

Міністерство освіти і науки України

Луцький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет архітектури, будівництва та дизайну

(повне найменування факультету)

Кафедра будівництва та цивільної інженерії

(повна найменування кафедри)

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ЗА СТУПЕНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ «БАКАЛАВР»**

**КАПІТАЛЬНИЙ РЕМОНТ АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ М-05
КИЇВ – ОДЕСА в обхід н.п. СНІЖКИ КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія
(шифр і назва спеціальності)

освітня програма Будівництво та цивільна інженерія
(назва освітньої програми)

Виконав: здобувач вищої освіти
групи БЦІ-42
ТРУБАЙЛО Роман Юрійович

(підпис)

Керівник: к.т.н., доцент
Талах Людмила Олександрівна

(підпис)

Кваліфікаційну роботу
допущено до захисту
« » _____ 2024_ р.
к.т.н., професор
Гарант освітньої програми:
Андрійчук Олександр Валентинович

(підпис)

Луцьк – 2024 року

ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет архітектури, будівництва та дизайну
Кафедра будівництва та цивільної інженерії
Ступінь вищої освіти бакалавр
Галузь знань 19 Архітектура та будівництво
Спеціальність 192 – Будівництво та цивільна інженерія
Освітня програма «Будівництво та цивільна інженерія»
Індивідуальна освітня траєкторія здобувача «Автомобільні дороги та аеродроми»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри будівництва та
цивільної інженерії

_____ О. УЖЕГОВА

"29_" грудня 2023 року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

ТРУБАЙЛУ Роману Юрійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи _____
Капітальний ремонт автомобільної дороги М-05 Київ – Одеса в обхід н.п. Сніжки Київської області

Керівник кваліфікаційної роботи Людмила ТАЛАХ, к.т.н., доцент
(ім'я, прізвище, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від " 29 " грудня 2023 року № 430/01-02

2. Строк подання здобувачем кваліфікаційної роботи 01 червня 2024 р.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи магістра: Матеріали інженерних вишуквань по об'єкту: кліматичні умови регіону; дані по будівельно-матеріальним ресурсам регіону; характеристики транспортних потоків; план місцевості з даними по землеволодінню, інфраструктурі, комунікаціях; ґрунтово-геологічні характеристики; гідрологічні дані по місцевості.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
Вступ, Розділ 1. Планувальні рішення, Розділ 2. Конструктивні рішення, Розділ 3. Технологія будівництва, Розділ 4. Організація будівництва,

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1. План автомобільної дороги

2. Поздовжній профіль

3. Поперечні профілі земляного полотна

4. Конструкції дорожнього одягу

5. Будівельний генеральний план

6. Лінійний календарний графік

7. Технологічна карта

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1. Планувальні рішення	ТАЛАХ Л.О., доцент		
2. Конструктивні рішення	ПРОЦЮК В.О., доцент		
3. Технологія будівництва	ШИМЧУК О.П., доцент		
4. Організація будівництва	ШИМЧУК О.П., доцент		

7. Дата видачі завдання "29 " грудня 2023 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Перша контрольна перевірка. Проектні рішення. Конструктивні рішення.	05.05.2024	
2	Друга контрольна перевірка. Технологія будівництва	25.05.2024	
3	Третя контрольна перевірка. Організація будівництва	01.06.2024	
4	Подання виконаної кваліфікаційної роботи на інструментальну перевірку щодо академічного плагіату	08.06.2024	
5	Подання виконаної роботи з відгуком керівника на підпис завідувачу кафедри, направлення на рецензію	12.06.2024	
6	Подання виконаної роботи на підпис декану та відповідальному секретарю екзаменаційної комісії	12.06.2024	
7	Захист кваліфікаційної роботи	22.06.2024	

Здобувач вищої освіти _____
(підпис)

Роман ТРУБАЙЛО _____
(ім'я та прізвище)

Науковий керівник _____
(підпис)

Людмила ТАЛАХ _____
(ім'я та прізвище)

Гарант освітньої програми _____
(підпис)

Олександр АНДРІЙЧУК _____
(ім'я та прізвище)

АНОТАЦІЯ

ТРУБАЙЛО Р.Ю. Капітальний ремонт автомобільної дороги М-05 Київ – Одеса в обхід н.п. Сніжки Київської області. Рукопис.

Кваліфікаційна робота бакалавра ОП «Будівництво та цивільна інженерія» спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія. Луцький національний технічний університет. Луцьк, 2024.

Кваліфікаційна робота бакалавра складається з вступу, чотирьох розділів, висновку, списку використаних джерел, додатків.

У роботі досліджено кліматологічні особливості району будівництва, стан автомобільної дороги та запропоновано виконання капітального ремонту автомобільної дороги з конкретним земляним полотном та дорожнім одягом.

Загальна протяжність частини шляху, який проектується становить 2,800 км. Ділянка дороги, яка проектується має 3 кути повороту.

Мінімальний радіус горизонтальних кривих 2900 м. Типи кривих – кругові криві з перехідними кривими.

Максимальний поздовжній ухил – 9,8 ‰. Мінімальні радіуси вертикальних кривих: випуклих – 25000 м, а увігнутих – 9100 м.

Основою земполотна є еолово-делювіальні відклади, які представлені суглинками лесовидними, легкими пілуватими, твердими та напівтвердими. Висота земполотна після капремонту ув'язана і дорівнює висоті існуючого земполотна з деякою досипкою та незначною заміною ґрунту.

Проектом передбачено 7 типів дорожнього одягу.

Ключові слова: автомобільна дорога, капітальний ремонт, земляне полотно, дорожній одяг, штучна споруда.

ABSTRACT

TRUBAILO R. Yu. Reconstruction of highway N-03 Zhytomyr – Chernivtsi in Dunayivtsi, Khmelnytskyi region. Manuscript.

Bachelor's qualifying work of OP "Construction and Civil Engineering" specialty 192 Construction and Civil Engineering. Lutsk National Technical University. Lutsk, 2024.

The bachelor's qualification work consists of an introduction, four sections, a conclusion, a list of used sources, and appendices.

In the work, the climatological features of the construction area, the condition of the road, and the capital repair of the road with a concrete ground surface and road surface were proposed.

The total length of the planned part of the road is 2,800 km. The planned section of the road has 3 turning angles.

The minimum radius of horizontal curves is 2900 m. The types of curves are circular curves with transitional curves.

The maximum longitudinal slope is 9.8‰. The minimum radii of vertical curves: convex – 25,000 m, and concave – 9,100 m.

The basis of the soil is eolian-deluvial sediments, which are represented by loamy loams, light dusty, hard and semi-hard. The height of the embankment after the overhaul is fixed and equal to the height of the existing embankment with some filling and minor soil replacement.

The project envisages 7 types of road clothing.

Key words: highway, major repair, ground surface, road wear, artificial structure.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1. ПЛАНУВАЛЬНІ РІШЕННЯ	
1.1. Природні умови	9
1.2. Оцінка впливів проведення капремонту автодороги на навколишнє середовище	12
1.3. План	13
1.4. Поздовжній профіль	14
1.5. Земляне полотно	14
1.6. Об'єми земляних робіт	14
1.7. Будівлі і споруди дорожньої та автотранспортної служб	18
РОЗДІЛ 2. КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ	
2.1. Дорожній одяг	20
2.2. Розрахунок дренажного шару	24
2.3. Штучні споруди	25
2.4. Поверхневий водовідвід	27
2.5. Розрахунок швидкотоку	29
РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВНИЦТВА	
3.1. Визначення обсягів робіт	32
3.2. Підготовчі роботи	36
3.3. Технологія будівництва водоперепускної труби	38
3.4. Технологія влаштування земляного полотна	41
3.5. Технологія будівництва дорожнього одягу	44
РОЗДІЛ 4. ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА	
4.1. Розрахунок тривалості будівництва	53
4.2. Розрахунок транспорту для перевезення будівельних матеріалів ...	55
4.3. Будівельний генеральний план	57
4.4. Лінійний календарний графік	59
ВИСНОВОК	60
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	61

Графічна частина 62

ВСТУП

Даний проєкт розроблений згідно завдання на тему: «Капітальний ремонт а/д М-05 Київ – Одеса в обхід н.п. Сніжки Київської області».

Магістральна траса М-05 (міжнародного значення) тягнеться по території Кіровоградської, Київської, Черкаської, Одеської та Миколаївської областей. Вона забезпечує транспортні сполучення з виходом до порту Одеса на березу Чорного моря між областями України і є складовою міжнародного транспортного коридору №9 Гельсінкі – Київ – Одеса.

Магістральна траса М-05 забезпечує обслуговування населення на прилеглих територіях і розвиток сільськогосподарського виробництва і промисловості.

Початок будівництва дороги припадає ще на 1926 рік, яке тривало по 1960. Тоді автошлях мав параметри III категорії. Згодом почалися роботи по реконструкції траси на I категорію, які тривали по 2002 рік. Приблизно в нульових роках цього століття було побудовано об'їзну дорогу навкоо села Сніжки Київської області. Станом на даний час автодорога вже потребує капітального ремонту. Про це свідчать незадовільні дорожні умови на ділянці, зруйноване покриття дорожнього полотна, укосів земполотна тощо.

Ділянка капремонту розташована в межах Білоцерківського району Київської області в обхід села Сніжки.

В результаті здійснення капітального ремонту будуть поліпшені ТЕП, знижена собівартість перевезення різного роду вантажів і зменшиться час перебування в дорозі, підвищиться безпека руху.

На підставі варіантних розробок і порівнянь їх за вартісними, експлуатаційними, технологічними та економічними характеристиками прийнято оптимальне проєктне рішення по схемі транспортної розв'язки та конструкції дорожнього одягу.

РОЗДІЛ 1 ПЛАНУВАЛЬНІ РІШЕННЯ

1.1. Природні умови

Район розміщення об'єкту віднесено до У-ІІ ДКЗ значного зволоження в окремі роки. Оподи річною кількістю складають 555 мм з них 73 % рідкі. Сніговий покрив зберігається на протязі 98-100 днів, зберігаючи висоту до 16 см. У році така кількість днів: з ожеледицею – 10, хуртовиною – 15, з туманами – 60. Середньомісячні температури повітряного середовища представлені на рис. 1.1.



Рисунок 1.1 Середньомісячна температура повітря

Період тривалості середньодобової температури повітря меншою, або рівною 0°C складає 118 днів.

Весною дата переходу середньодобової температури повітря через :

<u>0° C</u>	<u>5° C</u>	<u>10° C</u>
16.III	6.IV	26.IV

Дата переходу середньодобової температури повітря восени через :

<u>0° C</u>	<u>5° C</u>	<u>10° C</u>
21.XI	25.X	6.X

Домінуючі вітряні напрямки представлені на рис. 1.2.

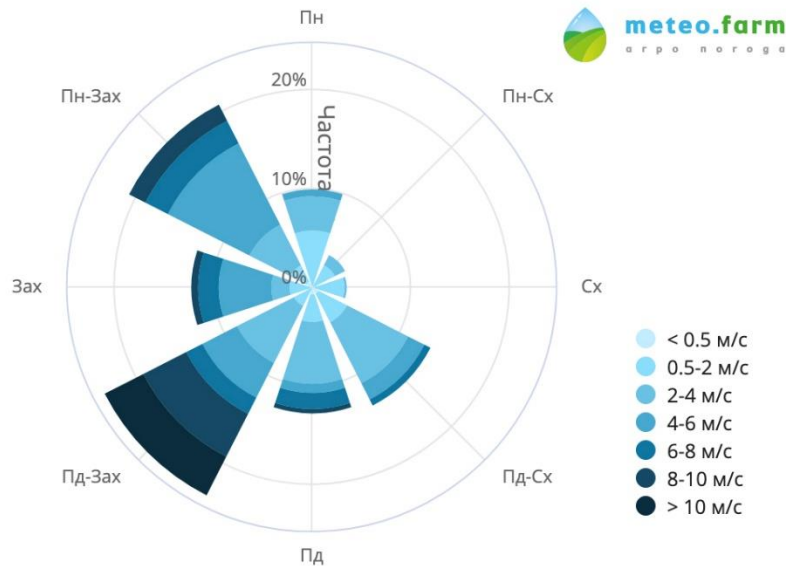


Рисунок 1.2 Роза вітрів

Відповідно геоморфологічному районуванню траса знаходиться в межах Північнопридніпровської пластово-денудаційної рівнини на відкладах неогенових та палеогенових.

Складність інженерно-геологічних умов відображено на рисунку 1.3.

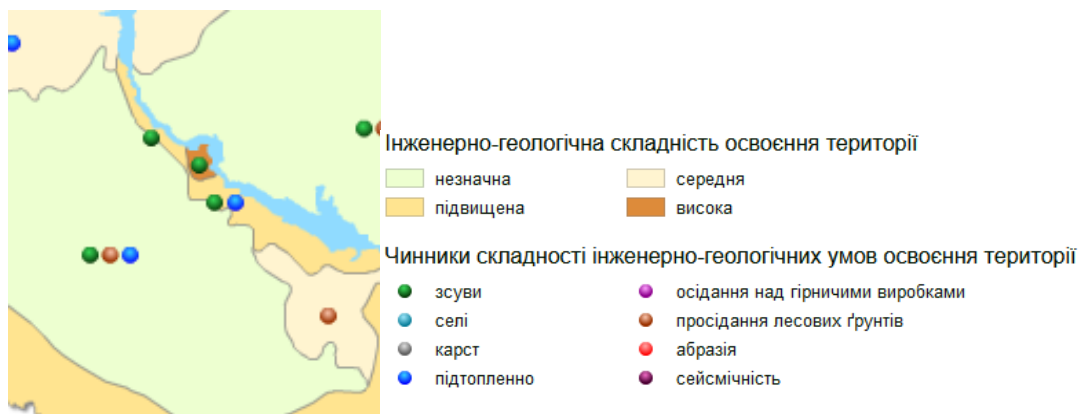


Рисунок 1.3 Інженерно-геологічні умови

Ділянка вишукувань за умовами зволоження відноситься до I типу. На ділянках водопропускних труб км 175+086, км 177+086 відносяться до 2 типу.

Грунтові води в процесі буріння на даній ділянці, до глибини буріння 5-7 м не виявлені. Грунтово-геологічні умови в цілому сприятливі для дорожніх робіт.

Основою земполотна являються еолово-делювіальні відклади, які

представлені суглинками лесовидними, легкими пілуватими, твердими та напівтвердими. Зверху вищеназвані ґрунти перекриваються ґрунтово-рослинним шаром – потужністю 0,2-0,8 м.

