і його стану розрізняють сухе і вологе змішування. Враховуючи, що слабкі ґрунти, як правило, мають підвищену вологість, то переважним є сухе змішування.

Стабілізація ґрунту сухим змішуванням є одночасно гідрофобізацією і заключається в профілюванні, наступному нарізанні ґрунту ґрунтовою фрезою, наступним перемішуванням ґрунту фрезою з додаванням цементу, обробкою ґрунтоцементної суміші гідрофобізатором на основі природного мінерала, перемішуванні фрезою обробленої ґрунтоцементної суміші, ущільненні важкими відбукотками до максимального ущільнення і наступному відкритті руху, при чому склад для стабілізації ґрунту містить воду, цемент і мінеральну добавку, при чому кількість води призначається в залежності від природної вологості ґрунту. Технічний результат заключається в укріпленні ґрунту, як в якості основного дорожнього покриття, так і в якості основи при будівництві асфальтового дорожнього покриття, а також в отриманні більш високого рівня

якості готового об'єкту будівництва при застосуванні і дотриманні даної технології.

Також існує спеціальна машина для стабілізації ґрунтів в'язучими матеріалами.

Пристрій для стабілізації ґрунтів в'язучими матеріалами включає транспортний засіб, поворотну платформу з буровим обладнанням, системою управління, цементо-змішувальний блок з прийомним бункером з системою пневмозавантаження, дозатором цементу, мішалкою і резервуаром для води, який включає дозуючий пристрій, виконаний з двох камер, кожна з яких з'єднана через дозуючий пристрій з мішалкою, блок подачі витратного матеріалу з витратною ємністю, з напірним трубопроводом і системою управління подачею в'язучого матеріала. Контрольно-регулююча апаратура оснащена прямим і зворотнім зв'язком між датчиками вологості і тиску, встановленими в нижній частині лопатей буро змішувача і робочими механізмами пристрою. Установка оснащена швидкісним змішувачем і ваговим дозатором.

Технічний результат закладається в підвищенні якості, надійності і продуктивності стабілізації слабких природних ґрунтів, забезпеченні автоматизованого контролю процесу виконання робіт.



Рис. 1.5 – Машина для стабілізації ґрунтуаведені в дипломній роботі.

1.1 Методи стабілізації та укріплення ґрунтів

Стабілізація ґрунту – це комплекс заходів, спрямованих на надання ґрунту стійкого стану, постійності, збереження незмінних властивостей за допомогою стабілізатора.

Укріплення ґрунту – це комплекс заходів, спрямованих на підвищення механічної міцності та водостійкості ґрунту. Включає ряд послідовних технологічних операцій, забезпечує в результаті активного впливу на ґрунт добавок в'язних та інших речовин – високу щільність, міцність та довготривалу стійкість як в сухому так і в водонасиченому стані.

В результаті багаторічних лабораторних досліджень і різнобічних дослідів у виробничих умовах розроблений і широко застосовується на практиці ряд досить різноманітних методів укріплення ґрунтів. Одним з найпоширеніших методів є зміцнення ґрунтів мінеральними в'язними у вигляді цементу або вапна, що характеризується формуванням кристалізаційної структури. Ця структура виникає в результаті зрощування кристалів нової твердої фази, що постає з пересиченого розчину, як це, наприклад, буває при гідратаційному твердінні мінеральних в'язних матеріалів. У процесі розробки різних методів укріплення ґрунтів вони вдосконалювалися, і при цьому знаходилися ефективні нові рішення по суттєвому поліпшенню їх структурномеханічних властивостей.

Було встановлено і підтверджено багаторічними спостереженнями у виробничих умовах, що при укріпленні ґрунтів двома різними в'язними матеріалами, 146 що характеризуються досить різними, але неантагоністичними властивостями і структурою, вони набувають підвищеної зсуво-, морозо-, температуростійкості і при необхідності можуть бути менш твердими і більш деформативними матеріалами. Так з'являється комплексний метод укріплення ґрунтів.

Крім зазначених вище причин у завдання комплексних методів, що розробляються і застосовуються на практиці, входить розв'язання наступних найбільш важливих питань для дорожнього будівництва:

- розширення видів ґрунтів, що придатні для ефективного їх укріплення в'язними матеріалами (кислі, гумусовані, засолені ґрунти);
- продовження будівельного сезону за рахунок можливості обробки перезволожених ґрунтів і виконання робіт при несприятливих температурах;
- підвищення деформативності;
- розширення застосування укріплених ґрунтів при влаштуванні дорожніх основ і покриттів на дорогах різних категорій.

Найбільше поширення у практиці дорожнього будівництва одержав комплексний метод укріплення ґрунтів цементом у сполученні із хлористим кальцієм, їдким і сірчаноокислим натрієм. Особливо широко в практиці дорожнього будівництва розповсюджений комплексний метод укріплення ґрунтів цементом у сполученні з органічними добавками.

Цей метод, був розроблений В.М. Безруком і його учнями, сприяє одержанню оптимальних показників укріпленого ґрунту, які забезпечують тривалий термін служби конструктивного шару у дорожній конструкції. У якості органічних добавок використовують бітумні емульсії і пасти, рідкі бітуми і гудрони, сиру високосмолисту нафту, а в останні роки – спінений бітум.

У практиці дорожнього будівництва для поліпшення властивостей цементоґрунту знаходять застосування різні поверхнево-активні речовини (ПАР), їх вводять у суміш із метою пластифікації і наступної гідрофобізації матеріалу, що сформувався. При укріпленні цементом дрібних однорозмірних пісків і супісків для забезпечення необхідних міцнісних показників матеріалу потрібна досить велика витрата цементу, внаслідок збільшення питомої поверхні матеріалу. Поліпшити якість матеріалу можливо введенням різних добавок, що утворюють в ньому додаткову структуру, спільну зі структурою в'язного. Досить ефективно у цьому відношенні застосовувати паливні золи,

шлаки і золо-шлакові суміші, які можуть одночасно бути гранулометричними і активними добавками.

Кращі показники при укріпленні зв'язних ґрунтів одержуються при використанні в якості зв'язних гашеного або меленого негашеного вапна. Глиниста частина ґрунту грає стосовно вапна роль своєрідної гідравлічної добавки. У результаті цього вапно, що представляє собою повітряне в'язне, здобуває властивості гідравлічного в'язного.

Ефективність дії добавок залежить від виду ґрунту, його хіміко-мінералогічного складу, виду добавки і її кількості. Підвищення розрахункових характеристик і поліпшення фізико-механічних характеристик укріплених ґрунтів можна досягнути за рахунок введення в суміш різних синтетичних матеріалів у вигляді ниток або смужок.

Невеликий об'єм досліджень у цьому напрямку дозволив встановити, що введення в цементоґрунт арматури із синтетичних матеріалів впливає на його фізико-механічні властивості і розрахункові характеристики. Велике значення при цьому має вміст цементу в суміші. Характерно, що міцність зразків при стиску і їх морозостійкість при введенні синтетичних матеріалів підвищується. Основним принципом будь-якого методу стабілізації ґрунтів є активна дія на глинистоколоїдальну частину ґрунту, яка є найбільш дієвою і чутливою до зв'язних матеріалів, які вносяться в ґрунт.

Цей основний принцип стабілізації ґрунтів "дія на високодисперсну частину ґрунту докорінним чином змінює фізико-механічні властивості ґрунту в цілому" вперше був сформульований проф. М.М. Філатовим.

Тому покращання властивостей ґрунтів можливе тільки на основі вивчення властивостей і складу їх тонкодисперсної частини – поглинального комплексу. Правильно використовуючи адсорбційну здатність ґрунту, активно діючи на його тонкодисперсну частину добавками різних зв'язних речовин, можна збудувати такий дорожній одяг, який відповідатиме технічним вимогам.

При розробці будь-якого методу укріплення ґрунтів треба виходити з того, що головною задачею є надання ґрунтам високої та довготривалої

міцності. При цьому до стабілізаційних ґрунтів, що застосовуються для влаштування дорожніх основ та покриттів, пред'являють дві основні вимоги.

По-перше, ґрунт повинен після завершення періоду твердіння та структуроутворення набувати такий ступінь стійкості і незворотної зв'язності між частинками, при якому забезпечується надійний опір зовнішнім навантаженням без виникнення деформацій (прогину та зсуву), що перевищує допустимі границі.

По-друге, він повинен протягом тривалого часу протистояти напруженням, які виникають від дії зовнішнього середовища, наприклад, набрякання під час зволоження та замерзання, зберігати набуту ним структуру під час довготривалого зволоження, підвищення температури і т.п.

Міцність укріпленого ґрунту і його опір дії природним факторам, необхідні для виконання вищенаведених вимог, можуть бути різним в залежності від інтенсивності руху та навантажень на вісь автомобілів та місцевих природних умов. Це вказує на необхідність диференційованого підходу при оцінці міцнісних і деформаційних властивостей укріплених ґрунтів. Тому в будь-якому випадку, піддаючи ґрунти укріпленню в'язними матеріалами та добавками інших речовин, необхідно надати ґрунтам стійку зв'язність, міцність та щільність, які не змінюватимуться під дією навантажень і клімату протягом довготривалого терміну.

Використання новітніх добавок для стабілізації та укріплення ґрунту. Аналіз виробничого досвіду, а також лабораторних випробувань показує, що для того, щоб отримати хороший матеріал з структурно-механічними властивостями (високою зв'язністю, механічною міцністю та водостійкістю), необхідне чітке виконання установлених вимог до в'язних матеріалів і інших реагентів до ґрунту, що стабілізується, послідовності виконання установлених технологічних операцій по його обробці, укладці та витримуванню суміші. Щоб отримати матеріал з заданими міцнісними показниками, необхідно визначити властивості ґрунту, правильно використовувати його активність, оскільки

грунти, особливо зв'язні, являють собою дуже складні полімінеральні, полідисперсні системи з дуже різноманітною тонкодисперсною частиною.

Фізико-хімічна і хімічна активність ґрунту в залежності від їх природи та умов середовища, яка утворюється і змінюється в процесі обробки ґрунту, може бути або корисною або агресивною у відношенні до процесів структуроутворення, які протікають в укріпленому ґрунті.

На сьогоднішній день існує велика кількість речовин, які сприяють перетворенню ґрунту або дрібних маломіцних мінеральних матеріалів у монолітний матеріал. Використовувати стабілізатори для поліпшення стану і якості ґрунтів без застосування неорганічних в'язних доцільно тільки за умови, коли на оброблений ґрунт активно не діятиме вода.

