

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 а/д М-21 ВИСТУПОВИЧІ –
ЖИТОМИР – МОГИЛІВ–ПОДІЛЬСЬКИЙ (через м.
Вінницю) у ВІННИЦЬКІЙ 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
СИДНЯК Роман Сергійович

(підпис)

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

(підпис)

Кваліфікаційну роботу
допущено до захисту
« » _____ 2025_ р.
к.т.н., професор
Гарант освітньої програми:
Андрійчук Олександр Валентинович

(підпис)

Луцьк – 2025 року

ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(повне найменування закладу вищої освіти)

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
Індивідуальна освітня траєкторія здобувача автомобільні дороги та аеродроми
Освітня програма Будівництво та цивільна інженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри будівництва та
цивільної інженерії

О. УЖЕГОВА

" 31 " грудня 2024 року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

СИДНЯКУ Роману Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема кваліфікаційної роботи бакалавра Капітальний ремонт а/д М-21 Виступовичі – Житомир
Могилів–Подільський (через м. Вінницю) у Вінницькій області

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від " 31 " грудня 2024 року № 489/01-02

2. Строк подання здобувачем вищої освіти кваліфікаційної роботи 1 червня 2025 р.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи бакалавра матеріали інженерних вишукувань 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, Розділ 5. Охорона праці, Розділ 6. Економіка
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 бакалавра

Розділ	Ім'я, прізвище, посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1. Планувальні рішення	Людмила ТАЛАХ, доцент		
2. Конструктивні рішення	Віталій ПРОЦЮК, доцент		
3. Технологія будівництва	Олександр ШИМЧУК, доцент		
4. Організація будівництва	Олександр ШИМЧУК, доцент		
5. Охорона праці	Людмила ТАЛАХ, доцент		
6. Економіка будівництва	Людмила ТАЛАХ, доцент		

7. Дата видачі завдання " 31 " грудня 2024 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання випускної кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Перша контрольна перевірка. Планувальні рішення. Конструктивні рішення.	05.05.2025	
2	Друга контрольна перевірка. Технологія будівництва. Організація будівництва	10.05.2025	
3	Третя контрольна перевірка. Охорона праці. Економіка будівництва. Завершення випускної кваліфікаційної роботи	24.05.2025	
4	Подання виконаної випускної кваліфікаційної роботи на інструментальну перевірку щодо академічного плагіату	03.06.2025	
5	Подання виконаної випускної кваліфікаційної роботи з відгуком керівника на підпис завідувачу кафедри, направлення на рецензію	07.06.2025	
6	Подання виконаної випускної кваліфікаційної роботи на підпис декану та відповідальному секретарю екзаменаційної комісії	07.06.2025	
7	Захист випускної кваліфікаційної роботи	Графік роботи екзаменаційної комісії № 33: 21, 25 і 26 червня 2025 р.	

Здобувач вищої освіти _____
(підпис)

Роман СИДНЯК _____
(ім'я та прізвище)

Керівник дипломного проекту _____
(підпис)

Людмила ТАЛАХ _____
(ім'я та прізвище)

АНОТАЦІЯ

СИДНЯК Р.С. Капітальний ремонт а/д М-21 Виступовичі – Житомир – Могилів–Подільський (через м. Вінницю) у Вінницькій області. Рукопис.

Кваліфікаційна робота бакалавра ОП «Будівництво та цивільна інженерія» спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія. Луцький національний технічний університет. Луцьк, 2025.

Кваліфікаційна робота бакалавра складається з вступу, шести розділів, висновків до розділів, 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 2,8 км. Ділянка дороги, яка проектується має 2 кути повороту радіусами по 3500 м.

Ухил частини для проїзду 25 ‰. Мінімальні радіуси вертикальних кривих: випуклої – 25000 м, а увігнутої – 15000 м.

Земполотно знаходиться переважно по насипу (висота 0,5 м - 1,33 м). Наявне земполотно споруджене з дрібних пісків маловологих середньої щільності. Повсюди на ділянці капремонт насип у добре ущільненому стійкому стані. Проектом передбачено 2 типи поперечних профілів земполотна.

Проектом передбачено 8 типів дорожнього одягу, включаючи з'їзди та примикання, тротуари, покриття автозаправки. На основній дорозі запроектовано 2 види дорожнього одягу капітального типу з використанням геосинтетичних матеріалів у місцях підсилення існуючої конструкції.

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

ABSTRACT

SYDNIAK R.S. Overhaul of highway M-21 Vystupovychy – Zhytomyr – Mohyliv – Podilskyi (through the city of Vinnytsia) in the Vinnytsia region. Manuscript.

Bachelor's qualification work of the specialized educational institution «Construction and Civil Engineering» specialty 192 Construction and Civil Engineering. Lutsk National Technical University. Lutsk, 2025.

The bachelor's qualification work consists of an introduction, six chapters, conclusions to the chapters, a list of sources used, and appendices.

The work investigates the climatic features of the construction area, the condition of the highway, and proposes the implementation of major repairs of the highway with a concrete subgrade and road surface.

The total length of the part of the road being designed is 2.8 km. The section of the road being designed has 2 turning angles with radii of 3500 m.

The slope of the road section is 25 ‰. The minimum radii of vertical curves are: convex – 25,000 m, and concave – 15,000 m.

The subgrade is located mainly on the embankment (height 0.5 m - 1.33 m). The existing subgrade is constructed of fine, low-moisture sands of medium density. The subgrade is in a well-compacted, stable condition throughout the overhaul area. The project provides for 2 types of transverse subgrade profiles.