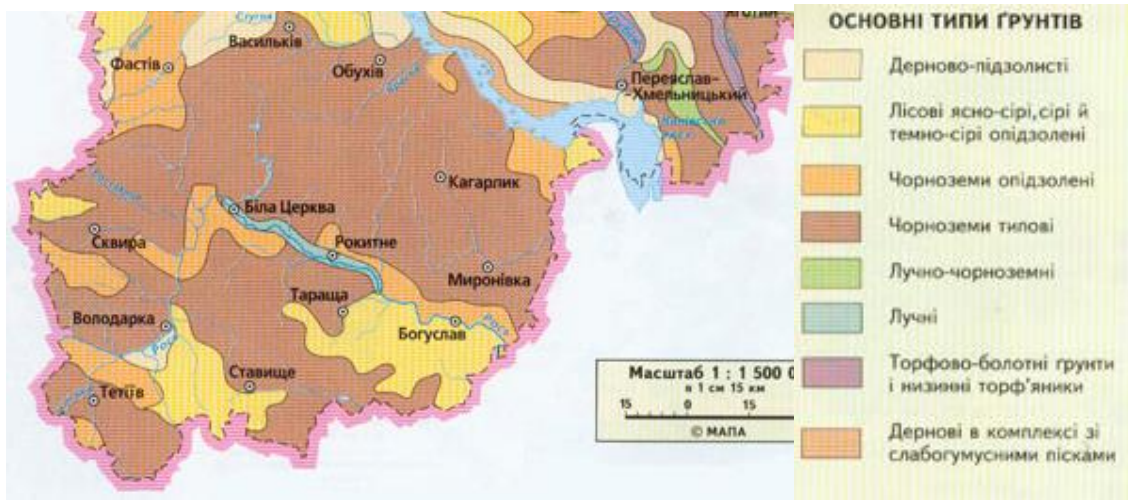


Рисунок 1.4 Ґрунти району

Групу ґрунтів за важкістю розробки:

- суглинок – 35б;
- ґрунтово-рослинний шар – 9б.

Структура земельного фонду Київщини представлена на рис. 1.5.

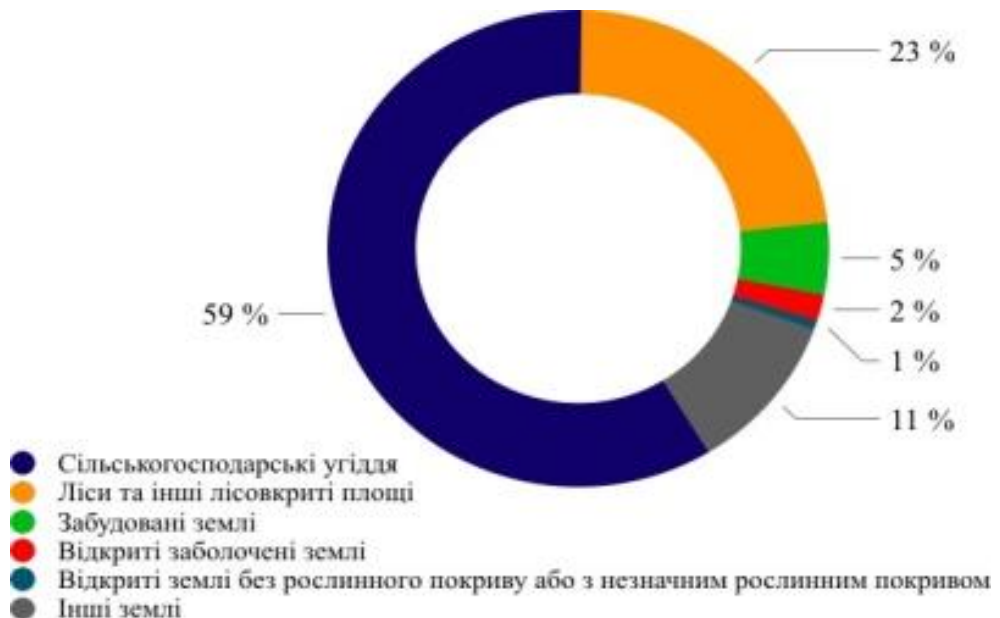


Рисунок 1.5 Структура земельного фонду

1.2. Оцінка впливів проведення капремонту автодороги на навколишнє середовище

Оцінка впливів на навколишнє середовище автодороги після її капремонту виконувалась за методикою «Екологія в дорожньому будівництві». При цьому враховувались зміна класу та параметрів дороги, якості дорожнього покриття, кількості проїзdnих смуг, зростання середньої швидкості руху та збільшення інтенсивності автомобілепотоку, вирубування придорожніх насаджень.

Результати прогнозованої оцінки представлено в графічному вигляді на рис. 1.6-1.8.

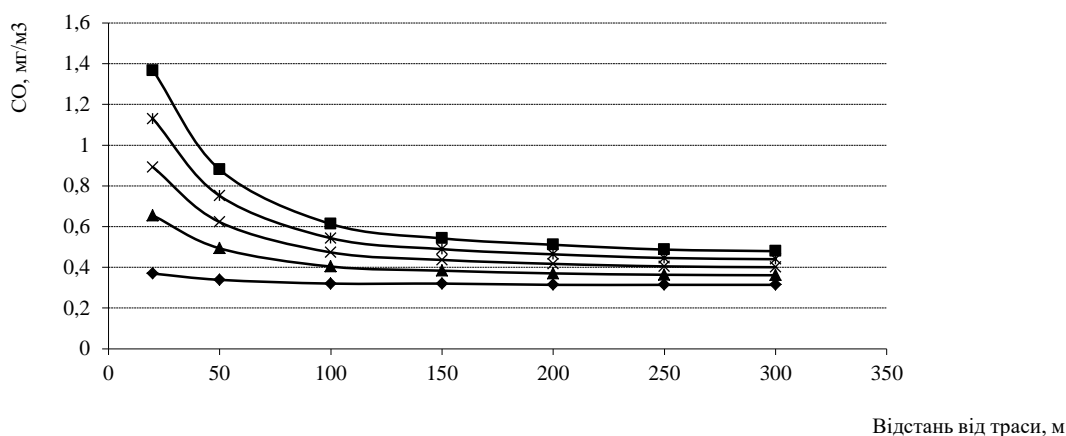


Рисунок 1.6 Прогнозоване додаткове забруднення повітря CO в зоні впливу після капремонту конструкції ділянки км175+000– км 177+800

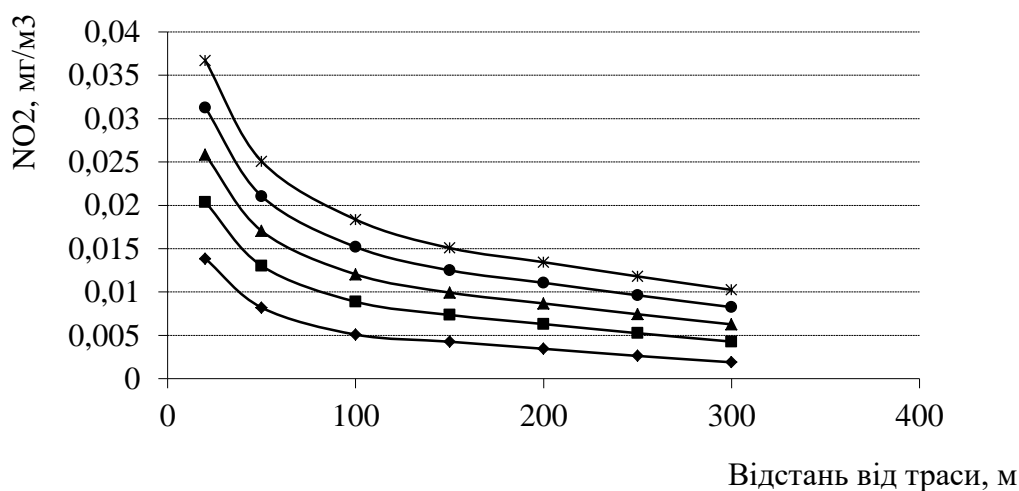


Рисунок 1.7 Прогнозоване додаткове забруднення повітря NO₂ в зоні впливу після капремонту конструкції ділянки км175+000– км 177+800

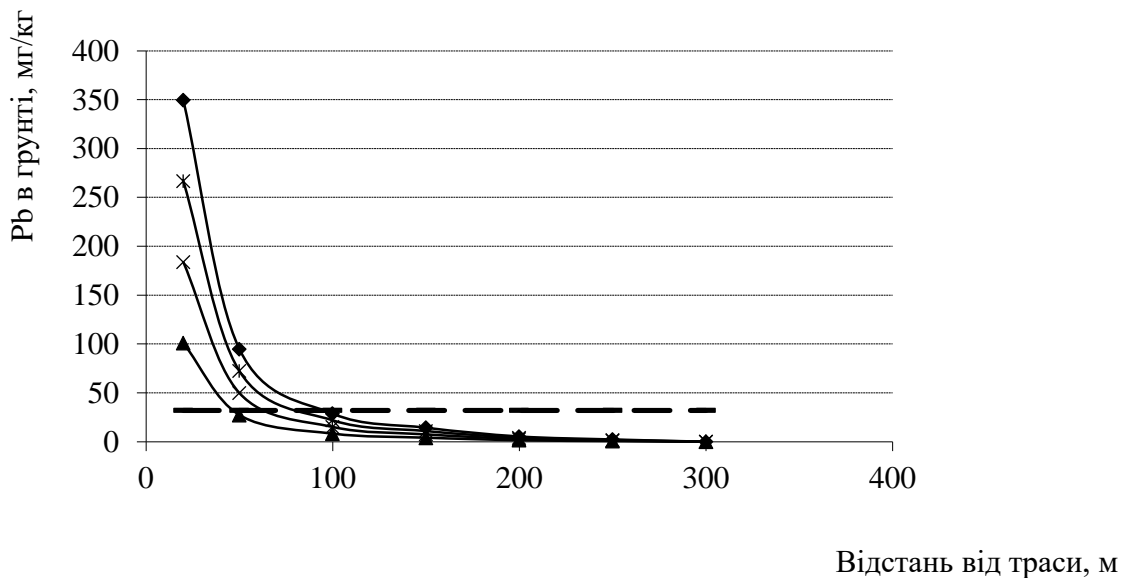


Рисунок 1.8 Прогнозований додатковий вміст свинцю в ґрунтах у зоні впливу після капремонту

Аналіз можливих аварійних ситуацій на автотрасі засвідчив, що на відстані понад 40-60 м від траси вони не спричинятимуть додаткових впливів на населення та довкілля, а за межами захисної зони (300 м) вплив наслідків аварійних ситуацій виключається.

1.3. План

Початок ділянки – на ПК750+00, що відповідає км 175+047 автомобільної дороги Київ – Одеса, кінець ділянки ПК 778+00 і відповідає км 177+847 вказаної ділянки. Довжина ділянки 2,800 км.

Категорія проєктної діляки Іб [1,2].

На відстані 13,50 м від правої осі проходить вісь лівого проїзду. Праворуч вісь дороги співпадає з вісю існуючої дороги.

Основні ТЕП траси:

- загальна довжина – 2,8 км;
- кількість кутів повороту – 3 шт;
- мінімальний радіус горизонтальних кривих – 2900 м;
- типи кривих – кругові криві з перехідними кривими.

1.4. Поздовжній профіль

Основні ТЕП профілю:

максимальний поздовжній ухил – 9,8 ‰;

мінімальні радіуси вертикальних кривих:

- випуклих - 25000 м;

- увігнутих - 9100 м.

1.5. Земляне полотно

Частина проєктного шляху повністю піддається капремонту при мінімальних матеріальних і фінансових затратах.

Висота землполотна після капремонту ув'язана і дорівнює висоті існуючого землполотна з деякою досипкою та незначною заміною ґрунту. Ці роботи плануються здійснюватися на узбіччях та укосах, не зачіпаючи при цьому основні смуги руху та на ділянках перебудови. Ширина землполотна прийнята 28,50 м, в тому числі розділювальної смуги – 6 м.

Передбачено нарізку уступів в об'ємі 4728 м³ при досипанні земляного полотна та рихлення існуючих укосів на площі 31101 м². Ґрунтом від зрізання існуючого узбіччя та із виїмки бульдозером на відстань до 100 м в об'ємі 7059 м³ та із кар'єру в с. Сніжне екскаватором з погрузкою в автосамоскиди і транспортуванням на відстань 5 – 9 км заплановано спорудження землполотна. Ґрунт із кар'єру – супісок важкий ($\gamma = 1,69 \text{ т/м}^3$, та $K_{уц.} = 1,03$).

Укріплення укосів ЗП передбачено посівом трави з підсипкою родючого ґрунту товщиною 15 см. Площа укріплення – 51208 м².

Укріплення бокових каналів, довжиною 226 п.м., в проєкті передбачено посівом травою.

1.6. Об'єми земляних робіт

Для обчислення обсягів земляних мас використовуються таблиці або формули:

$$V = \frac{F_1 + F_2}{2} L$$

де $F_1 = (B + mH_1)H_1$;

$F_2 = (B + mH_2)H_2$;

B – ширина земляного полотна по верху;

L – довжина ділянки, м;

m – коефіцієнт закладення укосу;

H_1, H_2 – висота насипу, або глибина виїмки відповідно початку ділянки і її кінця, м.