В Україні використовуються стабілізатори ґрунту:

Roadbond EH -1 (виробництво США);

RRP-235 Special — Рейнольд і Роуд Паккер (виробництво Німеччини і Канади);

Roadbon SPP (виробництво ПАР і Росії);

стабілізатори ГРБ-1, ГБР-2, ГБР-3, ГБР-4, ГБР-5 (виробництво Інституту високомолекулярних з'єднань НАН України);

стабілізатор СГ (виробництва НАН України); стабілізатор Solitac(виробництва компанії Soilworks США);

стабілізатор Solitac (виробництва компанії Soilworks США);

гідрофобізуючі рідини ГКЖ-ІІБ, ГКЖ-12, КЖ-94 (виробництва Запорізького АТ «Кремнійполімер»);

стабілізатор ґрунтів Perma-Zyme 11x (виробництво США);

рідке скло;

хлористий кальцій (CaCl_2), ТОВ «Дніпровська асоціація-К» ферментного стабілізатора Дорзин.

Стабілізатори рекомендують застосовувати у вигляді розбавленого водяного розчину. Стабілізатори дорожніх ґрунтів доцільно використовувати у поєднанні з цементом при спорудженні будь-яких складових дорожнього одягу.

Речовини для укріплення ґрунту можуть бути різного походження, відрізнятися за властивостями, але їх об'єднує те, що вони збільшують міцність, волого- і морозостійкість, що, в свою чергу, дозволяє використовувати їх в суворих кліматичних умовах. На сьогоднішній день в Україні застосовують в'язні RVI-81, Infra Crete, що підвищують фізико-механічні властивості ґрунту та надають матеріалам морозо- і водостійкість.

РОЗДІЛ 2

ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА КАПІТАЛЬНОГО РЕМОНТУ

Територія проходження траси автомобільної дороги..

Значні розміри території, її внутріконтинентальне замкнене положення, орографічна і кліматична неоднорідність обумовлює велику різницю природних умов.

2.1. Клімат

Клімат помірно континентальний. Для кліматичної характеристики району автодороги використані дані метеостанції Чернівці.

Зимовий період з стійким сніговим покривом складає близько 115 днів. Середня температура найбільш холодного місяця- січня $-9,7^{\circ}\text{C}$. Абсолютний мінімум -18°C . Середня тривалість періоду стійких морозів складає 90 днів (грудень-лютий).

Літній період с позитивними температурами триває близько 230 днів. Середня температура найбільш жаркого місяця- липня складає $+30,5^{\circ}\text{C}$. Абсолютний максимум $+27^{\circ}\text{C}$. Осінні заморозки наступають в першій декаді листопада.

Середньорічна кількість опадів складає 150 мм в рік. Утворення снігового покриву в середині листопада, руйнування спостерігається в першій-другій декаді березня. Середня багаторічна висота снігового покриву - 23 см.. Максимальна висота снігового покриву встановлюється у другій декаді лютого і коливається в різні роки від 13 см. до 40 см., складаючи в середньому 27 см. Зимою перебільшують вітри західного і північно-західного напрямків, а влітку північних і С-3 румбів

Швидкість вітру незначна - до 30м/сек. Кількість днів з вітром силою більше 4 бала (8м/сек і більше) в зимовий період складає - 54 чи 37,2%.

Кафедра реконструкції аеропортів та автошляхів				НАУ 21 03 55 000 ПЗ			
<i>Виконав</i>	<i>Зорін О.С.</i>			Характеристика об'єкта каштального ремонту	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Керівник</i>	<i>Жданович М.П.</i>					23	65
<i>Консультант</i>	<i>Жданович М.П.</i>				406 АД 192		
<i>Н. Контр.</i>	<i>Пилипенко О.І.</i>						
<i>Зав. каф.</i>	<i>Пилипенко О.І.</i>						

Таблиця 2.1

Середня кількість опадів за місяць, м.

	I	II	V		I	II	III	X		I	II	од
5	2	0	8	9	3	8	4	4	6	8	9	36

Таблиця 2.2

Абсолютный минимум температуры воздуха.

	I	II	V		I	II	III	X		I	II	од
38	38	32	12	4				6	13	30	38	38

Таблиця 2.3

Абсолютный максимум температуры повітря.

	I	II	V		I	II	III	X		I	II	од
	5	3	2	7	2	5	5	7	9	9	2	5

Таблиця 2.4

Средньомісячна і річна температура повітря.

	I	II	V		I	II	III	X		I	II	од
10,4	9,3	2,6	,6	7,4	2,8	4,9	3,2	6,1	,6	0,4	6,2	,6

Таблиця 2.5

Середньомісясна і річна швидкість вітру, м/с.

	I	II	V		I	II	III	X		I	II	од
,3	,4	,4	,0	,1	,4	,8	,6	,5	,9	,5	,6	,5

Таблиця 2.6

Глибина промерзання, см.

а) суглинок і глин	124 см
б) супіски, піски дрібні і пилуваті	151 см

Таблиця 2.7

Висота снігового покриву на останній день декади, см.

X	X	I	II	III	IV 5%	найб. за зиму
I	II					
	1	5	9 8			12 41 1
	2 3	6 8	7	2	- -	

Повторюваність напрямків вітру, %.

Таблиця 2.8

Січень

П	П	С	П	П	П	З	П	ш
	С		С		З		З	тиль
1	1	1	1	7	1	1	1	9
1	2	4	6		2	4	4	

Таблиця 2.9

Річна

П	П	С	П	П	П	З	П	Ш
	С		С		З		З	ТИЛЬ
1	2	1	6	6	1	1	1	6
6	1	5			0	4	2	

2.2. Рельєф місцевості

Існуюча ділянка автодороги Житомир – Чернівці проходить по акумулятивній нахиленій рівнині.

Протягом всієї ділянки з поверхні ґрунти представлені зв'язними і пухкоуламковими ґрунтами від супісків до щєбенистих і галечникових ґрунтів з супісчаними, рідше суглинистим заповнювачем делювіально-пролювіального генезису. Найбільш широке розповсюдження мають четвертичні утворення, які майже всюди благають основу існуючої автодороги.

В недрах є запаси поліметалів, бурого вугілля, залізних руд, гіпсу, природних будівельних матеріалів.

Широкий розвиток в регіоні отримали бурі і сіро-бурі пустинні ґрунти, дуже бідні гумусом. Завдяки малій кількості опадів і сильному випаровуванню буроземи і сіроземи карбонатні з самої поверхні. Ці ґрунти мають декілька різновидів, обумовлених ландшафтним положенням окремих ділянок і різним складом материкових порід. Дуже широко розповсюджені солонцеваті буроземи. Потужність ґрунтово-рослинного шару не перевищує 15-20 м.

2.2.1 Інженерно-геологічні умови зведення земляного полотна.

Інженерно-геологічні умови зведення земляного полотна на автодорозі Житомир – Чернівці, що піддається капітальному ремонту, достатньо прості.

На протязі автодороги проектна вісь прокладена по існуючій проїзній частині з асфальтобетонним, чорним і гравійним покриттям товщиною 7-9 см.

Протягом всієї ділянки автодороги, підстилаючий шар представлений піщано-гравійною сумішшю товщиною 22 см. Потужність ґрунтів в основі дорожнього одягу і коливається в межах 28-30 см. Робочий шар земляного полотна зведений, в основному, з супісків, суглинків легких пілуватих.

Природною основою земляного полотна служать супіси пілуваті, суглинки легкі пілуватіє.

Для досипки і поширення земляного полотна при капітальному ремонті використані ґрунти з притрасових зосереджених резервів ґрунту, що знаходиться на ПК 27+00 право 700м, ПК 75+00 право 150м.

2.2.2. Інженерно-геологічні умови на ділянках улаштування труб.

Інженерно-геологічні умови на ділянках улаштування труб представлені суглинки важкі, до глибини 1- 2,5 м, далі супісками пілуватими пластичної консистенції прошарками 3,0-10 м.

Ґрунти на всіх мостах середньої і слабкої засоленості. Агресивність середовища (ґрунтів) по відношенню до бетону марки W4 по водонепроникності – сильноагресивна.

При пересіченні трасою автодороги тимчасових водотоків і понижень місць проектом передбачається улаштування нових залізобетонних труб в кількості 3 штук.

2.3 Гідрологія

Гідрогеологічні умови району проектування охоплюють зону глибокого залягання рівня ґрунтових вод.

Ґрунтові води в конусах виносу утворюють суцільний підземний потік з похилом. Води залягають у валунно-галечникових породах потужністю 20-100м, які нижче по потоку змінюються гравійно-піщаними і піщаними відкладеннями з прошарками глини і суглинків.

Напірні води пов'язані переважно з нижнететвертинними алювіально-пролювіальними галечниковими відкладеннями, які залягають на глибині 100-150м і наявними потужностями 15-20 м. До центру впадини кровля

водоносного горизонту занурюється на глибину 185-540м. Формування напірних вод відбувається шляхом фільтрації поверхневих вод в вершинній частині конусів виносу, інфільтрації атмосферних опадів і підтоку тріщинних вод.

Тріщинно-пластовий тип підземних вод розповсюджений головним чином в дислоцированих і цементованих теригенних і карбонатних породах палеозою і мезозою. Пісні і солонуваті, ґрунтові, субартезіанські води залягають на глибинах від декількох метрів до декількох сотен метрів від земної поверхні.

РОЗДІЛ 3

3.1 Технічні показники ділянки автомобільної дороги Житомир-Чернівці

Існуюча автомобільна дорога відноситься до III технічної категорії.

Згідно ДБН В.2.3-4 основні технічні показники автомобільної дороги III технічної категорії протяжністю 10км зводяться в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Параметри автомобільної дороги

№	Найменування елементів	Основні параметри	
		Існуючої дороги	проектні
1	Категорія дороги	IV	III
2	Розрахункова інтенсивність руху на 20-річну перспективу, авт/добу	До 1000	2839
3	Розрахункова швидкість руху, км/год:	80	100
	-основна	60	60
	-в населених пунктах		
4	Кількість смуг руху, шт	2	2
5	Ширина смуги руху, м	3,5	3,5
6	Ширина проїзної частини, м	7,0	7,0
7	Ширина узбіччя, м	2,5	2,5
8	Найменша ширина укріпленої смуги узбіччя, м	0,5	0,5
9	Ширина земляного полотна, м	12,0	12,0

10	Поперечний похил проїзної частини і укріпленої смуги , ‰	15	15
11	Поперечний похил, ‰	40	40
12.	Найбільші поздовжні похили, ‰	80	3,1
13.	Найменші відстані видимості, м		
	а) для зупинки	200	200
	б) зустрічного автомобіля	200	200
14.	Найменші радіуси кривих, м:		
	1. в плані:		
	а) основні	600	600
	2. в поздовжньому профілі:		
	а) опуклих	10000	10000
	б) угнутих	3000	3000
15.	Віражі з односкатним профілем проїзної частини в плані, м	Менше 2000	Менше 2000

3.2. Поздовжній профіль

За початок кожної ділянки капітального ремонту прийнятий кілометровий стовбчик. Загальний напрямок дороги із заходу на схід. Проектне положення вісі траси практично на всій протяжності співпадає з віссю існуючої дороги, за виключенням місць розташування труб, де проектом передбачається зміщення вісі дороги в бік ремонтуємих оголовків і подовження труб. На ділянках капітального ремонту в наявності 54 кути повороту. З них 36 кутів - поправочні, їх величина не перевищує 1 градус. На решті кутів повороту вписані криві радіусами від 600 до 4000 м.