The project provides for 8 types of road surfaces, including exits and approaches, sidewalks, and gas station surfaces. On the main road, 2 types of major road surfaces are designed using geosynthetic materials in places where the existing structure is reinforced.

Keywords: highway, major repairs, earthwork, road surface, artificial structure

Зміст

ВСТУП	7
Розділ 1. ПЛАНУВАЛЬНІ РІШЕННЯ	
1.1. Природні умови	8
1.2. Коротка характеристика існуючої дороги	9
1.3. План траси	10
1.4. Поздовжній профіль	14
1.5. Земляне полотно	15
Висновки до розділу 1	16
Розділ 2. КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ	
2.1. Дорожній одяг	17
2.2. Забезпечення несучої здатності основи при армуванні геосотами	21
2.3. Штучні споруди	27
Висновки до розділу 2	29
Розділ 3. ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВНИЦТВА	
3.1. Підготовчі роботи	30
3.2. Штучні споруди	32
3.3 Розрахунок МДЗ на улаштування земполотна	32
3.4. Дорожній одяг	36
3.5. Фрезерування існуючого ДО	39
3.6. Улаштування шару підсилення	41
3.7. Улаштування вирівнюючого шару з ЩПС С-5	42
3.8. Улаштування основи (верхній шар) з ЩПС С-5, обробленої цементом 4% марки 40	43
3.9. Улаштування покриття з АБ	44
3.10. Технологія влаштування покриттів посадкових майданчиків і тротуарів	47
3.11. Укріплення укосів земполотна	48
Висновки до розділу 3	49

Розділ 4. ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА	
4.1. Розрахунок тривалості будівництва	50
4.2. Розрахунок транспорту для перевезення дорожньо-будівельних матеріалів	52
4.3. Будівельний генеральний план	56
4.4. Розрахунок потреби електроенергії та водопостачання	57
4.5. Лінійний графік	59
4.6. Організація руху при роботах капремонту	59
Висновки до розділу 4	61
Розділ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ	62
Висновки до розділу 5	63
Розділ 6. ЕКОНОМІКА БУДІВНИЦТВА	
6.1. Пояснювальна записка	64
6.2. Економічна вартість фрезерувальних робіт та будівельних робіт в цілому	64
Висновки до розділу 6	65
Література	67
Графічна частина	69

ВСТУП

Згідно виданого завдання розроблено проєкт капітального ремонту а/д М-21 Виступовичі – Житомир – Могилів-Подільський (через м. Вінницю) у Вінницькій області.

А/д М-21 є частиною європейського шляху Е-583. На українській території бере початок від КПП Виступовичі, пролягає через Житомирщину та Вінничину та завершується на КПП Могилів-Подільський. Проєктна ділянка проходить по території Стрижавської селищної територіальної громади Вінницького району Вінничини. Відноситься до 1б категорії [1] і має довжину 2,8 км.

Потреба у капремонті ділянки а/д від км 127-174 до км 129+965 викликана закінченням терміну поміж ремонтами служби дорожнього одягу та незадовільним станом АБ покриття.

За даними обстеження існуючого покриття ДО встановлено, що дефекти складають понад 55 % від загальної площі покриття і представлені сіткою тріщин та колією від 15 мм до 115 мм, що призводять до втрати несучої здатності дорожнього одягу.

Нині на території ділянки траси склалися вкрай несприятливі умови проїзду автотранспорту. Окрім пошкодженого покриття тут низький рівень зручності та БР, висока інтенсивність та наявність великогабаритних ТЗ у складі руху у великій кількості, що є причиною зниження безпечної швидкості руху потоку авто до 40-45 км/год та зростання кількості та тяжкості ДТП.

Усе вище перелічене і є підставою для розробки необхідних заходів покращення дорожніх умов на обраній ділянці проведення капремонту.

Втілення проєкту приведе до підвищенні ТЕП роботи автотранспорту в зоні тяжіння, пониження собівартості перевезень, врегулювання швидкості руху автівок, зменшення ДТП та поліпшення обстановки району загалом.

Розділ 1. ПЛАНУВАЛЬНІ РІШЕННЯ

1.1. Природні умови

Помірно-континентальний клімат території з вологим теплим літом і хмарною м'якою зимою характеризується середньою температурою липня $+19,6^{\circ}\text{C}$ влітку та $-6,2^{\circ}\text{C}$ взимку з тривалістю снігового покриву 96-112 днів та глибиною ґрунтового промерзання 0,9 м.