Таблиця 1.1. – Попікетна відомість земляних робіт

ПК	+	Робоча відмітка, м		Сума відміток, м		Віддаль, м	Профільний об'єм, м ³		Об'єм з коефіцієнтом ущільнення K=1,1 та втрат при транспортуванні K=1,01	
		Насип	Виїмка	Насип	Виїмка		Насип	Виїмка	Насип	Виїмка
0	00	0,00	-							
				0,09	-	10	6	-	6,7	-
0	10	0,09	-							
				0,77	-	50	167	-	158,5	-
0	60	0,68	-							
				1,90	-	40	510	-	566,6	-
1	00	1,22	-							
				2,25	-	60	923	-	1025,	-
1	60	1,03	-							
				1,86	-	40	425	-	472,2	-
2	00	0,83	-							
				1,52	-	30	300	-	333,3	-
2	30	0,69	-							
				1,59	-	15	300	-	333,3	-
2	45	0,90	-							
				1,39	-	40	446	-	495,5	-
2	85	0,49	-							
				0,85	-	15	530	-	588,8	-
3	00	0,36	-							

Продовження таблиці 1.1

				0,36	-	75	166	-	184,4	-
3	75	0,00	0,00							
				-	0,34	25	-	175	-	194,5
4	00	-	0,34							
				-	0,79	10	-	127	-	141,1
4	10	-	0,45							
				-	0,45	62	-	492	-	546,6
4	72	0,00	0,00							
				0,10	-	28	18	-	20,0	-
5	00	0,10	-							
				0,10	-	60	36	-	40,0	-
5	60	0,00	-							
				0,53	-	40	135	-	150,0	-
6	00	0,53	-							
				0,81	-	60	307	-	341,1	-
6	60	0,28	-							
				0,58	-	30	108	-	120,0	-
6	90	0,30	-							
				0,69	-	10	88	-	97,8	-
7	00	0,39	-							
				1,04	-	40	266	-	295,5	-
7	40	0,65	-							
				1,63	-	40	426	-	473,3	-
7	80	0,98	-							
				2,12	-	20	288	-	319,9	-
8	00	1,14	-							
				1,35	-	100	892	-	991,0	-
9	00	0,21	-							
				0,51	-	15	62	-	68,9	-
9	15	0,30	-							
				0,30	-	85	156	-	173,3	-
10	00	0,00	-							
Всього на 1 км дороги:							6530	794	7255,6	882,2
10	00	0,00	-							
				0,06	-	100	36	-	40,0	-
11	00	0,06	-							
				0,06	-	100	36	-	40,0	-
12	00	0,00	-							
				0,00	-	50	0	-	0	-
12	50	0,00	-							

Продовження таблиці 1.1

				0,62	-	50	193	-	214,4	-
13	00	0,62	-							
				2,05	-	100	1386	-	1539,8	-
14	00	1,43	-							
				1,42	-	70	695	-	772,1	-
14	70	0,99	-							
				1,23	-	30	238	-	264,4	-
15	00	0,24	-							
				0,24	-	53	75	-	83,3	-
15	53	0,00	0,00							
				-	0,50	47	-	436	-	484,3
16	00	-	0,50							
				-	1,12	20	-	316	-	351,1
16	20	-	0,62							
				-	0,97	50	-	705	-	783,3
16	70	-	0,35							
				-	0,35	15	-	120	-	133,3
16	85	0,00	0,00							
				0,34	-	15	206	-	228,9	-
17	00	0,34	-							
				0,88	-	15	551	-	616,2	-
17	15	0,54	-							
				1,90	-	35	431	-	478,8	-
17	50	1,36	-							
				3,13	-	50	1121	-	1245,	-
18	00	1,77	-							
				2,53	-	100	1760	-	1955,	-
19	00	0,76	-							
				1,03		100	661	-	734,4	-
20	00	0,27	-							
Всього на 2 км дороги:							7389	1577	8209,	1752,
20	00	0,27	-							
				0,43	-	100	365	-	405,5	-
20	10	0,16	-							
				0,26	-	100	158	-	175,5	-
21	00	0,11	-							
				0,11	-	100	66	-	73,3	-
21	15	0,00	0,00							
				-	0,27	100	-	609	-	676,6
21	60	-	0,27							

Продовження таблиці 1.1

				-	0,68	100	-	1079	-	1198,
22	00	-	0,41							
				-	0,41	25	-	151	-	167,8
22	25	0,00	0,00							
				0,27	-	35	51	-	56,7	-
22	60	0,27	-							
				0,66	-	40	165	-	183,3	-
23	00	0,39	-							
				1,59	-	100	1053	-	1169,	-
24	00	1,20	-							
				3,63	-	80	2140	-	2377,	-
24	80	2,43	-							
				3,90	-	20	582	-	646,6	-
25	00	1,47	-							
				6,66	-	20	5659	-	6287,	-
25	20	3,48	-							
				2,78	-	40	1958	-	2175,	-
25	60	2,30	-							
				4,90	-	20	3840	-	4266,	-
25	80	2,60	-							
				4,46	-	20	3462	-	3846,	-
26	00	1,86	-							
				2,07	-	100	1999	-	2220,	-
27	00	0,21	-							
				0,21	-	60	74	-	82,2	-
28	00	0,00	0,00							
						21572		1839	23966	2043,2
Всього на трасу						35491	4210	39431	4677,5	

1.7. Будівлі і споруди дорожньої та автотранспортної служб

На ПК 762+80, ПК 762+96 запроєктовано 2 автобусні зупинки з автопавільйонами (тип 2) на 15 чоловік.

На проєктній ділянці на ПК 752+43, ПК 761+99 передбачено примикання з улаштуванням лівоповоротних з'їздів та перехідно-швидкісних смуг.

На ПК 752+44, ПК 774+93 передбачено перебудова примикань у поле.

Для удосконалення руху пішоходів заплановано тротуари.

Прийнято 8-10 м ширину земполотна на примиканнях. Ширина проїзної частини – відповідно 4,5-6 м.

Конструкція ДО на примиканнях в межах радіусів заокруглення прийнята по типу основної дороги, за межами – по типу 3,4.

РОЗДІЛ 2

КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ

2.1. Дорожній одяг

Загальний мінім модуль пружності конструкції ДО для дороги Іб категорії в кожному напрямку з 2 смугами руху на 2038 р. – 466 МПа.



Рисунок 2.1 Дорожнє районування України за ґрунтово-геологічними умовами

В результаті розрахунків і ТЕП прийняті такі типи дорожнього одягу.

Тип 1 – новий тип на лівій смузі руху, на поширенні, на перехідно-швидкісних смугах, на віднесених лівих поворотах та на примиканнях в межах радіусів заокруглення.

Верхній шар із гарячого Щ Др. АБ марки І типу Б з модифікатором та адгезійною добавкою до БНД (товщ. 5 см), на середньому покриваючому шарі із гарячого Щ КР. АБ марки І типу Б (товщ. 7 см), на нижньому шарі покриття із гарячого П КР. АБ (товщ. 7 см), на верхньому шарі основи із ЩПС оптимального складу М40 (товщ. 12 см), на нижньому шарі основи із ЩПС С-5 (товщ. 18 см) на дренажному шарі із шлаку (товщ. 30 см) на всю ширину нового земляного полотна.

Тип 2 – посилення ДО існуючого.

Правий проїзд влаштовується по автодорозі існуючій. При обстеженні виявлено, що покриття має незадовільний стан. У зв'язку з чим, перед виконанням робіт передбачено фрезування. Після чого по існуючому ДО влаштовується вирівнюючий шар із ЩПС оптимального складу М40 (середня товщина 15 см) з трьохшаровим покриттям, як по типу 1, загальною товщиною 19 см.

Тип 3 – новий тип на примиканнях, місцевих проїздах та в'їздах у двори, на укріпленні узбіччя за радіусами заокруглень,.

Одношарове АБ покриття з АБС Др. Щ І типу Б товщ. 5 см на основі із фракціонованого щебеню (товщ. 18 см) з розливом БНД 2,5 л/м².

Тип 4-посилення ДО на примиканнях. Одношарове АБ покриття з Др. Щ АБС марки І типу Б товщ. 5 см на вирівнюючому шарі із гарячого Щ ДР. АБ середньою товщиною 5 см по існуючому ДО.

Тип 5-новий тип на посадкових майданчиках і тротуарах.

Одношарове асфальтобетонне покриття з дрібнозернистої щільної асфальтобетонної суміші марки ІІ типу Б товщиною 3 см на основі із щебеню товщиною 12 см.

Тип 6-посилення існуючого дорожнього одягу на посадкових майданчиках і тротуарах.

Одношарове асфальтобетонне покриття з дрібнозернистого асфальтобетону марки ІІ типу Б товщ. 3 см на вирівнюючому шарі із дрібнозернистого асфальтобетону сер. товщ. 2,50 см по існуючому покриттю.

Тип 7-посилення існуючого дорожнього одягу на місцевому проїзді.

Покриття із асфальтобетону товщ. 5 см на вирівнюючому шарі із дрібнозернистого асфальтобетону сер. товщ. 3 см.

Ширина проїзної частини прийнята 2x7,5 м з влаштуванням укріплюючих смуг з боку узбіччя 2x0,75 м, а з боку розділювальної смуги 2x1,0 м. Поперечний профіль становить 20 %, прибрівочна частина узбіччя - 40 %. В проекті передбачено дорожній одяг по типу 1 – 50595 м², по типу 2 – 41515 м².

Перевіряємо на міцність за допомогою розрахунків новий тип ДО відповідно до [3].

На термін служби сумарна кількість прикладень навантаження:

$$\sum N_p = 0,7 \times 5100 \frac{12,5}{1,55^{(11-1)}} \cdot 155 \cdot 1,55 = 10210625 \text{ один.}$$

Розрахунок за допустимим прогином (пружним):

$$\begin{aligned} 1) \quad \frac{E_n}{E_e} &= \frac{E^{cp}}{E^5} = \frac{76}{210} = 0,362 & \frac{h_e}{D} &= \frac{h^5}{D} = \frac{18}{34,5} = 0,52 \text{ см} \\ & & \frac{E_{заг}^5}{E^5} &= 0,635 & E_{заг}^5 &= 0,632 \cdot E^5 = 0,635 \cdot 210 = 133 \text{ МПа} \\ 2) \quad \frac{E_n}{E_e} &= \frac{E_{заг}^5}{E^4} = \frac{133}{536} = 0,248 & \frac{h_e}{D} &= \frac{h^4}{D} = \frac{12}{34,5} = 0,348 \text{ см} \\ & & \frac{E_{заг}^4}{E^4} &= 0,555 & E_{заг}^4 &= 0,555 \cdot E^4 = 0,555 \cdot 536 = 297 \text{ МПа} \\ 3) \quad \frac{E_n}{E_e} &= \frac{E_{заг}^4}{E^3} = \frac{297}{2000} = 0,149 & \frac{h_e}{D} &= \frac{h^3}{D} = \frac{7}{34,5} = 0,203 \text{ см} \\ & & \frac{E_{заг}^3}{E^3} &= 0,195 & E_{заг}^3 &= 0,195 \cdot E^3 = 0,195 \cdot 2000 = 390 \text{ МПа} \\ 4) \quad \frac{E_n}{E_e} &= \frac{E_{заг}^3}{E^2} = \frac{390}{2800} = 0,139 & \frac{h_e}{D} &= \frac{h^2}{D} = \frac{7}{34,5} = 0,203 \text{ см} \\ & & \frac{E_{заг}^2}{E^2} &= 0,195 & E_{заг}^2 &= 0,195 \cdot E^2 = 0,195 \cdot 2800 = 546 \text{ МПа} \\ 5) \quad \frac{E_n}{E_e} &= \frac{E_{заг}^2}{E^1} = \frac{546}{3200} = 0,171 & \frac{h_e}{D} &= \frac{h^1}{D} = \frac{5}{34,5} = 0,145 \text{ см} \\ & & \frac{E_{заг}^1}{E^1} &= 0,205 & E_{заг}^1 &= 0,195 \cdot E^1 = 0,205 \cdot 3200 = 656 \text{ МПа} \end{aligned}$$

$$E_{нотр} = 428,43 \cdot \ln 10210625 - 315,68 = 376 \text{ МПа.}$$

Коефіцієнт міцності:

$$\frac{E_{заг}}{E_{нотр}} = \frac{656}{376} = 1,75.$$

Потрібний – 1,50, що є меншим за 1,75, отже, умова виконується.

Обчислюємо за умовою зсувостійкості в ґрунті.

$$E_g = \frac{1900 \cdot 5 + 1700 \cdot 7 + 1200 \cdot 7 + 530 \cdot 12 + 200 \cdot 18}{49} = 640 \text{ МПа.}$$

Для відношень $\frac{E_g}{E_n} = \frac{640}{76} = 842$ і $\frac{h_g}{D} = \frac{49}{34,5} = 1,42$ при $\varphi_N 9^\circ$ активне напруження

зсуву: $\tau_n = 0,01555 \text{ МПа.}$

Таким чином, $T_a = 0,01555 \cdot 0,7 = 0,0109 \text{ МПа.}$

Граничне

$$T_{zp} = 0,0126 \cdot 1,0 + 0,15 \cdot 0,002 \cdot 49 \cdot \text{tg}26^\circ = 0,0198 \text{ МПа.}$$

$$K_{мц} = \frac{T_{zp}}{T_a} = \frac{0,0198}{0,0109} = 1,82, \text{ що більше } K_{мц}^{номр} = 1,50.$$

Перевірка на опір руйнуванню монолітних шарів (від розтягу при згині).

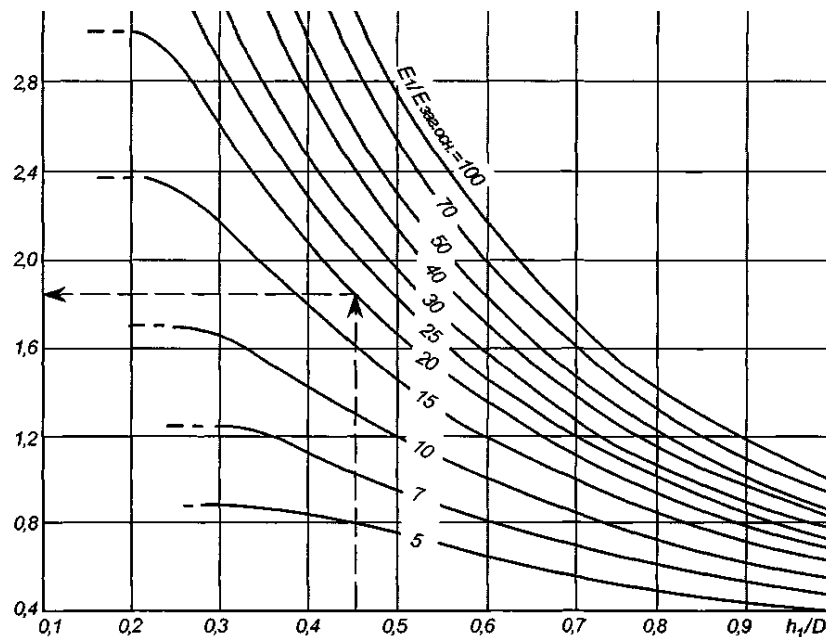


Рисунок 2.2 Номограма для визначення розтягуючого напруження $\overline{\sigma}_r$

$$E_g = \frac{450 \cdot 5 + 3600 \cdot 7 + 2800 \cdot 17}{19} = 3950 \text{ МПа.}$$

Для відношень $\frac{h_g}{D} = \frac{19}{34,5} = 0,551$ та $\frac{E_g}{E_n} = \frac{3950}{251} = 15,75$ за номограмою

$$\overline{\sigma}_r = 1,05.$$

Розрахункове напруження (розтягуюче):

$$\sigma_r = 1,05 \cdot 0,7 \cdot 0,86 = 0,63 \text{ МПа.}$$

Тоді розтягуюче допустиме напруження при згині АБ:

$$R_p = 8 \cdot 0,76 \cdot 0,23 \cdot 0,9 = 1,26 \text{ МПа}$$

$$\frac{R_p}{\sigma_r} = \frac{1,26}{0,63} = 2, \text{ що більше, ніж } K_{\text{мц}}^{\text{норм}} = 1,39$$

Отже, запроєктована конструкція повністю відповідає усім критеріям міцності.