Поздовжній профіль ділянки автомобільної дороги достатньо сталий. Існуюча висота насипу на різних ділянках складає від 0,9 до 3,3 м.

Враховуючи те, що ділянка ПК0+00 - ПК45+30 піддається сезонному підтопленню, на ньому передбачене збільшення висоти насипу з 1,2 до 2,3 м.

На ділянці ПК66+80 – ПК100+00 середня висота існуючого насипу складає 0,9 м, що не відповідає вимогам ДБН В.2.3-4 за умовами снігозаносності, а також для покращення геометричних параметрів траси в профілі, висота насипу збільшується до 2,0 м.

Ділянки ПК 0+00- ПК 45+30 (4530 м) і ПК 66+80 – ПК 100+00 (3320) являють собою ділянки лінійних робіт.

Ділянка ПК 45 + 30 - ПК 66 + 80 (2150 м) надають собою ділянку зосереджених робіт з висотою насипу 3,3 м.

Загальна протяжність ділянки лінійних робіт - 7850 м, зосереджених - 2150 м.

Величина поздовжніх ухилів змінюється від 0 до 3,1 ‰, міні-формальні радіуси вертикальних кривих: опуклих - 10000 м, увігнутих - 3000 м, а кривих в плані - 600 м, що задовольняє вимогам СНиП 3.09-03-2003.

На ділянці зосереджених робіт є 3 малі штучні споруди - 2 залізобетонна труба діаметром 1,5 м і залізобетонна труба діаметром 1,2 м. За даними геологічних вишукувань по трасі залягає ґрунт - суглинок важкий. Глибина залягання ґрунтових вод 1,6 м.

3.3. Типові поперечні профілі

Залежно від висоти насипу і глибини виїмки, цінності земель, а також від ґрунтових умов з урахуванням природних особливостей району капітального ремонту використовуються типові поперечні профілі.

Поперечні профілі земляного полотна на відремонтованій ділянці надані 3 типами:

Тип 1 ПК 0 + 00 - ПК 45 + 30. Висота насипу: існуюча - 1,2 м, проектная- 2,3 м. Закладання укосів: існуюче -1: 1,5, проектние- 1: 4.

Проектом передбачено симетричне двостороннє розширення існуючої насипу зі збільшенням висоти і уположуванням укосів.

Тип 2 (ПК 45 + 30- 66 + 80). Передбачається симетричне двостороннє розширення існуючої насипу зі збільшенням висоти і уположуванням укосів

(існуюче закладення укосів -1: 3; проектні 1: 4) без зміни існуючої висоти (3,3м).

Тип 3 (ПК 66 + 80 ПК 100 + 00) Насип висотою 2,0 м із закладенням укосів 1: 4. Проектом передбачається підвищення висоти насипу від 0,9 до 2,0 м з уполаживанням укосів (від 1: 1,5 до 1: 4).

З огляду на плоский рельєф місцевості, земляне полотно автодороги на ділянці реконструкції надано насипами. Виїмок і ділянок з нульовими відмітками немає.

З огляду на підтоплюваність, а також надмірну засоленість притрасових ґрунтів, на окремих ділянках притрасові резерви для досипання насипу не передбачені. Для цього використані зосереджені резерви ґрунту знаходиться на ПК 27 + 00 право 700 м і ПК 75 + 00, право 150м.

При розширенні земляного полотна для стійкості ґрунту насипу передбачено влаштування уступів по укосів існуючої насипу.

3.4. Штучні споруди

У знижених місцях поздовжнього профілю, по яких стікає вода від дощів або танення снігу, а так само в місцях перетину автомобільної дороги з струмками влаштовується малі водовідвідні споруди.

На недобудованій автомобільній дорозі запроектовано 3 малих штучних споруди - 2 залізобетонні труби діаметром 1,5м і залізобетонна труба діаметром 1,2 м. Для збільшення пропускної спроможності споруди без підвищення висоти насипу трубу діаметром 1,5 м влаштовується багатоочковимі круглого діаметру з плоским конічним опертям, тип фундаменту I. труба кругла безфундаментна. Всі труби запроектовані за типовими проектами, включаючи конструкції зміцнення русла і укосів у труб.

РОЗДІЛ 4 ДОРОЖНІЙ ОДЯГ

В процесі розробки робочого проекту на капітальний ремонт ділянка автомобільної дороги Житомир-Чернівці виконані розрахунки по підборі конструкції дорожнього одягу з урахуванням існуючого стану покриття, що становить його матеріалу, міцності покриття і робочого шару земляного полотна, наявності місцевих будівельних матеріалів.

Необхідний модуль пружності дорожнього одягу для відремонтованих ділянок дороги III категорії визначено за прогнозом інтенсивності руху на перспективу (2031 рік), відповідно до ДБН В.2.3-4 становить 270 МПа.

Існуючий дорожній одяг - полегшеного типу з покриттям з горячого асфальтобетону (місцями- з черногравійної суміші) середньої товщиною 8 см.

Підстава з піщано-гравійного суміші товщиною 18-26 см (середня-22см).

Для покращення фізико-механічних характеристик ґрунтовлої основи застосовується технологія стабілізації.

Дорожній одяг перебувати в незадовільному стані: на покритті є глибокі вибоїни, просадки, викришування, поздовжні і поперечні тріщини, а також колійний.

Зміст органічного в'язучого в асфальтобетоні становить 5,6-6,2%, кам'яний заповнювач характеризується маркою по морозостійкості F25-F50, по міцності - 800-1000, за стиранням - И1-И2, вміст пилювато-глинистих частинок - 0,8-1,6%, маркою по морозостійкості F15-F25 по міцності - 600-800, за стиранням И2.

Проектом передбачається повне видалення існуючого покриття шляхом фрезерування, з подальшим повторним використанням в якості матеріалу для влаштування верхнього монолітного шару основи.

Кафедра реконструкції аеропортів та автошляхів				НАУ 21 03 55 000 ПЗ			
<i>Виконав</i>	<i>Зорін О.С.</i>			План ділянки автомобільної дороги	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Керівник</i>	<i>Жданович М.П.</i>					33	65
<i>Консультант</i>	<i>Жданович М.П.</i>				406 АД 192		
<i>Н. Контр.</i>	<i>Пилипенко О.І.</i>						
<i>Зав. каф.</i>	<i>Пилипенко О.І.</i>						

Існуюче підставу з ПГС також кіркується і використовується частково для нового підстиляючого шару (добавка до нової ПГС), а також для влаштування узбіч.

Проектом передбачається влаштування нового дорожнього одягу капітального типу, розрахованої під транспортне навантаження типу А3.

Прийнята наступна конструкція дорожнього одягу:

1. Підстильний шар: ПГС з добавкою матеріалу існуючого підстави товщиною 20 см. ЕУПР -180 МПа;

2. Нижній шар покриття: з щебенево-піщаної суміші (ЩПС) товщиною 20 см, ЕУПР-250 МПа;

3. Верхній шар підстави: щебенево-піщаної суміш з використанням фрезерованного асфальтобетону оброблена 25% зольно-цементним в'язучим (4: 1) товщиною 18 см; ЕУПР-700 МПа;

4. Нижній шар покриття - гарячий пористий крупнозернистий асфальтобетон на бітумі БНД 60/90 - 7см;

5. Верхній шар покриття-гарячий щільний дрібнозернистий асфальтобетон тип Б на бітумі БНД 60/90 - 5 см;

6. Узбіччя: нижній шар - ґрунт + ПГС ім. підстави верхній шар ГПС + фрезерований асфальтобетон

4.1 Відомість джерел отримання дорожньо-будівельних матеріалів

Відомості про можливі поставки ДБМ наведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1

Відомість джерел отримання ДБМ

Найменуванн	Родовище чи	Прив'язка до трасі	Середня	Умови
-------------	-------------	--------------------	---------	-------

я матеріалу	підприємство	км +	Видалення від траси, км	дальність транспортування, км\год	вивезення
1	2	3	4	5	6
Асфальтобетонна суміш м/з	АБЗ	33+00	1,3	9	Автомобіль-самоскид
Бітум, бітумна емульсія	АБЗ	33+00	1,3	9	Автогудронатор
ПГС	Кар'єр: №1	20+00	2,62	10	Автосамоскид
Щебінь	Кар'єр: №2	33+00	1,3	9	Автосамоскид
Щебенево-піщана суміш для монолітної основи	Промбаза на АБЗ	33+00	1,3	9	Автосамоскид
Зольно-цементне в'язуче	Промбаза на АБЗ	33+00	1,3	9	Цементовоз
Вода	Джерело	20+00	2,62	3	Поливомийна машина ПМ-130

Грунт для відсіпання насипу та узбіччя	Зосереджени й резерв			1.95	Автосамо скид
--	----------------------	--	--	------	---------------

РОЗДІЛ 5. ПРОЕКТУВАННЯ ШТУЧНОЇ СПОРУДИ

У місцях перетину автомобільних доріг з струмками, оврагами і зниженими місцями, по яких стікає вода від дощів або танення снігу, потроюють малі водовідвідні споруди - труби і малі мости. Більшу частину водоперепускних споруд складають труби. Вони не змінюють умов руху автомобілів, оскільки їх можна розташовувати за будь-яких поєднаннях плану і профілю дороги.