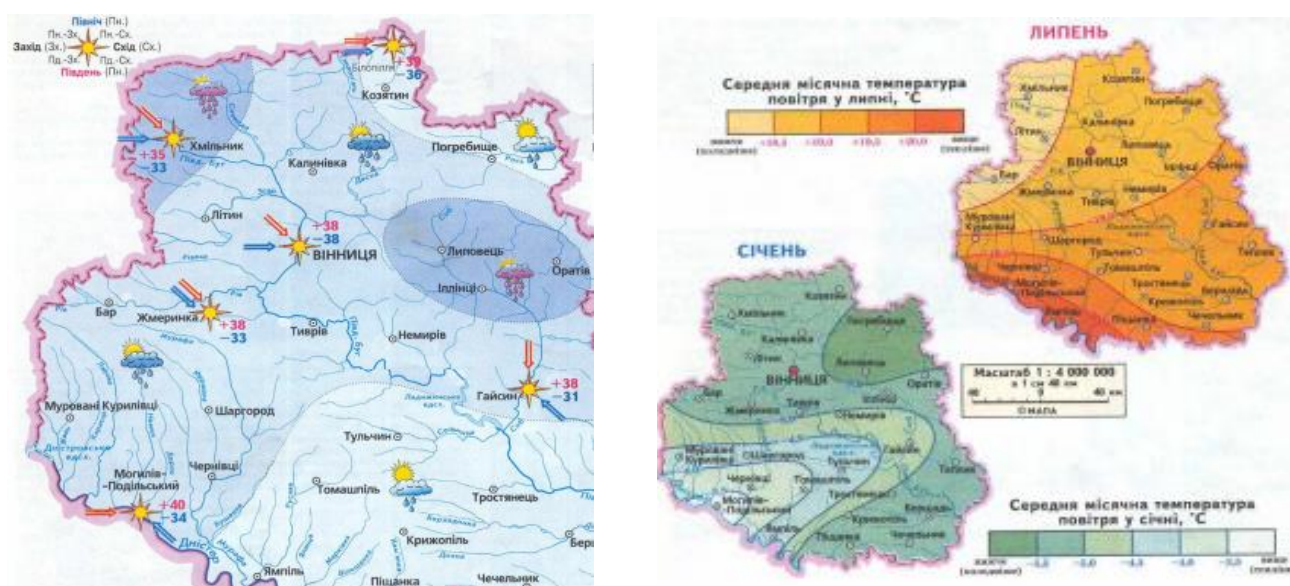


Рисунок 1.1 Клімат на ділянці

Поверхневі води на проєктній ділянці відносяться до Правобережної Дніпровської області за гідрологічним районуванням достатньої водності зони. Норма середньорічного стоку складає $2,7 \text{ л/с}\cdot\text{км}$.

Геологічна будова Вінницького району характеризується його знаходженням в межах Українського щита кристалічного, який є однією з найбільш піднятих частин фундаменту платформи Східноєвропейської.

«Територія району за геоморфологічним районуванням відноситься до Західно-Придніпровської денудаційної височини Придніпровсько-Приазовської області цокольних пластово-денудаційних височин і пластово-аккумулятивних підвищених рівнин Східно-Європейської полігенної рівнини» [2].

Ґрунтовий покрив відображено на рис. 1.2.