2.2. Розрахунок дренажного шару

При капремонті дороги дренажний шар треба призначати з урахуванням стану старого ДО і його дренажної системи.

«Приплив води в дренуючий шар (у кубічних метрах на 1 м²) за добу складає:

$$q_p = \frac{q \cdot K_{\Pi} \cdot K_{Г}}{1000},$$

де K_{Π} – коефіцієнт, що враховує неусталений режим припливу води через нерівномірне розтавання та випадання атмосферних опадів;

$K_{Г}$ – коефіцієнт гідрологічного запасу, який враховує пониження фільтруючої спроможності дренуючого шару в процесі експлуатації дороги» [4].

$$q_p = \frac{345 \cdot 1,6 \cdot 1,2}{1000} = 0,66 \text{ м}^3$$

Для визначення повного припливу води на дорожню конструкцію, визначимо $K_{\text{вг}}$ (рис. 2.3).

$$\text{Отже, } q = 1,65 \cdot 0,66 = 1,089 \text{ м}^3.$$

З урахуванням кількості води визначаємо товщину дренажного шару, необхідного для її відведення:

$$h_p = 1,098 \cdot (12 + 16) = 30 \text{ см}$$

«Визначення витрати води від зливогого стоку ($Q_{зл}$) проводиться за формулою:

$$Q_{зл} = 16,7 \cdot a_{зод} \cdot K_t \cdot F \cdot \alpha \cdot \varphi, \text{ м}^3 / \text{с},$$

де $a_{зод}$ – середня інтенсивність зливи тривалістю 1 год, мм/хв;

K_t – коефіцієнт переходу від інтенсивності зливи тривалістю 1 год. до розрахункової інтенсивності;

F – площа водозбору, км²;

α – коефіцієнт витрати стоку, який залежить від виду ґрунту на поверхні водозбору;

φ – коефіцієнт редукції, що враховує неповноту стоку» [6].

Інтенсивність дощу часової тривалості $a_{зод} = 0,81$ [6].

$$Q_{зл} = 16,7 \cdot 0,88 \cdot 1,69 \cdot 0,18 \cdot 0,77 \cdot 0,89 = 3,06 \text{ м}^3 / \text{с}.$$

Загальний об'єм стоку зливових вод:

$$W = 60000 \times \frac{0,88 \times 0,18 \times 0,77 \times 0,89}{\sqrt{1,69}} = 5055 \text{ м}^3.$$

«Розрахунок витрати води від сніготанення проводиться за формулою:

$$Q_T = \frac{K_0 \cdot h_{роз} \cdot F}{(F + 1)^n} \cdot \delta_1 \cdot \delta_2, \text{ м}^3 / \text{с};$$

де K_0 – коефіцієнт дружності повені, $K_0 = 0,016$;

n – показник ступеня, $n = 0,25$;

F – водозбір /км²/ – площа з якої збирається вода, що протікає через споруду, визначаємо по карті;

$h_{роз}$ – розрахунковий шар сумарного стоку;

$$h_{роз} = \bar{h} \cdot K_p ;$$

\bar{h} – середній багаторічний шар стоку від сніготанення;

K_p – модульний коефіцієнт при гама-параметричному законі розподілу;

δ_1 – коефіцієнт, що враховує зменшення витрат, при наявності в басейні озер, $\delta_1 = 0,9$;

δ_2 – коефіцієнт, що враховує зменшення витрат, при наявності в басейні лісів та боліт, $\delta_2=1,0$ » [4].

$$Q_T = \frac{0,03 \times 315 \times 0,18}{(0,18 + 1)^{0,26}} = 0,92 \text{ м}^3/\text{с}.$$

За розрахунковий $Q_p=Q_{зл}=3,06 \text{ м}^3/\text{с}$, що може пропустити двохочкова з/б труба безнапірна із довгомірних кілець $\varnothing 1,50 \text{ м}$ з глибиною $H=1,35 \text{ м}$, $V=2,50 \text{ м/с}$ (швидкість на виході з труби).

Висота насипу над спорудою min :

$$H_{\text{min}}=1,50+0,37+0,16=2,03 \text{ м}.$$

Підраховуємо загальну довжину з/б труби при висоті насипу $1,35 \text{ м}$ над трубою (по ПП):

$$L = \left[\frac{0,5 \cdot 28,5 + 4,2(4,03 - 1,00)}{1 + 3,0 \times 0,0098} + \frac{0,5 \cdot 28,5 + 4,2 \cdot (1,35 - 1,0)}{1 - 3,0 \times 0,0098} + 0,37 \right] \times \frac{1}{\sin 90^\circ} = 59,38 \text{ м}.$$

2.4. Поверхневий водовідвід

Для забезпечення поверхневого водовідведення проведення капремонту передбачає влаштування бокових каналів з укріпленням їх дерном.

«Передбачено гравіювання дна та встановлення залізобетонних лотків прямокутного перерізу $0,5 \text{ м} \times 0,5 \text{ м}$ на гравійній підготовці товщиною 10 см . В подальшому вода з бокових каналів через водоперепускні труби відводиться в понижені місця.

Для відводу води з проїзної частини, в місцях влаштування тротуару, передбачено встановлення азбестоцементних трубок $\varnothing 100 \text{ мм}$ з кроком 50 м » [6].

Розрахунок глибини каналу:

$$\omega = \left(\frac{0,6}{0,6} + 1,6 \right) 0,6^2 = 0,73 \text{ м}^2; \quad \beta = \frac{0,6}{0,6} = 1;$$

$$m_{\text{om}} = 2\sqrt{1 + 1,6^2} = 3,7;$$

Гідравлічний радіус R каналу визначаємо за формулою:

$$R = \frac{1+1,6}{1+3,7} \cdot 0,5 = 0,32\text{ м};$$

Витрата води за формулою:

$$Q = 0,65 \cdot 11,5 \sqrt{0,007} = 0,75\text{ м}^3/\text{с}.$$

Отже, глибина $h = 0,5$ м канави (потрібна витрата $0,7 \text{ м}^3/\text{с}$).

Допустима швидкість руху в канаві потоку води:

$$\Delta = 0,75d = 18,5\text{ мм};$$

$$B = 0,5 + 2 \cdot 1,5 \cdot 0,5 = 2 \text{ м};$$

$$r_{\min} = 21 - \frac{2}{2} = 10\text{ м};$$

$$\frac{b_{\text{дон}}}{B} = \frac{0,6}{2} = 0,3; \frac{h}{\Delta} = \frac{0,6}{0,0175} = 30; \frac{r_{\min}}{B} = \frac{20}{2} = 10;$$

За формулою: $v_{\text{дон}} = 1,5 \cdot 1,0 = 1,5\text{ м}/\text{с}$, отже, радіус та укріплення канави прийнято вірно.

Проектні дані укріплень бокових канав відображено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1. – Відомість укріплення бокових канав

Місцезнаходження		Довжина, м	Укріплення кювету				Примітка		
від пікету, плюс	до пікету, плюс		Посівом трави, м ²		Монолітним бетоном, м ²			Швидко-тік, п.м.	
			Укоси	Дно					
Ліворуч									
758+45	759+75	130	-	-	-	-	-	130,0	
759+75	758+50	875		-	5189	437,5	-	-	
768+50	763+50	500	2966	251	-	-	-	-	
763+50	64+45	95	-	-	386	47,5	-	-	
Всього:	1600	2966	251	5575	486,0	-	130,0		
Праворуч									
758+40	750+00	160	-	-	646	80	-	-	
760+00	768+50	850	-	-	5040	425	-	-	
768+50	774+50	600	2428	300	-	-	-	-	
774+50	775+30	80	-	-	323	40	-	-	
785+30	787+00	170	689	85	-	-	-	-	
787+00	789+70	270	-	-	-	-	269	-	
Всього:	-	3117	385	6011	545,0	269	350,0		
Разом:	-	6083	635	11586	1031,0	269	480,0		

2.5. Розрахунок швидкотоку

Для обчислення типу спряження б'єфів знайдемо глибину $h''_{\text{кон}}$:

$$h''_{\text{кон}} = \frac{1,3 \cdot 0,45^2}{0,18 + 0,2 \cdot 0,48} = 1,2 \text{ м.}$$

В руслі перерізу трапецієвидної форми за швидкотоком потрібно влаштувати гасник енергії у вигляді стінки водобійної.

«Пропускна здатність трапецієвидного водозливу:

$$Q = m\sigma_3(b_c + 0,8m_{\text{от}}H_0)\sqrt{2g}H_0^{2/3},$$

де m – коефіцієнт витрати для водобійної стінки;

b_c – ширина стінки по верху,

$$b_c = b + 2m_{\text{ом}}c;$$

$m_{\text{ом}}$ – коефіцієнт закладення відкосів русла, можна приймати за даними В.А. Степина представленими на графіку (рис.V.11[12]) у вигляді залежності m

від відносного напору $\frac{H}{b_c - c}$;

σ_3 – коефіцієнт затоплення в залежності від відношення $h_{\text{подт}}/H$ ($h_{\text{подт}}$ – глибина підтоплення;

c – висота стінки» [6].

Коефіцієнт витрати m при $\frac{H}{b_c - c} = \frac{0,35}{2,2 - 0,5} = 0,21$, тоді $m = 0,425$.

Швидкісний напір перед стінкою:

$$h_v = \frac{1,2 \cdot 0,8^2}{2 \cdot 9,81(0,6 \cdot 1,07 \cdot 1,2 + 1,6 \cdot 1,05^2 \cdot 1,2^2)^2} = 0,03 \text{ м}$$

Приймаючи, що $\sigma_3 = 1$, витрата буде:

$$Q = 0,459\sqrt{2 \cdot 9,81} \cdot 0,34^{3/2} = 0,9 \text{ м}^3/\text{с.}$$

Витрата відповідає потрібному $0,7 \text{ м}^3/\text{с}$, тому висота стінки підібрана правильно.

Питома енергія потоку:

$$T_o = 0,48 + 0,38 = 0,86 \text{ м.}$$

Швидкість в стиснутому перерізі в I наближенні:

$$V_{c1} = 1,2\sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,86} = 3,95 \text{ м/с} .$$

Глибина h_{c1} в I наближенні:

$$h_{c1} = -\frac{0,6}{2 \cdot 1,6} + \sqrt{\frac{0,6}{4 \cdot 1,6^2} + \frac{0,7}{1,5 \cdot 3,95}} = 0,26 \text{ м}$$

V_{c2} в II наближенні:

$$V_{c2} = 1,2\sqrt{2 \cdot 9,81(0,86 - 0,26)} = 3,27 \text{ м/с}$$

h_{c2} в II наближенні:

$$h_{c2} = -\frac{0,6}{2 \cdot 1,6} + \sqrt{\frac{0,6^2}{4 \cdot 1,6^2} + \frac{0,7}{1,6 \cdot 3,27}} = 0,29 \text{ м}$$

В III наближенні:

$$V_{c3} = 1,2\sqrt{2 \cdot 9,81(0,86 - 0,26)} = 3,19 \text{ м/с}$$

$$h_{c2} = -\frac{0,6}{2 \cdot 1,6} + \sqrt{\frac{0,6^2}{4 \cdot 1,6^2} + \frac{0,7}{1,6 \cdot 3,19}} = 0,28 \text{ м} ,$$

Так як II та III наближення співпадає, то глибину в стиснутому перерізі потоку за стінкою падіння приймаємо $h_c = 0,26$ м.

Більше спряжена глибина:

$$h_{\text{кон}}^{\text{||}} = \frac{1,2 \cdot 0,45^2}{0,26 + 0,2 \cdot 0,45} = 0,55 \text{ м}$$

Довжину стрибка за швидкотоком в трапецієвидному руслі:

$$\ell_n = 0,45(17,2 \cdot 1,6 + 2,7) = 12,6 \text{ м.}$$

Відстань від споруди до стінки:

$$\ell_{\text{кол}} = 0,55 \cdot 12,6 = 7,38 \text{ м.}$$

Приймаємо $\ell_{\text{кол}} = 7,5$ м.