В даному випадку, для відводу води від дороги, а також для пропуску води під дорогою, влаштовуються три залізобетонні труби. Довжина труби визначається за формулою:

$$L_{TP} = B + 2m(H - d - \delta)$$

де B - ширина земляного полотна поверху, м; ($B=12$ м)

m – закладання укосу земляного полотна, ($m = 4$)

H - висота насипу над трубою, м; ($H=3,3$ м)

d – розрахунковий зовнішній діаметр труби, $d_{1-2}=1,5$ м; $d_3=1,2$ м ;

δ - товщина стінок, $\delta_{1-2}=14$ см ; $\delta_3=12$ см

$$L_{TP,1} = 12 + 2 \cdot 4(3,3 - 1,5 - 0,14) = 25,28\text{ м}$$

$$L_{TP,2} = 12 + 2 \cdot 4(3,3 - 1,5 - 0,14) = 25,28\text{ м}$$

$$L_{TP3} = 12 + 2 \cdot 4(3,3 - 1,2 - 0,12) = 27,84\text{ м}$$

Строки проведення капітального ремонту труб визначаються за формулою:

$$N = L \cdot n_1 + n_2 + n_3, \text{ смен}$$

де L - довжина труби, м;

n_1 – кількість змін з улаштування одного метру фундаменту, (якщо є) і тіла труби. $n_1=0,27$; $n_1=0,17$

Кафедра реконструкції аеропортів та автошляхів				НАУ 21 03 55 000 ПЗ			
Виконав	Зорін О.С.			План ділянки автомобільної дороги	Літ.	Арк.	Акрушіє
Керівник	Жданович М.П.					37	65
Консультант	Жданович М.П.				406 АД 192		
Н. Контр.	Пилипенко О.І.						
Зав. каф.	Пилипенко О.І.						

n_2 – кількість змін по зборці двох оголовків. $n_2=5,5$; $n_2=4,1$

n_3 – кількість змін на укріплення русла труби і укосів блоками П-2.

$n_3=1,9$; $n_3=1,4$

$$N_{1-2} = 25,28 \cdot 0,27 + 5,5 + 1,9 = 15 \text{смен}$$

$$N_3 = 27,84 \cdot 0,17 + 4,1 + 1,4 = 10 \text{смен}$$

Весь монтаж труб, включаючи зміцнення русел, проводиться одночасно. Зміцнення укосів земляного полотна близько труб виконується силами загону після зведення насипів. Тому необхідну кількість загонів-змін на укріплення русел і укосів береться з коефіцієнтом 0,5.

5.1. Відомість штучних споруд

Таблиця 5.1

№	Найменування штучних споруд	Місцерозташування	d,м	Кількість вічок	Тип фундаменту	L,м	H _{нас}	Кількість змін, п	Примітка
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	з/б труба	ПК48+88	1,5	2	I	25,28	3,3	15	з пласким кінцевим опиранням
2	з/б труба	ПК53+40	1,5	3	I	25,28	3,3	15	з пласким кінцевим опиранням
3	з/б труба	ПК62+12	1,2	1	Б/ф	27,84	3,3	10	кругла

5.2. Технологія улаштування залізобетонної труби

Підготовка будівельного майданчика:

Майданчик в зоні будівництва труби очищається від рослинного ґрунту і планується бульдозером з наданням ухилів, що забезпечують водовідведення.

Русло з боку вихідного оголовка розчищають, а з нагірного боку від контуру котловану не менше 1,5 м влаштовують обвалування для перехоплення поверхневих вод.

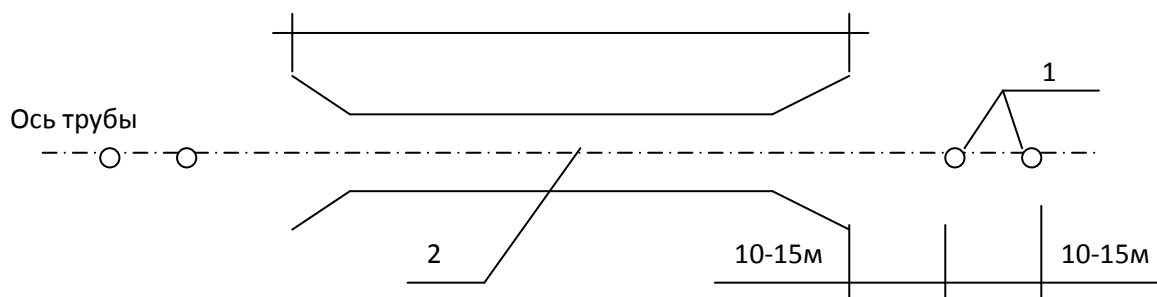
Під'їзні дороги до будівельного майданчика влаштовують до початку будівельних робіт, із забезпеченням вільного доступу транспортних засобів та будівельної техніки.

Геодезичні роботи:

При розбивці положення труби на місцевості спочатку відновлюють вісь траси, потім мірної стрічкою відміряють уздовж вісі траси відстань від найближчого пікету до поздовжньої осі труби. Отриману точку закріплюють з написом "вісь, пікет, плюс". На сторожок центрують теодоліт і не менше, ніж двома створними закріпленими знаками з кожного боку від осі траси, виносять поздовжню вісь труби. Промірами від осі труби намічають контур котловану, влаштовують обноску з дощок і закріплюють положення елементів труби.

Промірами від осі труби намічають контур котловану, який позначають кілочками малюнок 5.1.

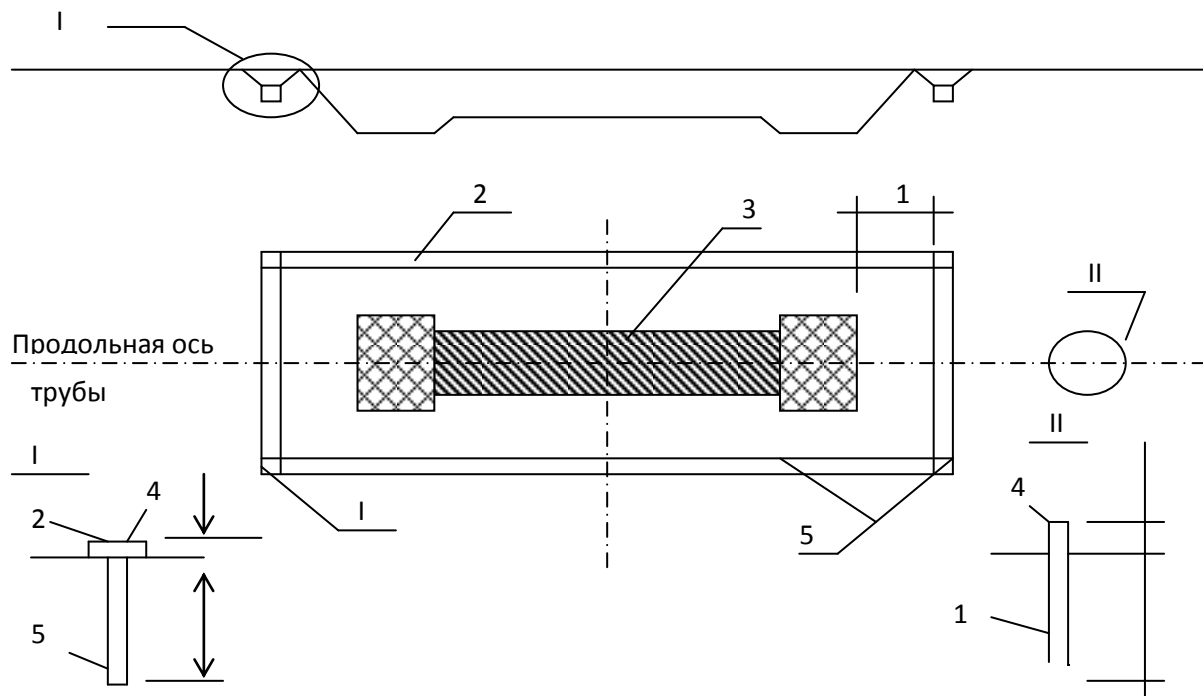
Схема закріплення місця розташування труби на трасі



1 - виносні стовпи вісі труби; 2 - сторожок з надписом "вісь", "пiкет", "плюс"; L - довжина труби.

Рисунок 5.1

Схема розбивки котлована труби



1 - виносні стовпи; 2 - обноска з брусків чи дошок; 3 - котлован;
4 - гвіздки; 5 - свая обноски, діаметром 8-10 см.

Рисунок 5.2

Розвантаження і розміщення обладнання, інструментів та пристроїв

Доставлені на будівельний майданчик елементи розміщують уздовж котловану труби, в зоні дії монтажного крана. Порядок розкладки елементів повинен бути пов'язаний з технологічною послідовністю монтажу труби, а елементи промарковані. Всі збірні залізобетонні елементи труби оглядають і перевіряють їх відповідність марками, розмірами, придатність для монтажу. Потім їх очищають від пилу і бруду і виробляють ґрунтування бітумним лаком поверхонь, які після монтажу будуть стикатися з ґрунтом. Для пристрою ґрунтування використовують мобільну гiдрозізоляційну установку УНБМР-1.

При складуванні збірних залізобетонних елементів труб, ланки укладають в горизонтальному положенні в один ряд на підкладках з расклинцовкой і упорами проти розкочування між штабелями блоків і ланками труби, залишають проходи шириною не менше 1 м для зручності виконання робіт. Приклад складування наведено на рисунку.

Стропувальні петлі на дотичних поверхнях (торцях) ланок перед монтажем повинні бути зрізані врівень з поверхнею бетону електрозварюванням, зруб петель зубилом або їх вигин не допускається.

Влаштування котловану під фундаменти (якщо труби фундаментні):

Розміри котловану в плані визначаються проектними горизонтальними розмірами труби з запасом в кожную сторону по 0,5 м. Котлован розробляється в напрямку від вихідного оголовку до вхідного з недобором до проектної позначки на 10-20см. Дно котловану під фундаменти оголовків і під откосние крила влаштовують в одному рівні.

Влаштування котловану під тіло труби і оголовки (якщо труби безфундаментные);

Котлован під тіло труби розробляють бульдозером, під оголовки - екскаватором (зворотна лопата), ґрунт від розробки переміщують бульдозером за межі будівельного майданчика і складують в валик. Підготовку під ланки безфундаментних труб профилюють у вигляді лотка по дузі зовнішнього діаметра ланки з глибиною 15 см. Готовність робіт перевіряють інструментально.

Завершальне планування і зачистку дна котловану виконують вручну з урахуванням поздовжнього ухилу і будівельного підйому труби.

Пристрій щєбеневої підготовки:

Під оголовки труби влаштовують підготовку з щєбеню, під ланки труби з піщано-гравійної суміші товщиною 10см. Якщо труба без фундаменту товщина підготовки 30см. Матеріали доставляються автомобілями-самоскидами з вивантаженням безпосередньо в котлован. Розрівнювання матеріалу

здійснюється вручну, а ущільнення електротрамбівки, горизонтальні шари при цьому 10-15 см.