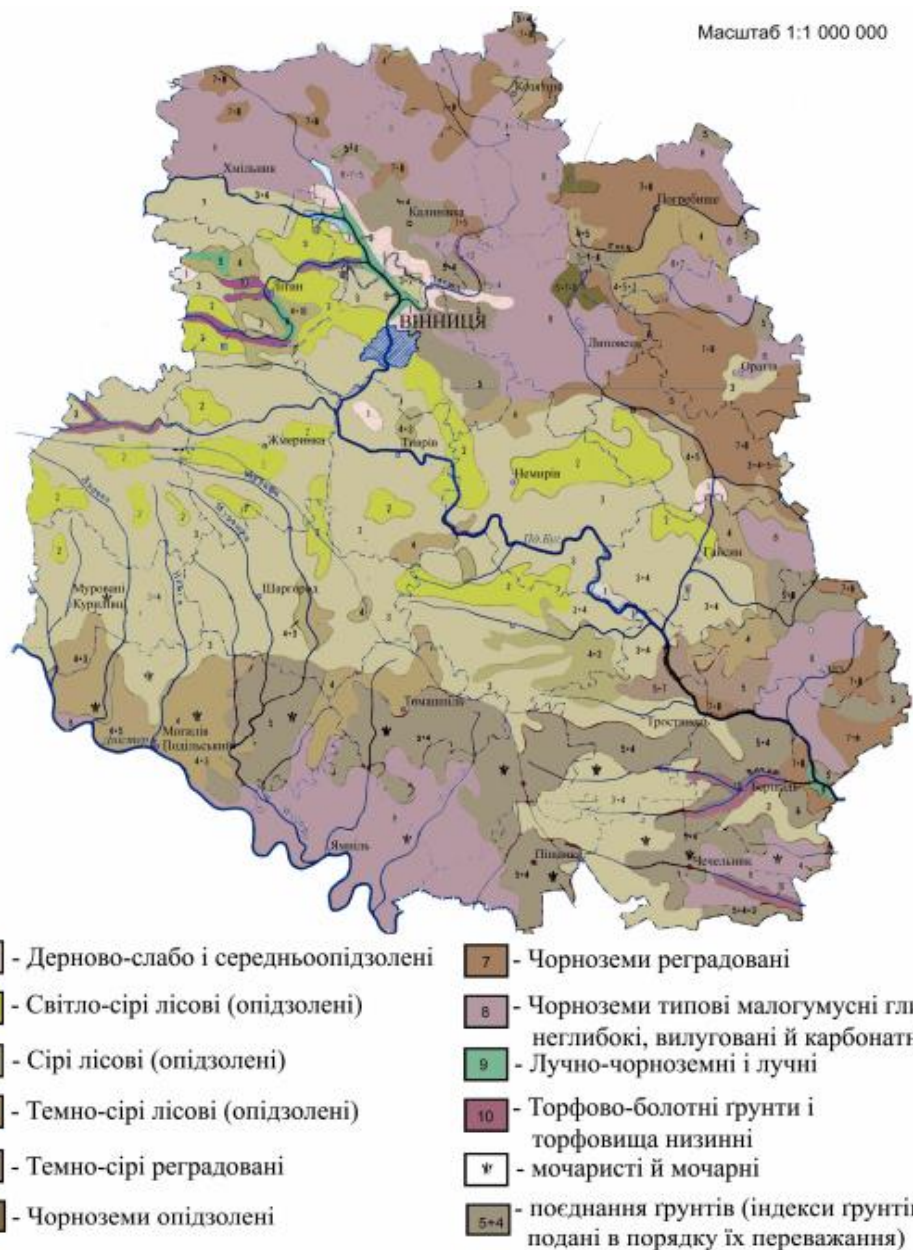


Рисунок 1.2 Ґрунтовий покрив

1.2. Коротка характеристика існуючої дороги

Наявна а/д на ділянці капремонту реконструйована на початку цього століття до параметрів технічної I-б категорії.

В плані а/д має 2 кути повороту з радіусами 3500 м.

Земполотно знаходиться переважно по насипу (висота 0,5 м - 1,33 м).

Існуючий ДО містить 2 шари АБ покриття товщиною 0,14 м на основі товщиною 0,27 м зі щебеню.

Згідно виконаного обліку руху На ділянці існуюча інтенсивність руху 7995 авто/добу, що відповідає приведеним до легкового 13689 авто/добу. На перспективу у 20 років інтенсивність руху має бути в межах 12697 авто/добу, (21195 авто/добу у приведених до легкового).

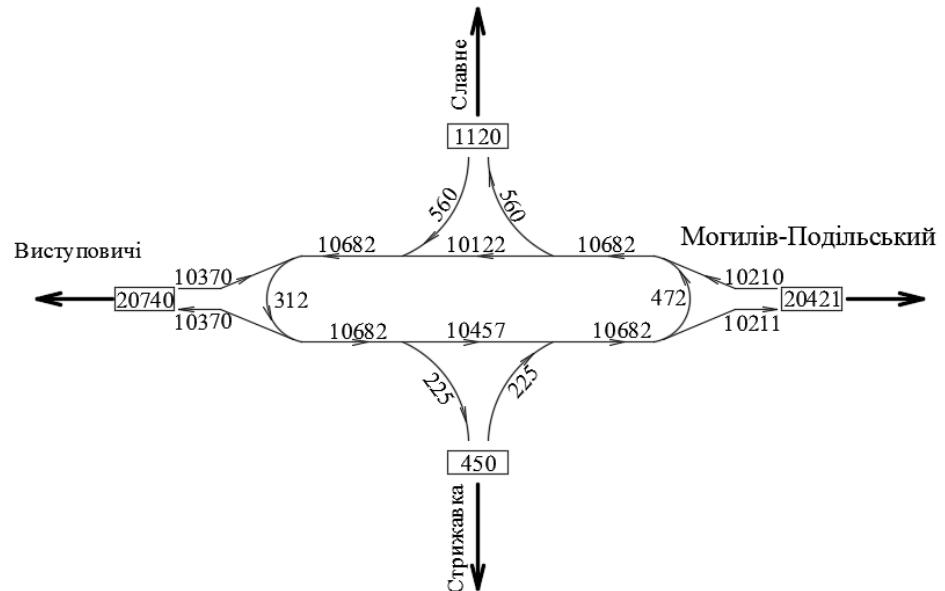


Рисунок 1.3 Розподіл інтенсивності на перехресті

1.3. План траси

Початок проєктної частини шляху ПК1272+00 відповідає км 127+174 а/д М-21, кінець ПК1300+00 – км 129+965 експлуатаційного кілометражу вказаної траси. Довжина частини траси становить 2,8 км. На проєктній ділянці є 2 кути повороту радіусами по 3500 м.

Обчислимо елементи І кута повороту:

- ВК1 ПК 13+96,76;
- поворот під кутом $\alpha_1 = 3^\circ 18'$, праворуч;
- радіус КК $R_1 = 3500$ м.

За [3] значення складових кривої для $R = 1$, перемножених на величину радіуса рівне:

$$T_1 = 0,02881 \cdot 3500 = 100,84 \text{ м};$$

$$K_1 = 0,0576 \cdot 3500 = 201,60 \text{ м};$$

$$D_1 = 0,000003 \cdot 3500 = 0,08 \text{ м};$$

$$B_1 = 0,0005 \cdot 3500 = 1,45 \text{ м}.$$

Перевірка:

	ВК1	ПК 1293+50,23		ВК1	ПК 1293+50,23
-	$\underline{T_{c1}}$	1+00,84		$+\underline{T_{c1}}$	1+00,84
	ПК	ПК 1292+49,39			ПК 1294+51,07
+	$\underline{K_{c1}}$	2+01,60		$-\underline{D_1}$	0,08
	КК	ПК 1294+50,99		КК	ПК 1294+50,99

Головні елементи II кута повороту:

- ВК2 ПК 23+67;
- кута повороту $\alpha_2 = 43^\circ$, ліворуч;
- радіус КК $R_2 = 150 \text{ м}$.