Вихідна частина укріплюється за гасником енергії з/б плитами на відстані

$$3h_{\text{н.б}} = 3 \cdot 0,5 = 1,5 \text{ м.}$$

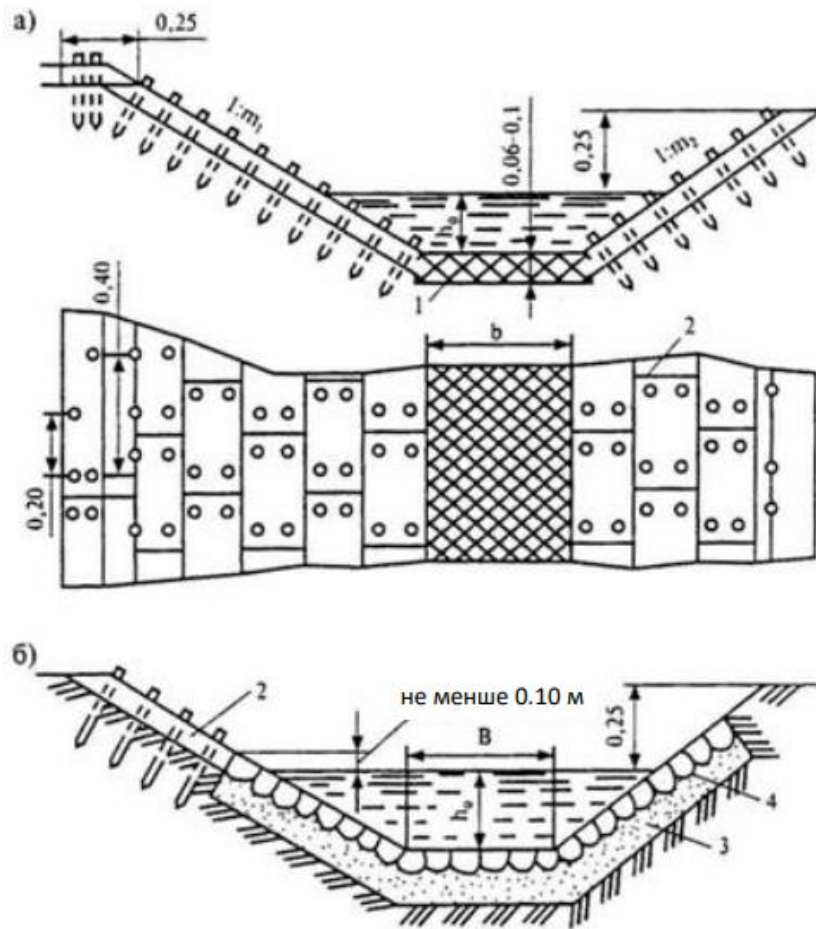


Рисунок 2.5 Зміцнення канав: а) дерном; б) мостінням:
 1 – гравій; 2 – дерен; 3 – підготовка під мостіння; 4 – камінь

РОЗДІЛ 3

ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВНИЦТВА

3.1. Визначення обсягів робіт

Протяжність лінійних земробіт:

$$L_{л.з.р.} = L_{уч.} - L_{с.з.р.},$$

де $L_{діл}$ – довжина ділянки;

$L_{с.з.р.}$ – довжина зосереджених земробіт.

$$L_{л.з.р.} = 2800 - 565 = 2235 \text{ м.}$$

Обсяг лінійних земробіт:

$$Q_{л.з.р.} = Q_{уч.} - Q_{с.з.р.}$$

де $Q_{діл}$ – об'єм земробіт;

$Q_{с.з.р.}$ – об'єм зосереджених земробіт.

$$Q_{л.з.р.} = 35491 - 15885 = 19606 \text{ м.}$$

Площа (середня) поперечного перерізу насипу:

$$F = \frac{19606}{565 \cdot 1,1} = 31,55 \text{ м}^2 ,$$

Середня висота насипу:

$$H = \frac{-B + \sqrt{B^2 + 4m(bh_{д.о.} + F_{ср})}}{2m}$$

де B – ширина земляного полотна;

b – ширина проїзної частини;

m – коефіцієнт закладення відкосів;

$h_{д.о.}$ – товщина дорожнього одягу;

$F_{ср}$ – середня площа поперечного розрізу насипу.

$$H = \frac{-28,5 + \sqrt{28,5^2 + 4 \cdot 1,5(15 \cdot 0,37 + 31,55)}}{2 \cdot 1,5} = 3,65 .$$

Визначаємо середню висоту насипу до низу дорожнього одягу:

$$h_{н} = 3,65 - 0,49 = 3,16 \text{ м.}$$

Змінний об'єм робіт.

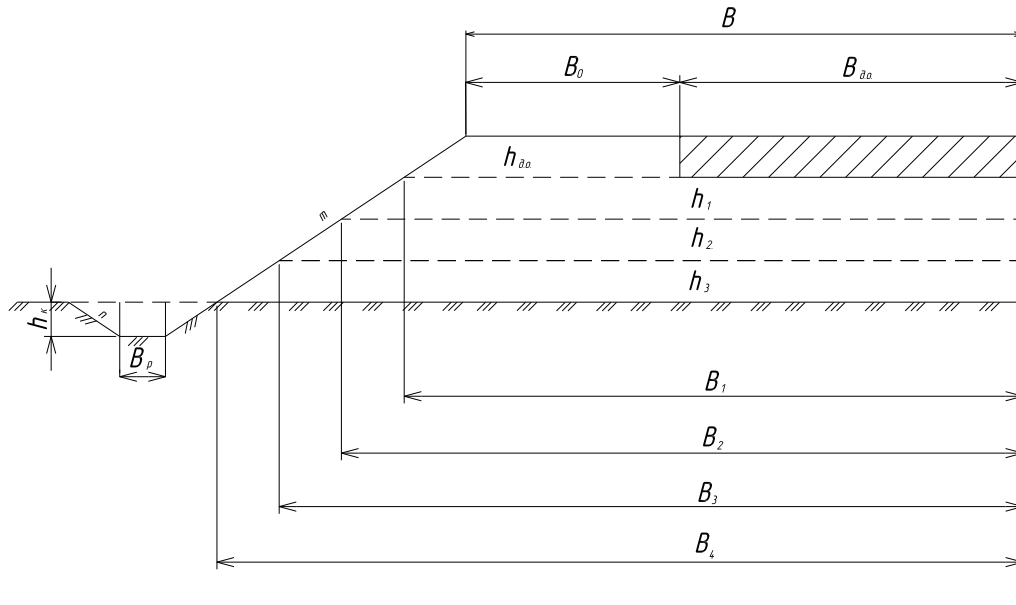


Рисунок 3.1 Креслення поперечного профілю земляного полотна з розбивкою по шарах

Визначаємо ширину підшви кожного шару насипу за формулами:

$$B_1 = 28,5 + 2 \cdot 0,49 \cdot 1,5 = 29,97 \text{ м};$$

$$B_2 = 28,5 + 2 \cdot (0,49 + 0,35) \cdot 1,5 = 31,02 \text{ м};$$

$$B_3 = 28,5 + 2 \cdot (0,49 + 0,35 + 0,35) \cdot 1,5 = 35,07 \text{ м};$$

$$B_4 = 28,5 + 2 \cdot (0,49 + 0,35 + 0,35 + 0,35) \cdot 1,5 = 33,12 \text{ м}.$$

Об'єм ґрунту в:

I шарі:

$$Q_1 = \frac{13,11 + 14,13}{2} \times 0,35 \times 100 \times 1,1 = 510 \text{ м}^3.$$

II:

$$Q_2 = \frac{14,13 + 15,15}{2} \times 0,35 \times 100 \times 1,1 = 548 \text{ м}^3$$

III:

$$Q_3 = \frac{15,15 + 16,17}{2} \times 0,35 \times 100 \times 1,1 = 586 \text{ м}^3$$

Об'єм ґрунту обочини:

$$Q_{об} = \frac{12 + 13,11}{2} \cdot 0,37 \cdot 100 \cdot 1,1 - 8 \cdot 0,37 \cdot 100 \cdot 1,1 = 186 \text{ м}^3$$

Визначаємо площу планованих горизонтальних поверхонь:

$$F_{21} = 29,97 \cdot 100 = 2997 \text{ м}^2$$

$$F_{22} = 31,02 \cdot 100 = 3102 \text{ м}^2$$

$$F_{23} = 35,07 \cdot 100 = 3507 \text{ м}^2$$

$$F_{24} = 33,12 \cdot 100 = 3312 \text{ м}^2.$$

Площа планованих похилих поверхонь укосів:

$$F_{om} = 2 \cdot V \cdot H_{cp} \sqrt{1+1,5^2} = 448 \text{ м}^2.$$

Площа планованих кюветів:

- горизонтальних поверхонь:

$$F_{om} = 2 \cdot 0,4 \cdot 100 = 80 \text{ м}^2,$$

- похилих поверхонь:

$$F_k = 2 \cdot 100 \cdot 0,4 \cdot \sqrt{1+0,4^2} = 886,16 \text{ м}^2.$$

Визначаємо площу планованих укосів виїмки:

$$F_{os} = 2 \cdot 100 (1,18+0,3) \cdot \sqrt{1+6^2} = 1800 \text{ м}^2$$

Визначаємо ширину виїмки по верху:

$$B_6 = 2(0,35+0,4)6+28,5+2 \cdot 0,4+2 \cdot 0,4 \cdot 3 = 37,17 \text{ м}.$$

Визначаємо площу зняття рослинного шару ґрунту:

$$Q_{p.e.} = 28 \cdot 100 = 2800 \text{ м}^2.$$

Обсяги робіт занесені до таблиці 3.1.

Таблиця 3.1. – Відомість зведених робіт

Найменування робіт	Од. вим.	К-сть	Примітка
I. Підготовчі роботи			
1. Відновлення та закріплення траси Іб тех. категорії в місцевості	км	2,80	-
2. Оформлення постійного відводу	га	4,33	-
3. Оформлення тимчасового відводу	га	2,00	-
4. Розбирання існуючих парканів Поновлення парканів	п.м.	117	-
5. Розбирання існуючої бруківки	м ² /м	806/121	-
6. Рекультивация ґрунтового резерву	га	21	-

Продовження таблиця 3.1

7. Рубання дерев м'якої породи з трелюванням до 50 м з корчуванням пнів діаметром : до 16 см 16-24 см 24-32 см	шт. шт. шт.	57 125 42	-
II. Земляне полотно			
1. Зняття рослинного ґрунту (9а) бульдозером 59 к.с. з переміщенням до 20 м у відвал	м ³	5066	-
2. Бульдозерні роботи з поперечним транспортуванням у насип	м ³	35759	-
3. Улаштування поздовжніх каналів водовідвідних автогрейдером в ґрунтах I групи	м ³	269/420	-
4. Розробка ґрунту I групи в кар'єрі екскаватором місткістю ковша 0,5 м ³ з навантаженням на автосамоскиди і транспортування в насип ґрунт 9а на 5 км ґрунт 9а на 6 км ґрунт 9а на 7 км	м ³ м ³ м ³	9455 11129 4798	-
5. Ущільнення ґрунту I групи пневмокатками масою 10 т при 8 проходах по одному сліду і товщині шару 0,20 м	м ³	3575 9	-
6. Планування узбіч механічним способом в ґрунтах II групи	м ²	7037	-
7. Укріплення укосів насипу механічним способом в ґрунтах II групи	м ²	7991	-
8. Укріплення узбіч посівом трав з насуванням рослинного шару	м ² /м ³	3101/310	-
9. Укріплення узбіч посівом трав з навантаженням і транспортуванням рослинного ґрунту до 1 км	м ² /м ³	1344/134	-
10. Укріплення відкосів посівом трав з насуванням рослинного шару	м ² /м ³	4031/403	-
11. Укріплення відкосів посівом трав з навантаженням і транспортуванням рослинного шару на 1,0 км	м ² /м ³	3960/396	-
III. Штучні споруди			
1. Влаштування двохочкової з.-б. труб Ø1,5 м	шт./м. п.	1 / 57	-
IV. ДО			
1. Влаштування дор. корита із залученням механізмів і довозенням ґрунту на відстань до 100 м при глибині корита до 250 мм	м ²	18869	
2. Влаштування дренажного шару основи з доменного шліпкового щебеню (товщиною 30 см)	м ²	18869	
3. Будівництво шару основи з ЩПС (товщиною 22 см)	м ²	25200	

Продовження таблиця 3.1

4. Влаштування верхнього шару основи з фракціонованого щебеню, обробленого бітумом БНД 90/130 по способу напівпросочування товщиною 8 см	м ²	25200	
5. Влаштування покриття з гарячого дрібнозернистого щільного асфальтобетону тип Б марки І товщиною 5 см	м ²	25200	
6. Укріплення зовнішньої сторони узбіччя посівом трави шириною 0,5 м	м ²	7073	
V. Пересічення та примикання			
1. Влаштування з'їздів	шт.	6	
VI. Облаштування дороги			
1. Влаштування автобусних зупинок	шт.	2	
2. Влаштування в'їздів на подвір'я	шт.	6	

3.2. Підготовчі роботи

В підготовчий період оформляється смуга відведення, необхідно перевлаштувати комунікації, вирубати та викорчувати насадження (таблиця 3.2), зняти рослинний шар ґрунту.

Металеve одностороннє огороження повторно не використовується. Матеріал від розбирання дорожнього одягу відвозиться на відстань 13,5 км на базу. Пеньки вивозяться на відстань 9 км.

На підготовчі роботи.

Відновленням та закріпленням траси ($L=2,8$ км) займаються 1 нівеліровщик та 2 дорпрацівники.

Тривалість роботи бригади:

$$n=2,8/1,5=2 \text{ дні.}$$

Таблиця 3.2. – Відомість розчищення від насадження

Місцезнаходження				Довжина, м	Порода	Кількість, шт.	Діаметр, мм
Зліва		Справа					
від пікету, плюс	до пікету, плюс	від пікету, плюс	до пікету, плюс				
750+00	751+00	-	-	100	клен	5	до 240
-	-	-	-	-	берест	1	до 240
-	-	-	-	-	клен	1	>320
-	-	-	-	-	берест	2	>320
751+00	752+00	-	-	100	клен	13	до 240
-	-	-	-	-	берест	13	до 240
-	-	-	-	-	клен	1	>320
752+00	753+00	-	-	-	клен	12	до 240
-	-	-	-	-	берест	13	до 240
-	-	-	-	-	клен	8	>320
-	-	-	-	-	берест	9	>320
753+00	754+00	-	-	100	клен	22	до 240
-	-	-	-	-	берест	21	до 240
-	-	-	-	-	клен	6	>320
-	-	-	-	-	берест	1	>320
754+00	755+00	-	-	100	клен	16	до 240
-	-	-	-	-	берест	12	до 240
-	-	-	-	-	клен	11	>320
-	-	-	-	-	берест	11	>320
755+00	756+00	-	-	100	клен	2	до 240
-	-	-	-	-	берест	2	до 240
-	-	-	-	-	клен	13	>320
-	-	-	-	-	берест	13	>320
756+00	757+00	-	-	100	клен	255	до 240
-	-	-	-	-	берест	5	до 240
-	-	-	-	-	клен	1	>320
-	-	-	-	-	берест	1	>320
757+00	758+00	-	-	100	клен	5	до 240
-	-	-	-	-	берест	37	до 320
-	-	-	-	-	клен	20	>320
758+00	759+00	-	-	100	клен	8	до 240
-	-	-	-	-	клен	26	до 320
-	-	-	-	-	клен	16	>320
759+00	760+00	-	-	100	клен	8	до 240
-	-	-	-	-	клен	28	до 320
-	-	-	-	-	клен	7	>320
760+00	761+00	-	-	100	клен	5	до 240
-	-	-	-	-	клен	2	до 320
-	-	-	-	-	клен	7	>320
761+00	762+00	-	-	100	клен	21	до 240
-	-	-	-	-	клен	1	>320

Продовження таблиці 3.2

-	-	-	-	-	клен	35	>320
-	-	-	-	-	берест	211	до 240
-	-	-	-	-	клен	16	>320
-	-	-	-	-	берест	17	>320
754+00	755+00	-	-	100	клен	126	до 240
-	-	-	-	-	берест	12	до 240
-	-	-	-	-	клен	11	>320
-	-	-	-	-	берест	11	>320
755+00	756+00	-	-	100	клен	252	до 240
-	-	-	-	-	берест	252	до 240
-	-	-	-	-	клен	13	>320
-	-	-	-	-	берест	13	>320
756+00	757+00	-	-	100	клен	255	до 240
-	-	-	-	-	берест	257	до 240
-	-	-	-	-	клен	1	>320
-	-	-	-	-	берест	1	>320

Зняття бульдозером рослинного ґрунту:

$$S=77280 \text{ м}^2; V=11595 \text{ м}^3$$

По [5]:

$$\Pi = \frac{8,2 \cdot 1000}{11,01} = 745,77 \text{ м}^3$$

Кількість машино-змін:

$$K = \frac{11595}{745,77} = 15,55 \text{ маш. зм.}$$

$$N = \frac{K}{3}$$

При швидкості потоку 51 м/зміну кількість машин:

$$3 = \frac{2800}{51} = 55$$

$$N = \frac{15,55}{55} = 0,28$$

Приймаємо 1 бульдозер з коефіцієнтом використання 0,28.