Пристрій фундаменту (якщо є):

При влаштуванні фундаментальних (моноліт) труб на щобеневу підготовку встановлюють опалубку фундаменту з готових щитів, які закріплюють в проектному положенні за допомогою стійок, подкосів і розпірок. Шви між секціями влаштовують шляхом установки ненаголошених щитів з обструганих дощок товщиною 3 см. Верх щитів опалубки встановлюють по нівеліру з урахуванням будівельного підйому. Після установки опалубки, влаштовують подушку під оголовки, ретельно ущільнюють і заливають цементним розчином. Бетонна суміш подається баддями. Після установки опалубки скоси під оголовками заповнюють піщано-гравійної сумішшю шарами по 15 см, ретельно ущільнюють електротрамбівки. Поверхню фундаменту вирівнюють під рейку і загладжують, надаючи їй проектний ухил з урахуванням заданого будівельного підйому. Правильність ухилу в процесі пристрою фундаменту перевіряють рейкою з рівнем і нівеліром.

Здійснюють догляд за бетоном. Після досягнення бетоном міцності на стиск не менше 2,5 МПа виробляють розпалубку фундаменту.

Монтаж блоків оголовків і ланок:

В першу чергу монтують вихідний оголовок в наступному порядку: спочатку краном встановлюють на фундамент блок оголовку, потім откосние крила. Після вихідного оголовка монтують ланки труби в напрямку до вхідного оголовка. Перед установкою кожного наступного ланки на поверхню фундаменту укладають шар цементного розчину марки не нижче 150. Перед установкою ланки на фундамент його рихтують у всячому положенні ломиком в той момент, коли зазор між блоками і поверхнею фундаменту становить 5-10 см.

Для забезпечення монтажу (необхідного зазору довжиною 102 см) блоків оголовків і ланок безфундаментних труб при монтажі останньої ланки труби укладання блоків необхідно виконувати в наступному порядку:

- монтаж блоків вихідного оголовків;
- монтаж ланок труби за винятком однієї ланки з боку вхідного оголовка;
- монтаж блоків вхідного оголовка;
- монтаж решти ланок труби.

Монтаж оголовків проводиться в послідовності: спочатку блок захисного екрану, засипання його піщано-гравійної сумішшю і підготовка з піщано-гравійної суміші, далі конічна ланка, а потім откосние крила.

Встановлені і вивірені блоки оголовків закріплюють інвентарними підносами. Після їх закріплення простір за блоками оголовків заповнюють піщано-гравійної сумішшю і ущільнюють електротрамбівки ІЕ-4502 шарами 15 см. Потім приступають до монтажу ланок труби, їх установка проводиться послідовно в напрямку від вхідного оголовка.

Положення останнього ланки фіксують на обноси і від цієї мітки відкладають відстань до порталного блоку вхідного оголовка. Це відстань визначають, вимірявши фактичну довжину трохи змонтованих блоків і додавши два зазору по 1 см. Тепер монтують вхідний оголовок, після чого встановлюють решту ланок. Після закінчення монтажу засипають пазухи котловану ґрунтом шарами 15 см і трамбують електротрамбівки. Ґрунт переміщують з валика бульдозером, а розрівнюють вручну.

5.3. Розрахунок складу ланки

Для виконання робіт організується бригада, чисельність якої визначається згідно типовим картам.

Склад ланки:

- | | |
|---------------------------|--------------------|
| 1. Монтажники конструкцій | - 4 раз - 2 особи. |
| | - 3 раз - 2 особи. |
| | - 2 раз - 1 особа. |
| 2. Гідроізолювальники | - 3 раз - 2 особи. |
| 3. Плотник, бетонник | - 3 раз - 1 особа. |
| | - 3 раз – 1 особа. |

4. Дорожній робочий _____ - 2 раз - 1 особа.

Всього: 10 осіб

5.4. Відомість потреби в машинах і механізмах

Необхідні для улаштування залізобетонних труб машини, обладнання, інструменти і пристрої наведені у відомості їх потреби, таблиця 5.2.

.Таблиця 5.2 - Відомість потреби в машинах, обладнанні, інструментах і пристроях.

Найменування	Марка	Кількість	
		шт.	маш/зміну
Автомобільний кран	КС-4361	1	
Екскаватор, обладнаний зворотньою лопатою	ЕО-33115	1	
Бульдозер	ДЗ-8 (Д-271)	1	
Пересувна електростанція	ЖЭС-30	1	постійно
Трансформатор	ТС-500	1	"_"
Електротрамбівки	20773-75	2	"_"
Поверхневий вібратор	С-792	1	"_"
Установка для нанесення бітумних мастик	42173-01	1	"_"
Лопати	3620-76	4	"_"
Ломи	1405-83	2	"_"
Молотки	11042-83	2	"_"
Рулетки металеві РС-20	7502-80	2	"_"
Нівелір	10528-76	1	"_"
Рейки для нівеліра	11158-83	2	"_"
Конопатки сталеві	11618-65	4	"_"
Шпателі	10778-83	2	"_"
Мастерки	9533-81	4	"_"
Коничні бачки	-	4	"_"

Носилки	-	1	"_"
Термометри з шкалою не менше 250 ⁰ С	-	2	"_"
Інвентарні переносні Драбини	-	2	"_"

5.5. Техніка безпеки при улаштуванні залізобетонної труби

Вантажно-розвантажувальні і монтажні роботи повинні проводитися під керівництвом майстра або виконроба.

Вантажопідйомні машини, вантажозахватні пристрої повинні задовольняти вимогам державних стандартів або технічних умов на них.

При складуванні залізобетонних елементів застосовуються двох - чотиригілковий і двопетльовий стропи; при монтажі - двогілковий і двопетльовий стропи. Способи стропування повинні виключити можливість падіння або ковзання застропованного вантажу.

При підйомі елементів і конструкцій, їх переміщення в горизонтального напрямку проводиться на висоті не менше 0,5 м над іншими предметами.

Монтовані елементи конструкцій повинні утримуватися від розгойдування відтяжками з міцного прядив'яного каната. Повертати піднятий елемент дозволяється тільки за допомогою відтяжок. Горизонтальне переміщення залізобетонного блоку за допомогою відтяжок забороняється.

Під час підйому елемента не дозволяється перебування людей в зоні повороту стріли крана плюс 5 м. Підходити до елемента дозволяється тільки після того, як зазор між нижньою поверхнею блоку і місцем установки не перевищуватиме 10 см. З цього положення елемент центрують за допомогою ломиків.

При роботі бульдозера необхідно дотримуватися таких правіла:

а) У випадку виявлення в розробляється ґрунті великих каменів, пнів або інших предметів бульдозер необхідно остановити і видалити з його шляху перешкоди, щоб не викликати аварію;

б) забороняється переміщати ґрунт на підйом більше 30;

в) не працювати глинистих ґрунтах в дощову погоду.

При розробці котловану екскаватором необхідно дотримуватися таких правил техніки безпеки:

а) забороняється проведення будь-яких робіт і перебування сторонніх осіб в радіусі дії екскаватора плюс 5 м;

б) екскаватор повинен бути забезпечений засобами пожежотушіння;

в) під час зупинки стрілу екскаватора потрібно відвести в сторону від забою, а ківш опустити на землю, очищати ківш на вазі забороняється;

г) забороняється пересування екскаватора з наповненим ковшем.

Робота електротрамбівки і електровібратора забороняється у випадках:

а) несправності заземлення;

б) заїдання або заклинювання робочих частин;

в) перегріву електродвигуна;

г) пробою ізоляції;

д) пошкодження вимикача, штепсельних з'єднань або кабелю;

е) виникнення підвищеної вібрації;

ж) різкої зміни напруги;

з) виникнення загрози нещасного випадку.

При ущільненні бетонної суміші електровібратором переміщати вібратор за струмопровідні шланги не допускається, а при переривах в роботі і при переході з одного місця на інше електровібратори необхідно вимкнути. При ураженні електрострумом, необхідно швидко відключити напругу і надати медичну допомогу потерпілому.

При виробництві гідроізоляційних робіт необхідно дотримуватись наступних правил:

а) при переміщенні бітумної мастики на робочих місцях не-обходимо застосовувати металеві бачки, що мають форму усіченого конуса, оберненого широкою частиною вниз, з щільно закритими кришками і запірними пристроями;

б) не допускається використовувати в роботі бітумної мастики температурою понад 180 С.

При опіку бітумною мастикою її необхідно змити з шкіри соляровим маслом, а потім зробити примочку з 96-процентного етилового спирту.

РОЗДІЛ 6. ТЕХНОЛОГІЯ

6.1 Улаштування дорожніх одягів з стабілізованих ґрунтів

Стабілізацією ґрунтів називається ряд технологічних операцій, які виконуються послідовно і забезпечують в результаті впливу на них добавок в'язучих та інших речовин, високу міцність і тривалу стійкість як в сухому, так і у водонасиченому стані.

Технологія виконання робіт, вимоги до стабілізованих ґрунтів і в'язучих матеріалів, методика підбору складів наведені в ДБН В.2.3-4 та інших нормативних документах.

5.2 Класифікація методів стабілізації

В теперішній час розроблена велика кількість різних і ефективних методів укріплення ґрунтів, які підвищують стійкість дорожнього полотна і отримавших широке розповсюдження. В основі приведеної класифікації лежить принцип застосування різних методів стабілізації ґрунтів в залежності від застосованих в'язучих матеріалів.

Існують наступні методи стабілізації ґрунтів:

1. Мінеральними в'язучими матеріалами – портландцементами; шлакопортландцементами; вапном подрібненим негашеним і гашеним гідратним (пушонкою); вапном подрібненим негашеним гідрофобним і цементами інших видів. Перераховані матеріали застосовують для укріплення крупноуламкових (піщано-гравійних, піщано-щебених) ґрунтів, пісків різнозернистих, супісків, суглинків і глин. Стабілізовані ґрунти характеризуються високою міцністю, водостійкістю, морозостійкістю.

2. Органічними в'язучими матеріалами – бітумними емульсіями, розрідженими в'язкими бітумами, рідкими бітумами, дегтями повільно і середньогустіючими.