Тоді аналогічно знаходимо:

$$T_2 = 0,02881 \cdot 3500 = 100,84 \text{ м};$$

$$K_2 = 0,0576 \cdot 3500 = 201,60 \text{ м};$$

$$D_2 = 0,000003 \cdot 3500 = 0,08 \text{ м};$$

$$B_2 = 0,0005 \cdot 3500 = 1,45 \text{ м}.$$

Перевірка:

	ВК2	ПК 1295+72,25		ВК2	ПК 1295+72,25
-	$\underline{T_{c2}}$	1+00,84		$+\underline{T_{c2}}$	1+00,84
	ПК	ПК 1294+71,41			ПК 1296+73,09
+	$\underline{K_{c2}}$	2+01,60		$-\underline{D_2}$	0,08
	КК	ПК 1296+73,01		КК	ПК 1296+73,01

Довжина ділянок а/д прямих:

$$P_1 = PK_1 PK1292 + 49,39 - ПТПК1272 + 00 = 2049,39$$

$$P_2 = PK_2 PK1294 + 71,41 - КК_1 PK1294 + 50,99 = 20,42$$

$$P_3 = КТПК1300 + 00 - КК_2 PK1296 + 73,01 = 365,99$$

«Визначаємо відстані між початком шляху до вершини І кута повороту, між вершинами кутів повороту та між вершиною останнього кута повороту до кінця проектної ділянки:

$$S_i = T_{ci} + P_i + T_{c(i+1)}, \text{ м,}$$

де S_i – відстань між вершинами кутів повороту, м;

P_i – довжина прямої ділянки, м;

T_{ci} – тангент складений для відповідного кута повороту, м» [3].

Отже:

$$S_1 = 2049,39 + 100,84 = 2150,23 \text{ м;}$$

$$S_2 = 100,84 + 20,42 + 100,84 = 222,10 \text{ м;}$$

$$S_3 = 100,54 + 365,99 = 466,83 \text{ м.}$$

Проводимо 4-кратну перевірку правильності виконання розрахунків.

1). «Сума прямих вставок, а також колових та перехідних кривих рівна довжині автомобільної дороги:

$$\sum P_i + \sum K_i = L$$

де $\sum P_i$ – сума прямих вставок, м;

$\sum K_i$ – сума колових та перехідних кривих, м;

L – довжина автомобільної дороги, м» [3].

$$2049,39 + 20,42 + 365,99 + 201,6 + 201,6 = 2800$$

2) «Різниця між сумою відстаней між вершинами кутів повороту та сумою домірів рівна довжині траси:

$$\sum S_i - \sum D_i = L$$

де $\sum S_i$ – сума відстаней між вершинами кутів повороту;

$\sum D_i$ – сума домірів» [3].

$$2150,23 + 222,10 + 466,83 - 0,08 - 0,08 = 2800$$

3) різниця між подвоєною сумою тангенсів складених та сумою довжин кривих заокруглення рівна сумі домірів:

$$\sum T_i - \sum K_i = \sum D$$

$$2 \cdot (100,84 + 100,84) - 201,6 - 201,6 = 0,08 + 0,08 = 0,16$$

4) «Рівність різниці між сумою кутів повороту праворуч та сумою кутів повороту ліворуч рівна різниці між початковим та кінцевим азимутом:

$$\sum A_{пр} - \sum A_{лів} = A_{поч} - A_{кін}$$

Де $\sum \alpha A_{пр}$ – сума кутів повороту праворуч;

$\sum A_{лів}$ – сума кутів повороту ліворуч;

$A_{поч}$ – азимут початку;

$A_{кін}$ – азимут кінцевий» [3].

$$3 - 3 = 3 - 3$$

Отже, всі задані умови виконуються.

Перевіряємо відстань видимості:

а) «поверхні дороги:

$$S_{нов} = \frac{V t_p}{3,6} + \frac{K_e V^2}{254\varphi} + l_0, м,$$

де V – розрахункова швидкість руху, км/год;

t_p – час реакції водія (≈ 1 с);

K_e – коефіцієнт експлуатаційної ефективності гальмівної системи автомобіля (1,2 – 1,4); $K_e = 1,2$;

φ – коефіцієнт зчеплення при гальмуванні, залежить від реальних умов; $\varphi = 0,5$;

l_0 – безпечна відстань до перешкоди (бажано 5–10 м)» [2].

$$S_{нов} = \frac{110 \cdot 1}{3,6} + \frac{1,2 \cdot 110^2}{176} + 8 = 121,05 \text{ м}$$

б) зустрічного автомобіля

$$S_{авт} = \frac{110 \cdot 1}{1,8} + \frac{1,2 \cdot 110^2}{63,5} + 8 = 297,78 \text{ м}$$

в) бокової видимості:

$$S_{бок} = \frac{10}{110} 121,05 = 11,01 \text{ м}$$

Прокладена траса на всій довжині по осі правого проїзду існуючої а/д.

На ПК 1278+63 а/д М-21 перетинає автодорога місцевого значення загального користування IV технічної категорії С-02-03-05 /Стрижавка – Стадниця – Писарівка/ – Славне шириною 6,0 м з АБ покриттям.

На ПК1295+29 праворуч примикає дорога, яка веде в ліс.

З'їзди запроєктовано за [1] з відігнаними лівими поворотами та перехідно-швидкісними смугами, на яких планується улаштування покриття по типу основної дороги.

Це стосується ділянок в межах радіусів заокруглення з'їздів. На примиканнях до основної дороги мінімально радіус заокруглення рівний 25 м.

1.4. Поздовжній профіль

Існуюча червона лінія на ділянці проходить в насипу висотою від 0,00 до 1,33 м.

Поздовжній профіль будемо проектувати виходячи із розрахункової товщини посилення величиною 0,35 м існуючого ДО.