3.3. Технологія будівництва водоперепускної труби

Врахувавши кількість і довжину секцій, а також шви між ними будівельна довжина з/б труби:

$$L_{\text{буд.тр.}} = 2 \cdot 1,5 + 2 \cdot 2,01 + 32 \cdot 1 + 13 \cdot 0,01 = 38,15 \text{ м.}$$

Об'єми робіт при розробці котловану і демонтажі існуючої труби:

Площа будмайданчика:

$$F_{\text{буд.м}} = 2 \cdot 21,15 + 28 = 70,3 \text{ м}^2.$$

Об'єм котловану:

$$V_K = 0,5 \cdot (2,01 + 0,1) \cdot 0,2 \cdot 38,15 = 7,71 \text{ м}^3$$

Об'єм котловану під фундаменти оголовків труби:

$$V_K = 2 \cdot 2,1959 + 3,726 \cdot 2,146 \cdot 1,1426 = 23,66 \text{ м}^3$$

Об'єм виритого ґрунту:

$$V_{\text{зр}} = 7,71 + 38,155 + 23,66 = 69,52 \text{ м}^3$$

Засипка з/б труби:

$$V_{\text{зас}} = 0,5(1,5 + 7,71) \cdot 1,75 \cdot 23,66 = 190,67 \text{ м}^3$$

Необхідний обсяг щебеню під фундамент:

$$V_{\text{щ}} = 45 \cdot 0,1 = 4,5 \text{ м}^3$$

$$F_{\text{ф}} = 1,26 \cdot 23,33 + 2 \cdot 1,86 \cdot 1,98 = 45 \text{ м}^2$$

Потрібний обсяг ГПШ для укріплення русла на виході та вході з/б труби:

$$V_{\text{укр}} = 2 \cdot 0,5 \cdot 1,55 = 1,55 \text{ м}^3$$

Потрібна кількість залізобетонну на лекальні фундаментні блоки:

$$V_{\text{бл}} = 0,1 \cdot 1,2 \cdot 28 = 3,36 \text{ м}^3$$

Потрібна кількість з/б на:

ланки труби:

$$V_n = 1,2 \cdot 28 = 33,6 \text{ м}^3$$

лекальні блоки оголовку труби:

$$V_n = 2 \cdot 0,73 = 1,46 \text{ м}^3$$

кільця оголовку труби (конічні):

$$V_k = 2 \cdot 0,78 = 1,56 \text{ м}^3$$

стілки труби:

$$V_{\text{ст}} = 2 \cdot 1,56 = 3,12 \text{ м}^3$$

відкрilки (укісні крила):

$$V_n = 4 \cdot 1,8 = 7,2 \text{ м}^3$$

Загальна потреба в з/б для оголовків труби при улаштуванні:

$$V_{oc} = 1,46 + 1,56 + 3,12 + 7,2 = 13,35 \text{ м}^3$$

Підбираємо МДЗ для спорудження з/б труби. За ведучу машину приймаємо бульдозер:

$$H = 16,2 \text{ маш.год.}$$

$$П = \frac{8,2 \cdot 1000}{16,2} = 506,17 \text{ м}^3 / \text{зм.}$$

Необхідно 1 бульдозер.

Для екскаватора:

$$H = 29,59 \text{ маш.год.}$$

$$П = \frac{8,2 \cdot 1000}{29,59} = 271,45 \text{ м}^3 / \text{зм.},$$

Потрібно 1 екскаватор.

Для крана:

$$H = 13,05 \text{ маш.год.}$$

$$П = \frac{8,2 \cdot 1000}{13,05} = 616 \text{ м}^3 / \text{зм.},$$

Потрібно 1 кран.

Для котла пересувного бітумного, місткістю 400 л:

$$H = 0,16 \text{ маш.год.}$$

$$П = \frac{8,2 \cdot 1000}{0,16} = 51250 \text{ м}^3 / \text{зм.}$$

Потрібно 1 бітумний котел.

3.4. Технологія влаштування земляного полотна

Проектом передбачено перевлаштування земполотна з ведучою машиною – скрепер у місці перебудови, часткову заміну та досипання ґрунту на відкосах існуючої траси.

Ґрунт береться з притрасового кар'єру, а також частково з виїмки та кюветів і перевозиться скреперами з кар'єру. Земполотно розрівнюють і планують бульдозером. Ущільнення при 8 проходах по одному сліду поводиться катком на пневмоколісному ході, масою 25 т.

Перед зведенням насипу:

- площі кар'єра та основи насипу очищаємо від пнів, коренів і валунів;
- знімаємо ґрунтовий рослинний шар і транспортуємо в тимчасові відвали;
- забезпечуємо водовідведення в кар'єрі та в основі насипу;
- влаштуємо тимчасові дороги для належного виконання робіт.

Процес капремонту з заміною земполотна складається з укладання ґрунту послідовно. Його укладають пошарово (передбачається 3-5 шарів насипу). Після укладання ґрунту має утворитися рівний шар 0,3-0,4 м, який далі легко можна ущільнити. Таким чином, укладаючи шари ґрунту послідовно один на інший, насип доводять до проєктної відмітки (потрібної висоти). Перевагою способу пошарового відсипання є можливість зведення насипу з необхідною в будь-якій його частині щільністю ґрунту. Кожен шар відсипаного ґрунту плануємо проходами бульдозера (поздовжніми) з перекриттям по всій ширині шарів на 0,5 м, надаючи поверхні двоскатний профіль з ухилом до бровки 25-50 %. Далі здійснюється планування верху земполотна і укосів насипу автогрейдером, потім його кінцево ущільнюють.

Довжину ділянок роботи визначаємо за ведучою машиною. Довжина захватки $L = 100$ м.

Для розробки ґрунту кар'єра застосуємо екскаватор.

По [5]:

$$П = \frac{8,2 \cdot 1000}{19,05} = 430,65 \text{ м}^3/\text{зм.}$$

$$K = \frac{35759}{430,65} = 82, \text{ м}^3 / \text{зм маш. зм.}$$

Кількість машин (при швидкості потоку 40 м/зміну):

$$z = \frac{2800}{40} = 70$$

$$n = \frac{82}{70} = 1,17$$

Приймаємо 2 екскаватори ємн. ковша 1,25 м³ з коефіцієнтом використання 0,59.

Розрівнювання ґрунту бульдозером:

$$П = \frac{8,2 \cdot 1000}{24,31} = 337,31 \text{ м}^3/\text{зм.}$$

$$K = \frac{35759}{337,31} = 106,01 \text{ маш.зм.}$$

$$n = \frac{106,01}{70} = 1,51$$

Приймаємо 2 бульдозера з $k_{\text{вик}} = 0,76$.

Ущільнення ґрунту пневмокатком причіпним:

$$П = \frac{8,2 \cdot 1000}{2,35} = 348,95 \text{ м}^3/\text{зм.}$$

$$K = \frac{35759}{348,95} = 102,48 \text{ маш. зм.}$$

$$n = \frac{102,48}{70} = 1,46$$

Приймаємо 2 пневмокотки з $k_{\text{вик}} = 0,73$.

Для розробки ґрунту застосуємо скрепер самохідний:

$$П = \frac{8,2 \cdot 1000}{21,25 + 2,12 \cdot 2} = 321,06 \text{ м}^3/\text{зм.}$$

$$K = \frac{35759}{321,06} = 111,38 \text{ маш. зм.}$$

$$n = \frac{111,38}{70} = 1,59$$

Приймаємо 1 самохідний скрепер з коефіцієнтом застосування 0,8.

Розрівнювання бульдозером ґрунту І групи:

$$П = \frac{8,2 \cdot 1000}{25,35} = 323,47 \text{ м}^3/\text{зм.}$$

$$К = \frac{35759}{323,47} = 110,55 \text{ маш. зм.}$$

$$n = \frac{110,55}{70} = 1,58$$

Приймаємо 2 бульдозери з коефіцієнт використання $k_{вик}=0,79$.

Ущільнення ґрунту пневмокатком самохідним:

$$П = \frac{8,2 \cdot 1000}{2,36} = 348,93 \text{ м}^3/\text{зм.}$$

$$К = \frac{35759}{348,93} = 102,51 \text{ маш. зм.}$$

$$n = \frac{102,51}{70} = 1,47$$

Приймаємо 2 пневмокотки з $k_{вик}=0,73$.

Планування автогрейдером земполотна:

$$П = \frac{8,2 \cdot 1000}{1,55} = 529,03 \text{ м}^3/\text{зм.}$$

$$К = \frac{35759}{529,03} = 67,59 \text{ маш. зм.}$$

$$n = \frac{67,59}{70} = 0,13$$

Приймаємо 1 автогрейдер $k_{вик}=0,13$.

Планування укосів автогрейдером $S=28958,02 \text{ м}^2$:

$$П = \frac{8,2 \cdot 1000}{4,76} = 1719,96 \text{ м}^2/\text{зм}$$

$$К = \frac{28958,02}{1719,96} = 16,86 \text{ маш. зм.}$$

$$n = \frac{16,86}{70} = 0,25$$

$$k_{вик} = 0,13 + 0,25 = 0,38$$

Застосуємо автогрейдер, який використовуватиметься для планування земполотна, $k_{вик} = 0,38$.

Укріплення укосів:

$$П = \frac{8,2 \cdot 1000}{0,65} = 1261,55 \text{ м}^2/\text{зМ}$$

$$K = \frac{67000}{1261,55} = 53,11 \text{ маш. зн.}$$

$$n = \frac{53,11}{70} = 0,76$$

Приймаємо 1 агрегат $k_{\text{вук}} = 0,76$.

3.5. Технологія будівництва дорожнього одягу

Ремонт ДО включає в себе – влаштування шарів, корита, укріплення узбіч та укосів.

«Площа F_i по влаштуванню конструктивних шарів дорожнього одягу

$$F_i = L \cdot B_i$$

де L – довжина ділянки дороги;

B_i – ширина конструктивного шару дорожнього одягу, м» [6].

Об'єми робіт із влаштування ДО на всій ділянці будівництва $L_{\text{заг}} = 2800$ м, на ділянці $L_{\text{км}} = 1000$, на захватці $L_{\text{зах}} = 100$ м визначимо, для:

АБ щільний з бітумом БНД 60/90 товщиною 5 см, шириною:

$$B_i = (3,75 + 0,75) \cdot 2 = 9,0 \text{ м}$$

$$F_I^{\text{заг}} = 2800 \cdot 9 = 25200 \text{ м}^2, F_I^{\text{км}} = 1000 \cdot 9 = 9000 \text{ м}^2, F_I^{\text{зах}} = 100 \cdot 9,0 = 900 \text{ м}^2;$$

Площі АБ КР Щ та пористого на БНД 60/90 (тов. 7 см) є рівними та становитимуть:

$$F_{III}^{\text{заг}} = 2800 \cdot 9 = 25200 \text{ м}^2, F_{III}^{\text{км}} = 1000 \cdot 9 = 9000 \text{ м}^2, F_{III}^{\text{зах}} = 100 \cdot 9 = 900 \text{ м}^2;$$

ЩПС (укріплена цементом) товщиною 12 см, шириною

$$B_{IV} = (3,75 + 0,75 + 0,3) \cdot 2 = 9,6 \text{ м}$$

$$F_{IV}^{\text{заг}} = 2800 \cdot 9,6 = 26880 \text{ м}^2, F_{IV}^{\text{км}} = 1000 \cdot 9,6 = 9600 \text{ м}^2, F_{IV}^{\text{зах}} = 100 \cdot 9,6 = 960 \text{ м}^2.$$

Обсяг робіт з влаштування напівприсипних узбіч:

$$\ll V_{n/y} = 2 \cdot 0,5 \cdot (b_1 + b_2) \cdot h_{n/y} \cdot L \cdot k_y \cdot k_{BT}$$

де $b_1 = 3\text{ м}$, $b_2 = 3,36\text{ м}$ – ширини шару присипного узбіччя в поперечному профілі по верху та по низу;

$h_{n/y} = 0,15\text{ м}$ – висота присипного узбіччя;

$k_y = 1,1$ – коефіцієнт ущільнення ґрунту на присипних узбіччях;

$k_{BT} = 1,01$ – коефіцієнт втрат ґрунту» [6].

$$V_{n/y}^{\text{заг}} = 2 \cdot 0,5 \cdot (3 + 3,37) \cdot 0,26 \cdot 2800 \cdot 1,1 \cdot 1,01 = 5152\text{ м}^3$$

$$V_{n/y}^{\text{км}} = 2 \cdot 0,5 \cdot (3 + 3,37) \cdot 0,26 \cdot 1000 \cdot 1,1 \cdot 1,01 = 1840\text{ м}^3$$

$$V_{n/y}^{\text{зах}} = 2 \cdot 0,5 \cdot (3 + 3,37) \cdot 0,26 \cdot 100 \cdot 1,1 \cdot 1,01 = 184\text{ м}^3$$

Площі розпушування ґрунту в кориті земполотна $F_{\text{кор.}}$

$$F_{\text{кор.}} = L \cdot B_{\text{кор.}}$$

де $B_{\text{кор.}} = 5,3 \cdot 2 = 10,6\text{ м}$ – ширина корита.

$$F_{\text{кор.}}^{\text{заг}} = 2800 \cdot 10,6 = 29680\text{ м}^2,$$

$$F_{\text{кор.}}^{\text{км}} = 1000 \cdot 10,6 = 10600\text{ м}^2,$$

$$F_{\text{кор.}}^{\text{зах}} = 100 \cdot 10,6 = 1060\text{ м}^2$$

В напівкориті земляного полотна об'єм розробки ґрунту $V_{\text{кор.}}$

$$V_{\text{кор.}} = F_{\text{кор.}} \cdot h_{\text{кор.}}$$

де $h_{\text{кор.}} = 0,25$ – глибина напівкорита.

$$V_{\text{кор.}}^{\text{заг}} = 29680 \cdot 0,25 = 7420\text{ м}^3,$$

$$V_{\text{кор.}}^{\text{км}} = 10600 \cdot 0,25 = 2650\text{ м}^3,$$

$$V_{\text{кор.}}^{\text{зах}} = 1060 \cdot 0,25 = 265\text{ м}^3$$

Покриття з гарячих АБС влаштовують в суху погоду при повітряній температурі $> + 5\text{ }^\circ\text{C}$ навесні та влітку, а восени $> + 10\text{ }^\circ\text{C}$ на сухій основі не промерзлій. Її підготовка виконується видаленням механічними щітками пилу та бруду. Вологу чи мокру основу просушують гарячим піском при $t=225\text{-}250\text{ }^\circ\text{C}$, або спецагрівачами.