Кафедра реконструкції аеропортів та автошляхів				НАУ 21 03 55 000 ПЗ			
<i>Виконав</i>	<i>Зорін О.С.</i>			Технологія улаштування дорожніх одягів	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>	<i>Жданович М.П.</i>					48	65
<i>Консультант</i>	<i>Жданович М.П.</i>				406 АД 192		
<i>Н. Контр.</i>	<i>Пилипенко О.І.</i>						
<i>Зав. каф.</i>	<i>Пилипенко О.І.</i>						

Ці в'язучі застосовують для стабілізації крупноуламкових ґрунтів (піщано-гравелистих, піщано-щебених) оптимального гранулометричного складу; різнозернистих і пилюватих пісків, супісків, суглинків легких чи покращених гранулометричними добавками. Ґрунти, стабілізовані цими матеріалами, володіють пружньов'язкими властивостями; достатньою водо- і морозостійкістю.

3. Комплексними добавками: окрім основного в'язучого в ґрунт вводиться добавка, що знижує його негативні і посилює його позитивні якості, сприяє утворенню найбільш міцних і нерозчинних у воді сполук. Метод дозволяє розширити діапазон ґрунтів, придатних для ефективного укріплення, забезпечити оптимальні умови для активного протікання процесів твердіння і структуроутворення, покращити адгезію між ґрунтом і в'язучими, забезпечити виконання робіт в несприятливі періоди року, підвищити деформативність і зменшити стиранисть стабілізованих ґрунтів.

В якості рекомендованих комплексних рецептур застосовують:

1) портландцемент з добавкою вапна і додатковим внесенням чи без внесення NaOH;

2) портландцемент з добавкою CaSO_4 , CaCl_2 , Na_2SO_4 , Na_2SiO_3 ;

3) портландцемент з добавкою вапна і ($\text{CaCl}_2 + \text{NaCl}$);

4) портландцемент з добавкою поліакриламідом, кремнійорганічних сполук, рідких бітумів і бітумних емульсій, золи-виносу;

5) вапно гашене плюс добавки NaOH, Na_2CO_3 , Na_2SO_4 , Na_2SiO_3 ;

6) бітумні емульсії, розріджені чи рідкі бітуми плюс добавки цементу, вапна чи поверхнево-активних речовин;

7) бітумні емульсії з додаванням карбамідної смоли. Комплексні добавки найбільш ефективні при укріпленні супісків, суглинків і глин: підвищують механічну міцність, водо- і морозостійкість порівняно із звичайними цементоґрунтами.

4. Синтетичними полімерами: в якості в'язучого приймають наступні високомолекулярні (полімерні) смоли: мочевино-фурфуролформальдегідні;

мочевино-меламіноформальдегідні; фурфуроланілінові, акрилові та інші. До тієї ж групи в'язучих відносять сульфолігнінові, лігнін протеїнові речовини з добавкою хромових сполук в якості окислювачів. Ці методи застосовують для укріплення пилюватих пісків, супісків, легких і важких суглинків. Досягається висока міцність в поєднання з пружньо-крихкими властивостями, підвищена водостійкість і морозостійкість при невеликих добавках цих речовин (2...6% від ваги ґрунту).

5. Фосфатами – технічною фосфорною кислотою, подвійним і звичайним суперфосфатом. Застосування методу найбільш ефективно на глинистих і суглинистих некарбонатних чи слабокарбонатних ґрунтах: досягається задовільна міцність і водостійкість.

При стабілізації ґрунтів відбуваються різні процеси, які залежать від властивостей ґрунту, застосовуваних в'язучих речовин та інших реагентів:

1) хімічні – утворення нерозчинних у воді сполук і гелів, гідроліз і гідратація мінеральних в'язучих речовин, полімеризація, поліконденсація, сополімеризація синтетичних речовин;

2) фізико-хімічні – іонний обмін, необратима коагуляція, мікроагрегування;

3) фізичні і механічні – подрібнення, перемішування і ущільнення ґрунту.

Всі ґрунти за ступенем придатності для стабілізації в'язучими матеріалами розділяються на 3 групи: придатні, умовно придатні і непридатні.

Практично всі ґрунти можуть бути стабілізовані тим чи іншим в'язучим матеріалом з відповідною добавкою. Умовно непридатні ґрунти включають крупноуламкові незв'язні кам'яні породи, не придатні для укріплення лише по причині малого вмісту піщано-глинистих фракцій, що викликає перевитрату в'язучих речовин і появу у великій кількості крупних уламків, які можуть викликати поломку робочих органів ґрунтозмішувальних машин. Непридатні ґрунти представлені жирними високопластичними глинами, які мають велику зв'язність навіть в сухому стані, і тому не придатні для оброблення будь-якими в'язучими матеріалами і комплексними добавками інших речовин, оскільки

потребують колосальні витрати механічної енергії на обробку надлишкової витрати всіх видів матеріалів, що економічно не вигідно.

6.2. Основні вимоги та засоби механізації робіт з стабілізації ґрунтів

Технології стабілізації передбачають наступні роботи:

- 1) попереднє розпушування і подрібнення ґрунтових агрегатів;
- 2) за необхідності введення зернових добавок;
- 3) точне дозування і рівномірне розподілення в масі оброблюваного ґрунту води, в'язучих речовин, добавок;
- 4) розподілення готової суміші згідно проектного профілю шару;
- 5) максимальне ущільнення при оптимальній вологості;
- 6) догляд за стабілізованим ґрунтом.

Глинисті ґрунти попередньо подрібнюють до такого ступеню, щоб кількість агрегатів крупніше 5 мм не перевищувало 25% загального обсягу ґрунту; вміст комків більше 10 мм не повинно перевищувати 10%. Укріплення ґрунтів виконується з використанням в якості ведучої машини дорожньої фрези, однопрохідної ґрунтозмішувальної машини, стаціонарної чи напівстаціонарної змішувальної установки. Перевагами дорожніх фрез є їх відносно невисока вартість, мобільність; разом з тим, ці машини потребують багатократних проходів по одному сліду з розривом в часі при виконанні окремих технологічних операцій. Продуктивність фрези на різних операціях (розпушування, подрібнення, перемішування) складає:

$$\Pi = \frac{3600 \cdot v \cdot B \cdot h \cdot T \cdot k_B}{m \cdot (T + t)}$$

де V – швидкість руху, м/с;

B – ширина смуги, яка обробляється за один прохід, м;

h – товщина стабілізованого ґрунту, м;

m – необхідна кількість проходів по одному сліду;

k_B – коефіцієнт використання робочого часу, $k_B = 0,65-0,75$;

T – тривалість робочого ходу фрези, с;

t – час повороту, с

Головним параметром дорожніх фрез, які визначають їх виробничі можливості, є потужність. Для дорожніх фрез характерні наступні співвідношення встановленої потужності двигуна до поперечного перерізу смуги, що обробляється:

$$N_{уд} = \frac{N_{дв}}{h \cdot b} = 88...332$$

де $N_{дв}$ – потужність двигуна, кВт;

h - глибина обробки, м (іноді досягає 0,76 м);

b – ширина обробки, м (не перевищує 2,3 м).

При улаштуванні основ з стабілізованих ґрунтів на дорогах I-III категорій доцільно використовувати механізовані ланки з ведучою однопрохідною багатороторною ґрунтозмішувальною машиною, яка здатна виконувати подрібнення і перемішування ґрунту з в'язким матеріалом за один прохід. Ці машини відповідають наступним вимогам:

- 1) глибина обробки ґрунту (подрібнення, перемішування) регулюється і точно витримується при поступальному русі машини;
- 2) змішування з в'язкими матеріалами та іншими реагентами відбувається за один прохід до повної однорідності суміші;
- 3) дотримується точне дозування в'язких, води та інших компонентів;
- 4) готова суміш розподіляється рівним шаром на завдану товщину по ширині захвату машини і частково ущільнення.

Приготування укріплених ґрунтів в ґрунтозмішувальних кар'єрних установках організується при будівництві доріг I-III категорій. Ґрунтозмішувальна установка забезпечує отримання найбільш високоякісної ґрунтової суміші завдяки більш рівномірному розподіленню в'язкої речовини серед мінеральних зерен. В залежності від річного обсягу і завданого темпу будівельного потоку в ґрунтовому кар'єрі можуть працювати ґрунтозмішувальні установки продуктивністю від 12 до 400 т/год. Для скорочення обсягу транспортних робіт і збереженню якості суміші при транспортуванні

притрасові ґрунтові кар'єри вибирають з таким розрахунком, щоб максимальна дальність везення готової ґрунтової суміші не перевищувала 10 км.

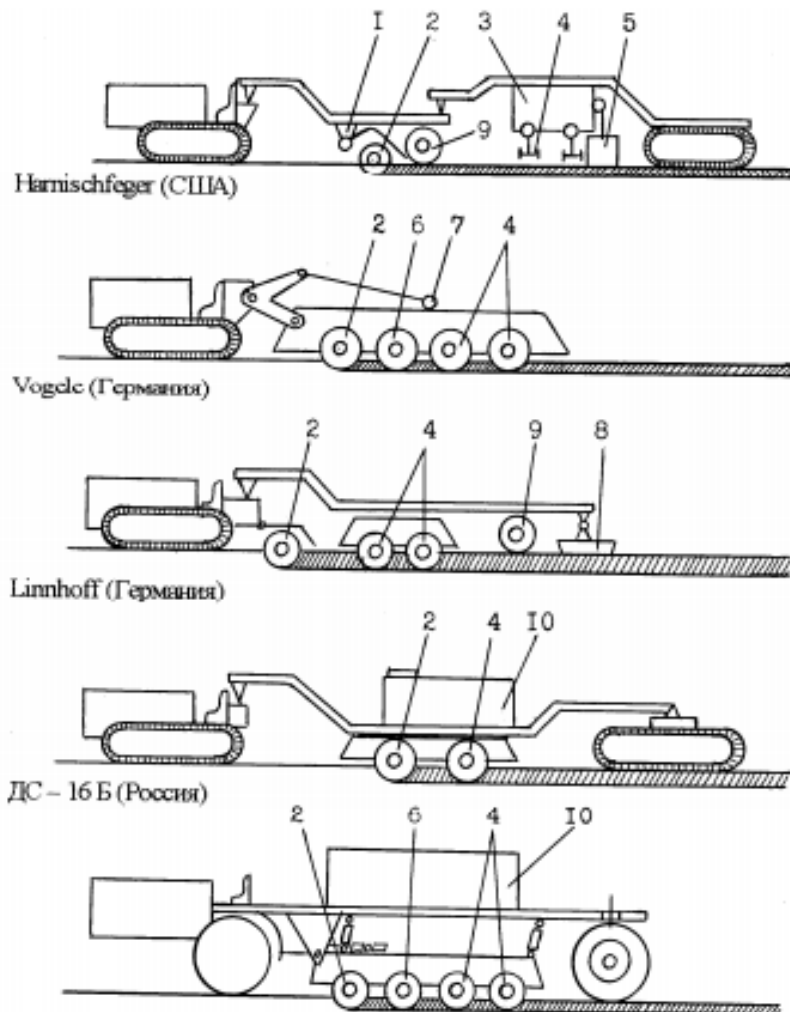


Рис. 6.1 Схеми дорожніх однопрохідних ґрунтозмішувальних машин
 1 – дозатор-розподільувач цементу; 2- фрезерний ротор; 3 – двигун другого причіпного агрегату; 4 – двохвальний змішувач; 5 – секційна трамбівка; 6 – допоміжний ротор для викидання ґрунту в змішувач; 7 – розподільувальча труба для рідких в'язучих і води; 8 – віброущільнювальний брус; 9 – каток на пневматичних шинах; 10 – витратні ємності для рідких в'язучих і води.