Тоді отримуємо максимальний поздовжній ухил на ділянці ПК1281+00...ПК1282+00:

$$i = \frac{153,21 - 152,37}{100} = 0,0084$$

На ділянці ПК1290+00 – ПК1291+00 запроєктована випукла крива величиною 25000 м; на ділянці ПК1281+00...ПК1282+00 – увігнута величиною 15000 м.

Розраховуємо для вертикальних кривих елементи:

$$K = 25000 \cdot (9,2 - 8,5) = 17500$$

$$T = \frac{17500}{2} = 8750$$

$$T = \frac{8750^2}{2 \cdot 25000} = 1531,25$$

$$K = 15000 \cdot (8,5 - 2) = 97500$$

$$T = \frac{97500}{2} = 48750$$

$$T = \frac{48750^2}{2 \cdot 15000} = 179218,75$$

1.5. Земляне полотно

Проектом передбачено 2 типи поперечних профілів земполотна.

Тип 1 (ПК1272+00...ПК1276+00) і 2 (ПК1276+00...ПК1295+00) – насип до 1,50 м висотою, профілю безкюветного. Крутизна укосів 1:4. Тип 1 характеризується похилою поверхнею у місці розташування відвалу родючого ґрунту.

Тип 3 (ПК1295+00...ПК1300+00) – насип до 1,0 м висотою. Укоси з односторонніми кюветами крутизною 1:4.

Загальна ширина земполотна сягає 28,5 м, з них по 7,50 м на кожен напрям руху частина проїзду автотранспорту, 6,00 смуга розділення ТП, по 3,75 м узбіччя.

Перевіримо потрібну ширину проїзної частини за [1]:

$$x = 0,35 + 0,10\sqrt{110 + 110} = 1,83\text{м}$$

$$y = \sqrt{0,1 + 0,008 \cdot 110} = 0,98\text{м}$$

$$B = 2,35 + 1,35 + 1,83 \cdot 0,98 + 1,83 = 7,32\text{м}$$

Частина для проїзду ТП відповідає потрібним умовам, розширення не потрібне.

Однак саме земполотно на деяких ділянках потребує досипки, внаслідок руйнування укосів. Досипку земполотна проводитиме МДЗ із зосередженого Стрижавського резерву ґрунту, розвіданого на землях Стрижавської селищної територіальної громади Вінничини площею 2,5 га, що передбачений для ремонтних робіт і експлуатаційного утримання а/д Вінницького району.

Ґрунти резерву представлені пілуватими пісками дрібними та легкими пілуватими суглинками. Коефіцієнт ущільнення ґрунту $K=1,1$; коефіцієнт ущільнення (відносного) $K_g=1,09$. Вага ґрунту (об'ємна) $1,82 \text{ т/м}^3$.

Наявне земполотно споруджене з дрібних пісків маловологих середньої щільності. Повсюди на ділянці капремонту насип у добре ущільненому стійкому стані.

Для покращення стійкості запроєктованого земполотна необхідно здійснити рихлення існуючих укосів загальною площею 55555 м^2 .

Загальний обсяг оплачуваних земробіт складає 8687 м^3 . Укріплення укосів буде здійснюватися засівом трав.

Водовідвід з частини проїзду дороги забезпечується поперечними ухилами узбіччя і проїзної частини, поздовжніми ухилами траси. З придорожньої смуги загальний водовідвід забезпечується рельєфом місцевості.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1

Планувальні рішення, передбачені в розділі 1 мають забезпечити покращення транспортних умов та БДР на ділянці.

Внаслідок виконання капітального ремонту запроєктованої ділянки а/д М-21 покращаться ТЕП роботи ТЗ та самої траси в зоні тяжіння, умови перевезення вантажів та пасажирів на дорозі, знизиться собівартість самих перевезень та значно поліпшиться народно-господарська ефективність.

Розділ 2. КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ

2.1. Дорожній одяг

Враховуючи незадовільний стан ДО ділянки, варіант посилення без розбирання існуючого ДО економічно недоцільний та не ефективний. Запроектована конструкція ДО подана в таблиці 2.1 з усіма необхідними характеристиками кожного шару для подальшої перевірки.

Таблиця 2.1

Характеристики матеріалів ДО

Матеріал шару і ґрунт	Розрахунок на		
	пружний прогин (I критерій)	зсув (II критерій)	розтяг при згині (III критерій)
ЩМА-15	« $E_1 = 3200$ МПа» [5]	$E_1 = 900$ МПа	« $E_1 = 4500$ МПа $R = 2,8$ МПа» [5]
Гарячий Кр. Щ АБ типу Б I марки	« $E_2 = 3200$ МПа» [5]	$E_2 = 900$ МПа	« $E_2 = 4500$ МПа» [5]
Гарячий Кр. П АБ I марки	« $E_3 = 2000$ МПа» [5]	$E_3 = 700$ МПа	« $E_3 = 2800$ МПа» [5]
Опт. ЩПС С-7 (укріплена цементом)	$E_5 = 600$ МПа	$E_5 = 600$ МПа	« $E_5 = 600$ МПа» [5]
Опт. ЩПС С-5	$E_5 = 300$ МПа	$E_5 = 300$ МПа	« $E_5 = 300$ МПа» [5]