Далі по старій основі розливають БНД розріджений за нормою $0,6\text{ л/м}^2$.

Стару основу вирівнюють укладаючи шар вирівнюючий, при шарі більше 5 см – чорний щебінь, менше 5 см – пористий АБ.

Перед укладанням АБС укладаються бічні упори по зовнішній кромці покриття. По них на прямих ділянках натягують шнур, і закріплюють упори милицями. На кривих виставляються геодезистом штирі, за якими забивають упори. Після ущільнення котками суміші, бічні упори відразу знімають. До початку робіт машиніст з укладання суміші перевіряє живильники, шнеки, щоб на них не залишалося застиглої суміші, далі встановлює укладальник в робоче положення, регулюючи робочі органи. Встановлюють зазор залежно від товщини шару над живильником в бункері. Для цього положення заслінки на задній стінці бункера змінюють. Для рівності та безперервності смуги укладання, слід залишати в бункері трохи суміші до приходу наступного самоскида з сумішшю.

Процес укладання містить кілька операцій: подача в бункер асфальтоукладача суміші; її розподіл відповідною шириною рівномірним шаром; за заданим профілем планування; попереднє ущільнення вібраційним або ударним способом; планування поверхні покриття.

Розвантаження суміші в бункер укладача з автомобіля-самоскида проводиться «на ходу». Задні колеса самоскида впираються в буферні ролики, таким чином укладальник штовхає перед собою автомобіль. При цьому гальма і зчеплення у авто вимикають. З бункера-приймача суміш подається до шнеків – розподільного органу, які розрівнюють її по ширині смуги. Суміш ущільнюють попередньо трамбовками, далі котками самохідними. Ущільнення здійснюється спочатку легкими до 8 т котками, а після – важкими 10-18 т. Котки мають переміщатися від кромки до осі покриття по ущільнювальній смузі, а потім навпаки, перекриваючи на 20-30 см попередню смугу проходу котка. Ущільнювати АБС потрібно відразу ж після її укладання. Через 2-3 проходи легкого котка за допомогою шаблону повіряють рівність покриття та поперечний ухил.

По завершенні укладання покриття не менше ніж через 15 діб регулюють рух авто по всій ширині проїзду для того, щоб створити сприятливі умови завершення формування покриття. При укладанні покриття з ДР АБС провідною машиною є важкий коток.

За продуктивністю котка приймаємо 90 м/зміну довжину захватки.

Користуючись [6] визначаємо необхідну кількість матеріалів для влаштування ДО.

Для АБС щільної з бітумом БНД 60/90 товщиною 5 см необхідно:

Поковки 1,8 кг:

$$- Q_{\text{ПОК}}^{\text{заг}} = \frac{25200}{1000} \cdot 0,0068 = 0,16m$$

$$- Q_{\text{ПОК}}^{\text{км}} = \frac{9000}{1000} \cdot 0,0068 = 0,06m$$

$$- Q_{\text{ПОК}}^{\text{зах}} = \frac{900}{1000} \cdot 0,0068 = 0,006m$$

Бітуми НД рідкі:

$$Q_{\text{БИТ}}^{\text{заг}} = \frac{25200}{1000} \cdot 0,0137 = 0,35m$$

$$Q_{\text{БИТ}}^{\text{км}} = \frac{9000}{1000} \cdot 0,0137 = 0,12m$$

$$Q_{\text{БИТ}}^{\text{зах}} = \frac{900}{1000} \cdot 0,0137 = 0,012m$$

Бруски обрізні із хвойних порід, довжиною 4 – 6,5 м:

$$Q_{\text{БР}}^{\text{заг}} = \frac{22080}{1000} \cdot 0,15 = 3,3m^3$$

$$Q_{\text{БР}}^{\text{км}} = \frac{8000}{1000} \cdot 0,15 = 1,2m^3$$

$$Q_{\text{БР}}^{\text{зах}} = \frac{800}{1000} \cdot 0,15 = 0,12m^3$$

АБС:

$$Q_{\text{АБ}}^{\text{заг}} = \frac{25200}{1000} \cdot 121,5 = 3061,8m$$

$$Q_{\text{АБ}}^{\text{км}} = \frac{9000}{1000} \cdot 121,5 = 1093,5m$$

$$Q_{AB}^{зак} = \frac{900}{1000} \cdot 121,5 = 109,35m$$

Для шару з крупнозернистого АБ необхідно:

Поковки 1,8 кг:

$$Q_{ПОК}^{зак} = \frac{25200}{1000} \cdot 0,0072 = 0,19m$$

$$Q_{ПОК}^{км} = \frac{9000}{1000} \cdot 0,0072 = 0,06m$$

$$Q_{ПОК}^{зак} = \frac{900}{1000} \cdot 0,0072 = 0,006m$$

Бітум НД рідкі:

$$Q_{БИТ}^{зак} = \frac{25200}{1000} \cdot 0,028 = 0,71m$$

$$Q_{БИТ}^{км} = \frac{9000}{1000} \cdot 0,028 = 0,25m$$

$$Q_{БИТ}^{зак} = \frac{900}{1000} \cdot 0,028 = 0,025m$$

Бруски 4 – 6,5 м:

$$Q_{БР}^{зак} = \frac{25200}{1000} \cdot 0,16 = 4,03m^3$$

$$Q_{БР}^{км} = \frac{9000}{1000} \cdot 0,16 = 1,5m^3$$

$$Q_{БР}^{зак} = \frac{900}{1000} \cdot 0,16 = 0,15m^3$$

АБС крупнозерниста щільна:

$$Q_{AB}^{зак} = \frac{25200}{1000} \cdot 135,5 = 3435m$$

$$Q_{AB}^{км} = \frac{9000}{1000} \cdot 135,5 = 1219,5m$$

$$Q_{AB}^{зак} = \frac{900}{1000} \cdot 135,5 = 122m$$

Для шару з пористого АБ необхідно:

Поковки 1,8 кг:

$$Q_{ПОК}^{зак} = \frac{25200}{1000} \cdot 0,0069 = 0,17m$$

$$Q_{ПОК}^{км} = \frac{9000}{1000} \cdot 0,0069 = 0,06m$$

$$Q_{ПОК}^{зак} = \frac{900}{1000} \cdot 0,0069 = 0,006m$$

БНД рідкі:

$$Q_{БИТ}^{зак} = \frac{25200}{1000} \cdot 0,028 = 0,71m$$

$$Q_{БИТ}^{км} = \frac{9000}{1000} \cdot 0,028 = 0,25m$$

$$Q_{БИТ}^{зак} = \frac{900}{1000} \cdot 0,028 = 0,025m$$

Бруски 4 – 6,5 м:

$$Q_{БР}^{зак} = \frac{25200}{1000} \cdot 0,16 = 4,03m^3$$

$$Q_{БР}^{км} = \frac{9000}{1000} \cdot 0,16 = 1,5m^3$$

$$Q_{БР}^{зак} = \frac{900}{1000} \cdot 0,16 = 0,15m^3$$

АБС:

$$Q_{АБ}^{зак} = \frac{25200}{1000} \cdot 131,9 = 3323,9m$$

$$Q_{АБ}^{км} = \frac{9000}{1000} \cdot 131,9 = 1187,1m$$

$$Q_{АБ}^{зак} = \frac{900}{1000} \cdot 131,9 = 118,7m$$

Шари ЩПС та ЩПС на цементі влаштовують методом послідовного розклинювання великих фракцій меншими. Ведучими машинами будуть самохідні і навісні розподілювачі щебеню. Доставлену ЩПС на місце робіт розподіляють без затримки. Розподіл І фракції виконують щебенеукладачем товщиною на 25-30% перевищуючу проєктну з урахуванням коефіцієнта ущільнення. Підкатку виконують котками на пневмошинах масою 6-8 т за 4-6 проходів по 1 сліду. Ущільнювання наступної розклинюючої фракції виконують котками масою 10-13 т, при швидкості 1,5-2,0 км/год, потім 3-4 км/год, від країв до середини за 3-4 проходи по одному сліду з перекриттям слідів на 20-30 см. В разі появи подріблення

щебеню зменшують масу котка. ЩПС на цементі готують в змішувачах на заводах та укладають за два прийоми щебенерозподільником.

Верхній шар основи ЩПС на цементі (тов. 0,12 см) має потребу таких матеріалах:

Керосин марки КТ-1:

$$Q_{КЕР}^{заг} = \frac{25200}{1000} \cdot 0,0018 = 0,045m$$

$$Q_{КЕР}^{км} = \frac{9000}{1000} \cdot 0,0018 = 0,02m$$

$$Q_{КЕР}^{зах} = \frac{900}{1000} \cdot 0,0018 = 0,002m$$

Поковки:

$$Q_{ПЛОК}^{заг} = \frac{25200}{1000} \cdot 0,006 = 0,02m$$

$$Q_{ПЛОК}^{км} = \frac{9000}{1000} \cdot 0,006 = 0,049m$$

$$Q_{ПЛОК}^{зах} = \frac{900}{1000} \cdot 0,006 = 0,005m$$

Цемент:

$$Q_{БИТ}^{заг} = \frac{25200}{1000} \cdot 0,026 = 0,66m$$

$$Q_{БИТ}^{км} = \frac{9000}{1000} \cdot 0,026 = 0,23m$$

$$Q_{БИТ}^{зах} = \frac{900}{1000} \cdot 0,026 = 0,023m$$

Бруски:

$$Q_{БР}^{заг} = \frac{25200}{1000} \cdot 0,15 = 3,31m^3$$

$$Q_{БР}^{км} = \frac{8000}{1000} \cdot 0,15 = 1,2m^3$$

$$Q_{БР}^{зах} = \frac{800}{1000} \cdot 0,15 = 0,12m^3$$

ЩПС з фракцією щебеня 20-40:

$$Q_{АБ}^{заг} = \frac{25200}{1000} \cdot 195 = 4915m$$

$$Q_{AB}^{км} = \frac{9000}{1000} \cdot 195 = 1755m$$

$$Q_{ЩПС}^{зак} = \frac{900}{1000} \cdot 195 = 175,5m$$

ЩПС з фракцією щебеня 10-20:

$$Q_{AB}^{зак} = \frac{25200}{1000} \cdot 11 = 277,2m$$

$$Q_{AB}^{км} = \frac{9000}{1000} \cdot 11 = 99m$$

$$Q_{ЩПС}^{зак} = \frac{900}{1000} \cdot 11 = 9,9m$$

Влаштування шару основи з ЩПС 22 см:

Вода:

$$Q_{БР}^{зак} = \frac{25200}{1000} \cdot 0,55 = 13,86m$$

$$Q_{БР}^{км} = \frac{9000}{1000} \cdot 0,55 = 4,95m$$

$$Q_{БР}^{зак} = \frac{800}{1000} \cdot 0,55 = 0,5m$$

ЩПС з фракцією щебеня 20-40:

$$Q_{AB}^{зак} = \frac{25200}{1000} \cdot 205 = 5166m$$

$$Q_{AB}^{км} = \frac{9000}{1000} \cdot 205 = 1845m$$

$$Q_{ЩПС}^{зак} = \frac{900}{1000} \cdot 195 = 184,5m$$

ЩПС з фракцією щебеня 10-20:

$$Q_{AB}^{зак} = \frac{25200}{1000} \cdot 35 = 882m$$

$$Q_{AB}^{км} = \frac{9000}{1000} \cdot 11 = 315m$$

$$Q_{ЩПС}^{зак} = \frac{900}{1000} \cdot 35 = 31,5m$$

Кількість матеріалів для влаштування шару шлакового щебеню визначимо аналітичним способом.

Шлаковий щебінь:

$$P_{\text{з.}}^{\text{заг}} = 2800 \cdot 8,6 \cdot 0,12 \cdot 1,10 \cdot 1,01 = 3164,49m$$

$$P_{\text{з.}}^{\text{км}} = 1000 \cdot 8,6 \cdot 0,12 \cdot 1,10 \cdot 1,01 = 1146,56m$$

$$P_{\text{з.}}^{\text{зах}} = 100 \cdot 8,6 \cdot 0,12 \cdot 1,10 \cdot 1,01 = 216,04 - 66 = 116,92m$$

В'яжуче 5 % від маси шлакового щебеню:

$$P_{\text{ц.}}^{\text{заг}} = 158,22m, \quad P_{\text{ц.}}^{\text{км}} = 57,33m, \quad P_{\text{ц.}}^{\text{зах}} = 5,85m$$

Вода:

$$Q_{\text{в.}}^{\text{заг}} = \frac{25200}{1000} \cdot 18,5 = 466,2m^3$$

$$Q_{\text{в.}}^{\text{км}} = \frac{10600}{1000} \cdot 18,5 = 196,1m^3$$

$$Q_{\text{в.}}^{\text{зах}} = \frac{10600}{100} \cdot 18,5 = 19,61m^3$$

Плівкоутворювальні матеріали:

$$Q_{\text{в.}}^{\text{заг}} = \frac{25200}{1000} \cdot 0,72 = 18,09m^3$$

$$Q_{\text{в.}}^{\text{км}} = \frac{10600}{1000} \cdot 0,72 = 8,19m^3$$

$$Q_{\text{в.}}^{\text{зах}} = \frac{1060}{1000} \cdot 0,72 = 0,82m^3$$

Таблиця 3.3. – Формування ланки машинно-дорожньої для проведення опоряджувальних та укріплювальних робіт

Машини і механізми	Загальна к-сть маш/змін	К-сть машин	Коеф. викор. машин у змін	Час викон. роботи маш/змін
Бульдозер	0,95	2	0,95	6,37
Автогрейдер	0,037	1	0,037	0,26
Автосамоскид	1,915	2	0,96	7,55
ПМ ЕД-226	1,562	2	0,781	6,43
Екскаватор	0,955	1	0,955	3,06
Агрегат для посіву	0,023	1	0,023	0,12

РОЗДІЛ 4

ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА

4.1. Розрахунок тривалості будівництва

Визначаємо терміни бездоріжжя: початок та закінчення (весна/осінь).