РОЗДІЛ 7

ЕКСПЛУАТАЦІЙНЕ УТРИМАННЯ

7.1. Експлуатаційне утримання автомобільних доріг

Експлуатаційне утримання доріг весною, літом і восени.

Експлуатаційне утримання земляного полотна заключається в попередженні, усуненні чи послабленні впливу на нього природних факторів і транспортних засобів. Для цього проводять систематичні роботи із забезпечення безперешкодного пропуску води по водовідвідним спорудам з прочисткою бокових водовідвідних каналів, вирубкою кущів, скошиванням трави, видаленням каменів. Весною необхідно швидко готувати систему водовідведення до пропуску талих вод, для чого слід очистити бокові канали від снігу автогрейдером. Водовідвідні канали можна розчищати вручну, улаштовуючи в снігу прорізи шириною 0,7 м і глибиною до рівня ґрунту.

Утримання язубіч і укосів включає поісне видалення з них снігу і льоду, скошування трави, видалення кущів, систематичне планування, зарівнювання ям, колій. Враховуючи, що здимання виникають внаслідок накопичення вологи в земляному полотні і нерівномірного відтанення полотна весною, ослабити процеси пучиноутворення можна очищенням дороги від снігу, особливо в кінці зими і початку весни. Задача складається в тому, щоб максимально прискорити відтанення і просихання, в першу чергу, бокових частин земляного полотна.

Перша ознака пучиноутворення – поява в окремих місцях на покритті поздовжніх і поперечних тріщин, вологих плям. Кількість тріщин збільшується, утворюючи сітку тріщин. Важливою мірою, яка попереджує здимання, є прокопування осушувальних воронок на узбіччях. Цю операцію краще всього виконувати за допомогою машини ЕД-201 з робочим органом роторного типу.;

Кафедра реконструкції аеропортів та автошляхів				НАУ 21 03 55 000 ПЗ			
<i>Виконав</i>	<i>Зорін О.С.</i>			Експлуатаційне утримання	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркуші</i>
<i>Керівник</i>	<i>Жданович М.П.</i>					54	65
<i>Консультант</i>	<i>Жданович М.П.</i>				406 АД 192		
<i>Н. Контр.</i>	<i>Пилипенко О.І.</i>						
<i>Зав. каф.</i>	<i>Пилипенко О.І.</i>						

Воронки рою тую з обох боків здиманної ділянки в шахматному порядку на відстані 4 м одна від іншої, шириною 0,2...0,3 м і глибиною, рівною товщині дорожнього одягу з підстилаючим піщаним шаром.

Утримання смуги відведення включає:

- 1) видалення сорних трав;
- 2) вирубування кущів, які ростуть близько до дороги і здатні викликати снігові замети;
- 3) прибирання сміття з смуги відведення;
- 4) догляд за резервами і кавал'єрами;
- 5) покращення стоку води з смуги відведення з плануванням окремих ділянок і наданням їм необхідного похилу;
- 6) ліквідацію застою води в понижених місцях;
- 7) утримання тракторних шляхів, а при необхідності – профілювання їх;
- 8) ліквідацію ям, рвів, колій та інших заглиблень і нерівностей.

Роботи з утримання проїзної частини заключаються в догляді за дорожнім одягом, ліквідації невеликих пошкоджень. На ґрунтових дорогах утримання проїзної частини, по суті, являє собою заходи з утримання земляного полотна.

Утримання доріг з удосконаленими покриттями – це очистка покриття від пилу і бруду та мийка їх за допомогою поливо мийних машин. Ділянки, на яких надлишкова кількість органічного в'язучого виступає на поверхню, присипають кам'яним дріб'язком, висівками, крупнозернистим піском.

На перехідних покриттях улаштовують наметання кам'яного дріб'язку на покриття, знесення водою. Весною і восени необхідно очищувати покриття від бруду, що наноситься колесами з узбіччя і примикаючи доріг нижших технічних категорій, відводити воду.

Гравійні покриття вирівнюють профілюванням автогрейдером. В склад робіт з утримання дорожніх огорожень входить періодичний огляд огорожень і сигнальних стовбчиків, заміна і дрібний ремонт несправних елементів, підтягування кріплень.

До утримання дорожніх будівель, автопавільйонів відносяться: усунення невеликих дефектів кровлі, укріплення сходів і перил, утеплення вікон і дверей,

усунення пошкоджень центрального опалення, водопроводу і каналізації, фарбування і побілка.

Заходи пропуску весняного льодоходу і паводку включають:

- 1) огляд і ремонт опор і ледорізів;
- 2) проміри дна у опор, укріплення лідорезів кам'яною наброскою;
- 3) виявлення товщини, структури і міцності льодового покриву;
- 4) попереднє послаблення льоду, звільнення опор і ледорізів;
- 5) розколювання льодового покриву в найближчих водоймищах;
- 6) заготівлю матеріалів для боротьби з розмивами – мішків з піском, каменем, хворосту;
- 7) спостереження за проходом льоду через спорудження, станом річкового русла, коливанням горизонту води, швидкістю течії.

7.2. Зимове утримання доріг

Зимове утримання являє собою комплекс заходів, що включає захист доріг від снігових заметів, очищення від снігу, боротьбу із зимовою слизькістю, наледями.

Щоб створити найкращі умови для руху автомобілів, проводять:

- 1) профілактичні заходи, мета яких – не допустити чи максимально послабити утворення снігових і льодових відкладень (зменшення снігозаносності доріг, обробка покриттів хімічними протиожеледними матеріалами);
- 2) захисні міри для перешкодження доступу до дороги снігу і льодових відкладень;
- 3) заходи з видалення наявних снігових і льодових відкладень, зменшенню їх впливу на автомобільний рух.

При товщині шару снігу на покритті від 2 до 20 мм в залежності від його температури і вологості умови руху стають складними. Вантажні автомобілі можуть рухатися, якщо товщина пухкого снігу – від 80 до 120 мм. При товщині пухкого снігу 2...5 мм чи наявності ущільненого шару нормальні умови для руху створюються тільки на підйомах в 10...30%.

Вищий рівень зимового утримання – це забезпечення чистої сухої поверхні, коли шар снігу на покритті під час хуртовин і снігопадів не перевищує 5 мм, а строк його видалення не перевищує 1 години після закінчення снігопада.

За рівнем зимового утримання всі дороги поділяють на три групи:

1) чисті на всю ширину проїзної частини;

2) з чистою серединою проїзної частини;

3) з ущільненим снігом на проїзній частині. При спокійних снігопадах на дорогах утворюються порівняно рівномірні відкладення невеликої щільності (0,07...0,15 г/см³) і малої товщини (в більшості випадків – від 10 до 50 мм, рідше – від 60 до 150 мм).

При хуртовинах на дорожньому полотні утворюються заноси – відкладення снігу, принесеного вітром, суттєвою відмінністю яких є велика товщина і щільність, що ускладнюють їх видалення. Щільність заметів значна – від 0,20 до 0,35 г/см³ і більше. В нульових відмітках снігові замети бувають товщиною 0,6...1,0 м. У виїмках вони можуть досягати 5...6 м.

Головні причини снігових заметів – це зниження швидкості вітру, підвищена шорсткість і наявність мікронерівностей. Головними заходами, які забезпечують незносність насипів, є підйом земляного полотна до незаносної відмітки і надання поперечному профілю дороги обтікаємого для сніговітрового потоку очертання. Висота незаносного насипу визначається з виразу:

$$H_n = H_n + \Delta H,$$

де H_n – розрахункова висота снігового покриву з ймовірністю перевищення 5%, м;

ΔH – перевищення над сніговим покривом, яке забезпечує незаносність насипу, м, залежить від ширини земляного полотна

Таблиця 7.2 – Перевищення над сніговим покривом

Ширина земляного	28	15	12	10	8
---------------------	----	----	----	----	---

полотна					
ΔН, м	1,2	0,7	0,6	0,5	0,4

Для зменшення снігозаносності виїмок рекомендуються наступні заходи:

1) у виїмках глибиною до 1 м улаштувати більш пологі похили від 1 : 5 до 1 : 10;

2) у виїмках глибиною від 1 до 5 м з крутими укосами улаштувати додаткові полки шириною не менше 4 м для проїзду роторних снігоочищувачів (у виїмках глибше 5 м додаткові полки не потрібні).

Для захисту доріг від снігових заметів застосовують снігозатримуючі пристрої і висаджують снігозахисні насадження, які працюють по принципу ослаблення швидкості вітру і осадження снігової маси на визначеній відстані від дороги. До снігозатримуючих пристроїв відносять: переносні щити, снігозатримуючі забори, снігозахисні пристрої з снігу чи місцевих матеріалів. Відстань установки від дороги одиночних щитових ліній призначають з урахуванням обсягу снігоприносу: воно складає 30...60 м. Максимальне віддалення одиночних щитових ліній не повинно перевищувати 100 м.

Снегозахисні насадження повинні задовольняти наступним вимогам:

1) відповідність їх конструкції і розміщення обсягу приносимого до дорозі снігу;

2) достатня відстань від посадок до дороги, щоб сніговий шлейф не міг вийти на неї.

Насадження для захисту автомобільних доріг від снігових заметів створюють у вигляді живих огорож чи лісових смуг.

7.2. Зимове утримання доріг

Зимове утримання являє собою комплекс заходів, що включає захист доріг від снігових заметів, очищення від снігу, боротьбу із зимовою слизькістю, наледями.

Щоб створити найкращі умови для руху автомобілів, проводять:

1) профілактичні заходи, мета яких – не допустити чи максимально послабити утворення снігових і льодових відкладень (зменшення снігозаносності доріг, обробка покриттів хімічними протиожеледними матеріалами);

2) захисні міри для перешкодження доступу до дороги снігу і льодових відкладень;

3) заходи з видалення наявних снігових і льодових відкладень, зменшенню їх впливу на автомобільний рух.