Розрахунок за I критерієм

Розрахунок здійснюємо зверху вниз, застосовуючи монограму [5]:

$$\frac{E_{mp}}{E_1} = \frac{509}{3200} = 0,159$$

$$\frac{h_1}{D} = \frac{5}{37} = 0,135$$

$$\text{По монограмі } \frac{E^1_{zag}}{E_1} = 0,062$$

Звідси $E^1_{zag} = 0,062 \cdot 3200 = 198$ МПа

$$\frac{E^1_{zag}}{E_2} = \frac{198}{3200} = 0,062$$

$$\frac{h_2}{D} = \frac{8}{37} = 0,216$$

$$\frac{E_{заг}^2}{E_2} = 0,049$$

$$E_{заг}^2 = 0,049 \cdot 3200 = 157 \text{ МПа}$$

$$\frac{E_{заг}^2}{E_3} = \frac{157}{2000} = 0,079$$

$$\frac{h_3}{D} = \frac{12}{37} = 0,325$$

$$\frac{E_{заг}^3}{E_3} = 0,037$$

$$E_{заг}^3 = 0,037 \cdot 2000 = 74 \text{ МПа}$$

$$\frac{E_{заг}^3}{E_4} = \frac{74}{600} = 0,123$$

$$\frac{h_4}{D} = \frac{12}{37} = 0,325$$

$$\frac{E_{заг}^4}{E_4} = 0,029$$

$$E_{заг}^4 = 0,029 \cdot 600 = 18 \text{ МПа}$$

$$\frac{E_{заг}^4}{E_5} = \frac{18}{300} = 0,06$$

$$\frac{E_{заг}^5}{E_5} = 0,019$$

$$\frac{h_5}{D} = 0,3$$

$$h_5 = 0,3 \cdot 37 = 11,1 \text{ МПа}$$

Приймаємо товщину шару 12 см.

Перевірка по II критерію

Середній МП усіх шарів ДО:

$$E_{сер} = \frac{5 \cdot 900 + 8 \cdot 900 + 12 \cdot 700 + 12 \cdot 600}{5 + 8 + 12 + 12} = 738 \text{ МПа}$$

$$\frac{E_{сер}}{E_{зр}} = \frac{738}{300} = 2,46$$

$$\frac{\sum h}{D} = \frac{37}{37} = 1$$

Для цих відношень при $\varphi_N 11^\circ$ активне напруження зсуву: $\tau_n = 0,01536$ МПа.

Тобто, $T_a = 0,01536 \cdot 0,49 = 0,008$ МПа.

Граничне

$$T_{zp} = 0,0099 \cdot 1,2 + 0,179 \cdot 0,0019 \cdot 18 \cdot \text{tg}11^\circ = 0,01347 \text{ МПа.}$$

$$K_{ми} = \frac{T_{zp}}{T_a} = \frac{0,01347}{0,008} = 1,68, \text{ що більше } K_{ми}^{номр} = 1,50.$$

Перевірка за III критерієм

Обчислюємо МП покриття в цілому:

$$E_e = \frac{4500 \cdot 5 + 4500 \cdot 8 + 2800 \cdot 12}{25} = 3745 \text{ МПа.}$$

Для відношень $\frac{h_e}{D} = \frac{25}{37} = 0,676$ та $\frac{E_e}{E_n} = \frac{3745}{309} = 12,12$ за [5] $\overline{\sigma_r} = 0,99$.

Напруження (розтягуюче) розрахункове:

$$\sigma_r = 1,12 \cdot 0,8 \cdot 0,87 = 0,78 \text{ МПа.}$$

Тоді напруження (розтягуюче) допустиме при згині АБ:

$$R_p = 8,1 \cdot 0,78 \cdot 0,26 \cdot 0,95 = 1,56 \text{ МПа}$$

$$\frac{R_p}{\sigma_r} = \frac{1,56}{0,78} = 2, \text{ що більше, ніж } K_{ми}^{номр} = 1,4$$

Отже, запроектована конструкція ДО цілком задовольняє усі критерії міцності.

В результаті запроектовано наступні конструкції:

Підсилення:

Існуючий ДО:

- щебінь товщиною 0,15 м фракціонований;
- щебінь товщиною 0,12 м фракціонований, оброблений чорним в'язучим;
- нижній шар АБ з Кр асфальтобетону товщиною 0,09 м;
- верхній шар АБ покриття із Др АБ товщиною 0,05 м.

Посилення існуючого покриття:

- фрезерування існуючого АБ на глибину 0,14 м з вивезенням на базу ДЕД відфрезерованого матеріалу;
- вирівнюючий шар із ЩПС С5 середньою товщиною 0,06 м;
- ЩПС С-7, укріплена до міцності М-40 цементом, товщ. 0,12 м;
- розлив бітуму БНД 90/130 в кількості 0,3 л/м²;
- гарячий П Кр АБ І марки товщиною 0,12м;
- розлив бітуму БНД 90/130 в кількості 0,3 л/м²;
- гарячий Щ Кр АБ тип Б І марки товщ. 0,08 м;
- розлив бітуму БНД 90/130 в кількості 0,3 л/м²;
- ЩМА-15 з ПАР на модифікованими полімерами БНД товщиною 0,05 м.

Ухил частини для проїзду 25 ‰.

Загальна площа ДО складає 25900 м², в тому числі із них укріплюючих смуг 4900 м².