«Для глинистих (супісок, суглинок, глина) ґрунтів дати можливого початку Z_n^e і кінця Z_k^e весняного бездоріжжя визначаємо за формулами:

$$Z_n^e = T_0 + \frac{5}{\alpha}$$

$$Z_k^e = Z_n^e + \frac{0,7h}{\alpha}$$

де T_0 - дата переходу температури повітря весною через 0°C ;

h – середньо максимальна глибина промерзання ґрунту в районі будівництва, см;

α - кліматичний коефіцієнт, який характеризує швидкість відтавання ґрунту, см/добу» [7].

$$Z_n^e = 16,03 + \frac{5}{3,5} = 17,03$$

$$Z_k^e = 17,03 + \frac{0,7 \cdot 54}{3,5} = 28,03$$

Осіньне бездоріжжя:

Дати початку Z_n^{oc} і кінця Z_k^{oc} – зміна середньої температури повітря за місяць відповідно від $+5\dots+3^\circ\text{C}$ і до 0°C .

Тоді з ДКГ отримуємо $Z_n^{oc} = 16,11$ $Z_k^{oc} = 21,11$.

Тривалості $T_{вас}$ та $T_{ос}$ бездоріжжя розраховуємо за формулами:

$$T_{вас} = Z_k^e - Z_n^e$$

$$T_{ос} = Z_k^{oc} - Z_n^{oc}$$

$$T_{вас} = 28,03 - 17,03 = 11 \text{ днів};$$

$$T_{ос} = 21,11 - 16,11 = 5 \text{ днів.}$$

Календарну тривалість для лінійних земробіт:

- при цілорічному будівництві насипів з ґрунту резервів бічних і розробці котлованів:

$$T_k = Z_n^{oc} - Z_k^{oc}$$

$$T_k = 16,11 - 28,03 = 233 \text{ днів};$$

- якщо будівництво землполотна із намерзлих завезених ґрунтів та роботах зосереджених виконують цілий рік:

$$T_k = 365 - (T_{вес} + T_{ос})$$

$$T_k = 365 - (11 + 5) = 349 \text{ днів.}$$

«Середня кількість робочих змін за даний період будівництва визначається розрахунковою тривалістю T_p :

$$T_p = (T_k - T_1 - T_2 - T_3 - T_4) K_3$$

де T_1 – кількість святкових і вихідних днів за період T_k ;

T_2 – кількість днів на технічне обслуговування та ремонт дорожніх машин ($T_2 = 0,04T_k$);

T_3 – кількість днів простоювання через організаційні умови та передислокацію техніки ($T_3 = 0,05T_k$);

T_4 – кількість днів простоювання за кліматичними умовами, що припадають на робочі дні;

K_3 – коефіцієнт, що враховує змінність робіт.

Величина визначається за формулою:

$$K_3 = \frac{N_1 + 2N_2}{N_1 + N_2}$$

де N_1 і N_2 – календарна кількість днів відповідно з однозмінною та двоззмінною роботою» [7].

Роботи у 2 зміни плануємо при тривалості дня довшого за 14 годин.

$$T_1 = 85 \text{ днів}$$

$$T_2 = 0,04 \cdot 233 \approx 10 \text{ днів}$$

$$T_2 = 0,05 \cdot 233 \approx 12 \text{ днів}$$

$$T_4 = 0,26 + 2,3 + 3,1 + 4,1 + 5 + 5 + 2,6 + 2,6 + 0,27 = 25,35 \approx 26 \text{ днів}$$

14 годинний день розпочнеться 25.04. і триватиме по 23.08. відповідно із цих даних слідує що $N_1 = 86$ днів та $N_2 = 139$ днів.

$$K_3 = \frac{86 + 2 \cdot 139}{86 + 139} = 1,65$$

$$\partial_{\sigma} = (233 - 85 - 10 - 12 - 26) \cdot 1,62 = 162 \text{ змін.}$$

Мінімальна швидкість потоку:

$$S = \frac{2800}{26} = 108 \text{ м/зміну}$$

4.2. Розрахунок транспорту для перевезення будівельних матеріалів

Згідно будгенплану з кар'єру біля н.п. Сніжки транспортується пісок та ґрунт (5 км). Щебінь, бітум, АБ, ЩПС та ЩПС оброблена цементом транспортуються з напрямку м. Біла Церква (43 км).

Відстань перевезення (середня) для кожної з баз матеріального постачання:

$$L_{AB3}^{CEP} = 43 + \frac{0,495}{2} = 43,25 \text{ км}$$

$$L_{CII}^{CEP} = 43 + \frac{0,495}{2} = 43,25 \text{ км}$$

$$L_{Bода}^{CEP} = 3 + \frac{0,495}{2} = 3,25$$

$$L_{Гр}^{CEP} = 5 + \frac{0,495}{2} = 5,25$$

$$L_{з/б}^{CEP} = 137 + \frac{0,495}{2} = 137,25$$

Підрахуємо кількість матеріалів з кожного із складів:

Таблиця 4.1. – Кількість матеріалів з кожного із складів

Склад	Назва матеріалу	Об'єм
АБЗ,	БНД	0,399т
ЦБЗ	АБС	2556,99т
	ЩПС на цементі та ЩПС	1689,35т
Вода	Вода	112,35т

«Визначаємо продуктивність автосамоскидів:

$$P = \frac{8,2 \times q \times K}{\frac{2\ell_1}{V_1} + \frac{2\ell_2}{V_2} + t} \text{ т/зм}^3,$$

де 8,2 – тривалість зміни, год.;

q – вантажопідйомність автомобіля 7 т;

K – коефіцієнт використання автомобіля 0,85;

ℓ_1, ℓ_2 – віддаль везення при різних умовах перевезення $\ell_1 = 30$ км
удосконалене покриття, $\ell_2 = 1 \div 4$ км – ґрунтова дорога;

V_1, V_2 – середня швидкість перевезення;

$V_1 = 35$ км/год – удосконалене покриття;

$V_2 = 22$ км/год – ґрунтова дорога;

t_1 – середня тривалість простою автосамоскида;

$t = 0,25$ год для 7 т машини» [7].

Підраховуємо продуктивність ТЗ:

автосамоскидів для доставки ґрунту:

$$P_{авт} = \frac{8,2 \cdot 0,96 \cdot 10 \cdot 1,0}{2 \frac{5}{40} + 0,2} = 104,96 \text{ т / зм}$$

$$P_{авт} = \frac{8,2 \cdot 0,96 \cdot 7,3 \cdot 1,0}{2 \frac{5}{40} + 0,2} = 127,7 \text{ м}^3 / \text{зм}$$

перевезення з/б виробів:

$$P_{авт} = \frac{8,2 \cdot 0,96 \cdot 10}{2 \frac{137,25}{40} + 0,2} = 91,27 \text{ м}^3 / \text{зм}$$

АБС:

$$P_{авт} = \frac{8,2 \cdot 0,89 \cdot 8,3}{2 \frac{43,25}{40} + 0,2} = 150,09 \text{ м}^3 / \text{зм}$$

авто гудронатора:

$$P_{авт} = \frac{8,2 \cdot 0,96 \cdot 7,9 \cdot 1,0}{2 \frac{43,25}{40} + 0,1 \cdot 7,5} = 21,37 \text{ м} / \text{зм}$$

ПМ:

$$P_{авт} = \frac{8,2 \cdot 0,96 \cdot 6 \cdot 1,0}{2 \frac{3,25}{40} + 0,2 \cdot 6} = 34,65 \text{ м} / \text{зм}$$

4.3. Будівельний генеральний план

Будгенплан запроєктований на період повного розгортання робіт на будмайданчику і відображає стан будмайданчика при спорудженні надземної частини будинку.

Чисельність працюючих визначаємо в табличній формі.

Таблиця 4.2. – Визначення площ тимчасових будівель та споруд

Найменування приміщення	Норма	К-сть людей	Площа, м ²
1. Контора	3м ² на 1 чол	4	12,0
2. Гардероб і умивальник	0,5м ² на 1 чол	10	5
3. Душові 50 % жінки/чоловіки	1м ² на 1 душ – 15 чол	2/8	1,0/1,0
4. Сушка 40%	0,2м ² на 1чол	4	1
5. Приміщення для обігрівання 50%	0,1м ² на 1чол	5	0,5
6. Приміщення для прийому їжі	1м ² на 1чол	16	48,0
7. Біотуалет 30% жінки/чоловіки	3м ² на 1туалет – 15 чол	1 / 3	3,0 / 3,0

Розрахунок площі складських приміщень та площадок

«Площу складів розраховуємо за кількістю матеріалів;

$$Q_{зан} = Q_{заг} / T \cdot \alpha \cdot n \cdot k ,$$

де $Q_{зан}$ – запас матеріалів на складі;

$Q_{заг}$ – загальна кількість матеріалів необхідних для будівництва;

T – тривалість розрахункового періоду, днів;

$\alpha = 1,1$ – коефіцієнт нерівномірності постачання матеріалів на склади;

$k = 1,3$ – коефіцієнт нерівномірності витрат матеріалів» [7].

Розрахунок проводимо в табличній формі (таблиця 4.1)

Розрахунок водопостачання будівельного майданчика

Господарські затрати за годину води:

$$Q_{\text{госп}} = \frac{95 \cdot 63 \cdot 2,7}{8 \cdot 1000} = 2,02 \text{ м}^3,$$

Виробнича потреба за годину води:

$$Q_{\text{вироб.}} = \frac{(95,6 + 181,2 + 1061 + 686,1 + 723,5) \cdot 1812 \cdot 1,6}{8 \cdot 1000 \cdot 42} = 32,6 \text{ м}^3.$$

Витрати на охолодження ДВЗ:

$$Q_{\text{ДВ}} = \frac{1,2 \cdot 89 \cdot (180 + 62 + 115)}{1000} = 39,5 \text{ м}^3,$$

Сумарна потреба води:

$$\sum Q = 2,02 + 32,6 + 39,5 = 74,12 \text{ м}^3$$

Секундні водні витрати:

$$q_{\text{розр}} = \frac{74,12 \cdot 1000}{3600} + 10 = 30,59 \text{ л/с},$$

Діаметр водопровідної лінії:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 30,59 \cdot 1000}{3,14 \cdot 1,5}} = 156 \text{ мм}$$

Приймаємо трубу \varnothing 200 мм.

Потреба в електричній загальній потужності з потребою в одночасній роботі усіх споживачів:

$$P_{\text{заг}} = 1,1 \left(\frac{0,4(0,07 + 74,12 + 74,12 + 2,8)}{0,75} + 1,0(1,8 + 15) + 0,9(6 \cdot 1,5) + 1,0 \cdot 2,02 \right) = 112,3 \text{ кВт}$$

Приймаємо 1 силовий трифазний трансформатор з потужністю за розрахунками 180 кВт.

Таблиця 4.3. – ТЕП будгенплану

№	Найменування	Од. вим.	Кількість
---	--------------	----------	-----------

з/п			
1.	Площа:	м ²	
	- території будмайданчика, Fм		3992,95
	- постійні споруди, Fпс		1309
	- тимчасові споруди, Fтс		192
2.	Довжина автошляхів:	м	
	- постійних		-
	- тимчасових		792
3.	Довжина інженерних мереж:	м	
	- постійні електромережі		-
	- тимчасові електромережі		395
	- постійного водопроводу		-
	- тимчасового водопроводу		36,6
4.	Довжина огороження	м	305

4.4. Лінійний календарний графік

Одним з документів організації робіт є лінійний календарний графік. Його побудова така: на горизонтальній лінії приймають кілометри, а по вертикалі – термін будівництва, який на весь період будівництва виражений в змінах. На графіку показують план дороги. Він нанесений прямою лінією з розстановкою всіх споруд на кожному кілометрі. Згідно призначеного плану будівництва наносять лінії робіт усіх споруд.

Будівництво труб, мостів, будинків показують у вигляді вертикальної лінії, навпроти місця їх розташування на плані дороги. Кількість днів будівництва штучних споруд відповідає висоті вертикальної лінії.

Проектування робіт по зведенню земляного полотна, враховуючи їх нерівномірність розподілу по довжині траси, має деякі особливості. Лінія лінійних земляних робіт на графіку представлена у вигляді прямої лінії.

Зосереджені роботи показуються квадратом – по ширині довжина ділянки, а по висоті протяжність робіт їх виконання.

Прямою лінією одного нахилу зображено будівництво шарів дорожнього одягу.

ВИСНОВОК

В результаті здійснення капітального ремонту автомобільної дооги М-05 Київ – Одеса в обхід н.п. Сніжки Київської області покращаться техніко-економічні показники, а саме:

- знизиться собівартість перевезення різного роду вантажів;
- зменшиться час перебування в дорозі;
- підвищиться безпека руху.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Державні будівельні норми /Автомобільні дороги – ДБН В.2.3. – 4 – 2015: Держбуд України: Київ, 2000 – 116 с.
2. Державні будівельні норми / Планування і забудова територій.- ДБН Б.2.2-12:2019: Держбуд України: Київ, 2019. – 99 с.
3. ГБН В.2.3-37641918-559:2019 Автомобільні дороги. Дорожній одяг нежорсткий.
4. ДСТУ Н Б В.2.3-41:2016 Настанова з проектування дренажних конструкцій мілкового закладання на автомобільних дорогах. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2017, 24 с.
5. ДСТУ Б Д.2.2-1:2012 Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Земляні роботи (Збірник 1).
6. Бойчук В. С. Довідник дорожника. [Текст] / В. С. Бойчук // – К.: Урожай, 2002. – 560 с.
7. Технологія будівництва автомобільних доріг [текст]: Конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньо-професійної програми «Будівництво та цивільна інженерія» галузі знань 19 Архітектура та будівництво спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія денної та заочної форм навчання /уклад. О.П. Шимчук – Луцьк: Луцький НТУ, 2020. – 172 с.
8. ДСТУ Б А.3.1-22:2013. Визначення тривалості будівництва об'єктів.
9. ДСТУ Б Д.2.2-27:2012 Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Автомобільні дороги (Збірник 27).
10. Кузмін В.І. Інженерна геодезія в дорожньому будівництві: підручник / В.І. Кузмін В.І., О.А. Білятинський. – Київ: Вища школа, 2006. – 280 с.
11. ДБН А.3.2-2-2009 Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення (НПАОП 45.2-7.02-12).

Графічна частина