При товщині шару снігу на покритті від 2 до 20 мм в залежності від його температури і вологості умови руху стають складними. Вантажні автомобілі можуть рухатися, якщо товщина пухкого снігу – від 80 до 120 мм. При товщині пухкого снігу 2...5 мм чи наявності ущільненого шару нормальні умови для руху створюються тільки на підйомах в 10...30%.

Вищий рівень зимового утримання – це забезпечення чистої сухої поверхні, коли шар снігу на покритті під час хуртовин і снігопадів не перевищує 5 мм, а строк його видалення не перевищує 1 години після закінчення снігопада.

За рівнем зимового утримання всі дороги поділяють на три групи:

1) чисті на всю ширину проїзної частини;

2) з чистою серединою проїзної частини;

3) з ущільненим снігом на проїзній частині. При спокійних снігопадах на дорогах утворюються порівняно рівномірні відкладення невеликої щільності ($0,07...0,15 \text{ г/см}^3$) і малої товщини (в більшості випадків – від 10 до 50 мм, рідше – від 60 до 150 мм).

При хуртовинах на дорожньому полотні утворюються заноси – відкладення снігу, принесеного вітром, суттєвою відмінністю яких є велика

товщина і щільність, що ускладнюють їх видалення. Щільність заметів значна – від 0,20 до 0,35 г/см³ і більше. В нульових відмітках снігові замети бувають товщиною 0,6...1,0 м. У виїмках вони можуть досягати 5...6 м.

Головні причини снігових заметів – це зниження швидкості вітру, підвищена шорсткість і наявність мікронерівностей. Головними заходами, які забезпечують незносність насипів, є підйом земляного полотна до незаносної відмітки і надання поперечному профілю дороги обтікаємого для сніговітрового потоку очертання. Висота незаносного насипу визначається з виразу:

$$H_n = H_{п} + \Delta H,$$

де $H_{п}$ – розрахункова висота снігового покриву з ймовірністю перевищення 5%, м;

ΔH – перевищення над сніговим покривом, яке забезпечує незаносність насипу, м, залежить від ширини земляного полотна

Таблиця 7.2 – Перевищення над сніговим покривом

Ширина земляного полотна	28	15	12	10	8
ΔH , м	1,2	0,7	0,6	0,5	0,4

Для зменшення снігозаносності виїмок рекомендуються наступні заходи:

1) у виїмках глибиною до 1 м улаштувати більш пологі похили від 1 : 5 до 1 : 10;

2) у виїмках глибиною від 1 до 5 м з крутими укосами улаштувати додаткові полки шириною не менше 4 м для проїзду роторних снігоочищувачів (у виїмках глибше 5 м додаткові полки не потрібні).

Для захисту доріг від снігових заметів застосовують снігозатримуючі пристрої і висаджують снігозахисні насадження, які працюють по принципу ослаблення швидкості вітру і осадження снігової маси на визначеній відстані від дороги. До снігозатримуючих пристроїв відносять: переносні щити,

снігозатримуючі забори, снігозахисні пристрої з снігу чи місцевих матеріалів. Відстань установки від дороги одиночних щитових ліній призначають з урахуванням обсягу снігоприносу: воно складає 30...60 м. Максимальне віддалення одиночних щитових ліній не повинно перевищувати 100 м.

Снегозахисні насадження повинні задовольняти наступним вимогам:

1) відповідність їх конструкції і розміщення обсягу приносимого до дорозі снігу;

2) достатня відстань від посадок до дороги, щоб сніговий шлейф не міг вийти на неї.

Насадження для захисту автомобільних доріг від снігових заметів створюють у вигляді живих огорож чи лісових смуг.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Різні методи укріплення ґрунтів, що оснований на докорінному змінненні та покращанні властивостей ґрунтів шляхом введення в них добавок в'язних матеріалів та інших активних речовин, знайшли практичне застосування з позитивними результатами в різних природних та ґрунтово-геологічних умовах.

Важливим фактором при оцінці будівельних (фізико-механічних) властивостей (здатності до покращання властивостей) ґрунтів є вміст та мінералогічний склад найбільш активної і найважливішої тонко - дисперсної частини ґрунту – глинистих часток.

Враховуючи перспективність укріплення та стабілізації ґрунтів різними методами, необхідно проводити випробування в напрямку:

– підвищення адгезійного щеплення в'язних речовин та їх новоутворень в зоні контакту з ґрунтовими частинками та їх макро- і мікроагрегатами.

– покращання структурно-механічних властивостей укріплених ґрунтів (підвищення або зменшення їх деформативності в залежності від типу їх структури), підвищення їх морозота водостійкості;

– вивчення ефективності впливу різних поверхнево-активних речовин та інших хімічних речовин для підвищення гідрофобності укріплених ґрунтів різного генезису та хімікомінералогічного складу;

– розробка технічно обґрунтованих характеристик та показників властивостей укріплених ґрунтів, котрі відповідають сучасним вимогам, пред'явленим до проектування дорожніх одягів.

Великі техніко-економічні переваги дорожніх основ та покриттів з укріплених ґрунтів можуть бути повністю реалізовані лише при чіткій організації робіт і використання сучасних засобів механізації, а саме, важливу роль в формуванні властивостей укріпленого ґрунту відіграють фізичні та механічні процеси, що виникають при подрібненні ґрунту, його поєднанні з в'язним

Кафедра реконструкції аеропортів та автошляхів				НАУ 21 03 55 000 ПЗ			
<i>Виконав</i>	<i>Зорін О.С.</i>			Загальні висновки	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Керівник</i>	<i>Жданович М.П.</i>					62	65
<i>Консультант</i>	<i>Жданович М.П.</i>				406 АД 192		
<i>Н. Контр.</i>	<i>Пилипенко О.І.</i>						
<i>Зав. каф.</i>	<i>Пилипенко О.І.</i>						

Список використаних джерел

1. ДБН В.2.3-4:2015 Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво
2. Проектирование автомобильных дорог: Справочник инженера-дорожника / Под ред. Г.А.Федотова. – М.: Транспорт, 1989. – 437 с.
3. Нечипоренко Л. А. Условия залегания и тектоническая предопределенность антропогенного покрова Белоруссии. – Мн.: Наука и техника, 1989. – 114 с.
4. Леонovich И. И., Вырко Н. П., Лыщик П. А. Формулы и зависимости для решения дорожных и транспортных задач. – Мн.: Выш. школа, 1974. – 479 с.
5. Леонovich И. И. Автомобильные лесовозные дороги. – Мн.: Высш. школа, 1965. – 395 с.
6. Вейцман М. И. и др. Дорожная терминология. – М: Транспорт, 1985. – 310 с.
7. Леонovich И. И. Терминологический словарь по лесным дорогам. – Мн.: Изд-во Белорусского университета, 1970. – 166 с.
8. Леонovich И. И., Вырко Н. П. Механика земляного полотна. – Мн.: Наука и техника, 1975. – 232 с.
9. Бабаскин Ю. Г. Дорожное грунтоведение и механика земляного полотна дорог: Учеб. пособие. – Мн.: БГПА, 2001. – 223 с.
10. Львович Ю. М., Мотылев Ю. Л. Укрепление откосов земляного полотна автомобильных дорог. – М: Транспорт, 1979. – 159 с.
11. Иванов Н. Н. и др. Строительство автомобильных дорог. – М.: Транспорт, 1970. – 487 с.
12. Некрасов В. К. и др. Строительство автомобильных дорог. Т. 1. – М: Транспорт, 1980. – 416 с.
13. Безрук В. М., Еленович А. С. Дорожные одежды из укрепленных грунтов. – М.: Высш. школа, 1969. – 330 с.

14. Инструкция по применению грунтов, укрепленных вяжущими материалами, для устройства оснований и покрытий автомобильных дорог и аэродромов. – М.: Стройиздат, 1975. – 127 с.

15. Б а б а с к и н Ю. Г., П е т р а ш е в с к и й Р. И. Укрепление грунтов цементом. Метод. пособие к лаб. работам по дисц. «Специальные вопросы укрепления грунтов» для студ. спец. Т.19.03 «Строительство дорог и транспортных объектов». – Мн.: БГПА, 1998. – 57 с. 200

15. Автомобильные дороги Беларуси. Энциклопедия / Под ред. А.В.Минина. – Мн.: Беларуская Энцыклапедыя, 2002. – 672 с.

16. Г о р е л ы ш е в Н. В. и др. Материалы и изделия для строительства дорог: Справочник. – М.: Транспорт, 1986. – 288 с.

17. Рекомендации по устройству защитных слоев износа по мембранной технологии на автомобильных дорогах с жесткими дорожными одеждами (утверждены приказом Комитета по автомобильным дорогам № 25 от 24 февраля 1999 г.) – Мн.: НПО «Белавтодорпрогресс», 1999. – 20 с.

18. Л е о н о в и ч И. И., С т р и ж е в с к и й В. А., Ш у м ч и к К. Ф. Испытание дорожно-строительных материалов. – Мн.: Выш. школа, 1991. – 233 с.

19. А х в е р д о в И. Н. Основы физики бетона. – М.: Стройиздат, 1981. – 464 с. 20. Б о ч и н В. А. Строительство автомобильных дорог: Справочник инженера-дорожника. – М.: Транспорт, 1980. – 511 с

21. Безрук В.М. Укрепление грунтов. – М., Транспорт, 1965. – 346 с.

22. Безрук В.М. Укрепление грунтов в дорожном строительстве за рубежом // Автомобильные дороги. – 1970.-№ 1. – С. 26-27.

23. Маркова Э.Я. Комплексное укрепление песчаного грунта с использованием отвальной золошлаковой смеси // Исследование свойств и эффективной области применения дорожно – строительных материалов. – М., 1981. – С. 31-35. – (Сб. науч. тр. / Гипродорнии).

24. Ольховиков В.М., Бахрах М.Г. Использование отходов синтетических материалов для повышения расчетных характеристик цементогрунта. – М., 1992. – С. 33-37. – (Тр. / НПО «Росдорнии»; Выш. 5).

25. Бесараб О.М., Гуріна Л.І., Смолянець В.В. Оцінка впливу добавки в ґрунт RVI-81 на підвищення довговічності дорожнього одягу. Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. – К., 2008. – Вип. 75. – С. 73-81.

26. Бесараб О.М., Гуріна Л.І., Опросенко І.О. Дослідження добавки Infra Crete для підвищення фізико-механічних властивостей ґрунту. Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. – К., 2008. – Вип. 75. – С. 260-266.