Проект передбачає укріплення узбіччя шириною 1,75 м Др АБ та 1,25 м засівом травою по родючому ґрунту товщ. 13 см. Покриття укріплених смуг узбіччя (ширина 1,75 м) прийнято:

- оптимальна ЩПС С-5 товщ. 0,15 м;
- розлив в кількості 0,8 л/м² бітумної емульсії;
- Щ Кр АБ типу Б І марки на бітумі БНД 60/90 товщиною 0,08 м;
- розлив в кількості 0,3л/м² бітумної емульсії;
- гарячий Щ Др АБ типу Б І марки на модифікованому полімерами бітумі товщиною 0,05 м.

Ухил укріпленого узбіччя з ухилом 25‰, засівом травою 50‰.

Площа укріплення АБ – 2870 м², засівом травою 2642 м².

Для збільшення ефективності та терміну служби конструкції ДО у проекті передбачено застосування геоматеріалу Armatex[®] RSR.

Для визначення товщини посилення 3-шарову конструкцію існуючого ДО, на ділянці з посиленням, приводимо до більш простої 2-шарової моделі.

«Для цього необхідно усі зв'язані шари привести до одного еквівалентного за жорсткістю шару:

$$D_{III} = \frac{\sum_{i=1}^3 (E_i \times h_i^3)}{12} + \Delta_{III}$$

де E_i – модуль пружності i -го шару асфальтобетону, МПа;

h_i – товщина i -го шару асфальтобетону, см.

$$\Delta_{III} = \frac{E_1 \cdot E_2 \cdot h_1 \cdot h_2 \cdot (h_1 + h_2)^2 + E_1 \cdot E_3 \cdot h_1 \cdot h_3 \cdot (h_1 + 2 \cdot h_2 + h_3)^2 + E_2 \cdot E_3 \cdot h_2 \cdot h_3 \cdot (h_2 + h_3)^2}{4 \cdot (E_1 \cdot h_1 + E_2 \cdot h_2 + E_3 \cdot h_3)} \gg$$

[6]

Отже,

$$\Delta_{III} = \frac{198 \cdot 157 \cdot 0,05 \cdot 0,08 \cdot (0,05 + 0,08)^2 + 198 \cdot 157 \cdot 0,05 \cdot 0,08 \cdot (0,05 + 2 \cdot 0,08 + 0,12)^2}{4 \cdot (198 \cdot 5 + 198 \cdot 8 + 74 \cdot 12)} +$$

$$+ \frac{157 \cdot 74 \cdot 0,08 \cdot 0,12 \cdot (0,08 + 0,12)^2}{4 \cdot (198 \cdot 5 + 157 \cdot 8 + 74 \cdot 12)} = 0,27 ;$$

$$D_{III} = 198 \frac{198 \cdot 0,05 + 157 \cdot 0,08 + 74 \cdot 0,12}{12} + 0,27 = 0,35 .$$

Визначаємо із 3-шарового пакету середнє значення коефіцієнту Пуассона та ефективний модуль пружності однорідного шару, який замінює реальну конструкцію (3-шарову):

$$\mu_{cp} = \frac{0,3 \cdot 0,05 + 0,35 \cdot 0,08 + 0,35 \cdot 0,12}{0,05 + 0,08 + 0,12} = 0,18$$

$$E_{III}^{одн} = \frac{0,35 \cdot (1 - (0,18)^2) \cdot 12}{0,05 + 0,08 + 0,12} + 0,27 = 412 \text{ МПа.}$$

Приймаємо $E = E_{III}^{одн}$.

2.2. Забезпечення несучої здатності основи при армуванні геосотами

«Для розрахунку несучої здатності основи дорожнього одягу або ґрунту земляного полотна без армування геосотами використовують формулу (К. Терцагі):

$$p = c \cdot N_c \cdot \xi_c + q \cdot N_q \cdot \xi_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot \xi_\gamma,$$

де p – максимальна несуча здатність (максимальне вертикальне напруження, рівне розподіленому тиску на контактні ґрунту земляного полотна з виступами протектора колеса транспортного засобу, що діє на конструкцію), кН/м;

c – питоме зчеплення ґрунту (рівне нулю, якщо для засипання використовують незв'язний, сипкий ґрунт, наприклад, пісок);

N_c, N_q, N_γ – коефіцієнти несучої здатності, які є функціями від φ – кута внутрішнього тертя ґрунту;

ξ_c, ξ_q, ξ_γ – коефіцієнти форми, використовуються для врахування відмінності допустимої плоскої деформації при розрахунку теорії пружності» [6].

На ділянці запроектовано застосування геотекстилю з величиною сот 110x110 мм. Тоді отримаємо:

$$\xi_\gamma = 1 - \frac{0,11}{4 \cdot 0,11} = 0,75;$$

$$\xi_q = 1 + \frac{3 \cdot 0,11}{2 \cdot 0,11} = 1,5;$$

$$\xi_c = 1 + \frac{3 \cdot 0,11}{10 \cdot 0,11} = 1,1.$$

За [6] $N_c=26,5$; $N_q=13,1$; $N_\gamma=9,6$.

$$\bar{q} = 0,189 \cdot 27 = 5,10 \text{ кН/м}^2.$$

Отже,

$$p = 0 \cdot 26,5 \cdot 1,1 + 5,1 \cdot 13,1 \cdot 1,5 + 0,5 \cdot 0,189 \cdot 0,11 \cdot 9,6 \cdot 0,75 = 189,13 \text{ кН/м}.$$

Для визначення здатності основи (несучої) при армуванні геосотами, використовуємо формулу та схему на рис. 2.1:

$$p_{arm} = 2 \cdot \tau + c \cdot N_c \cdot \xi_c + q \cdot N_q \cdot \xi_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot \xi_\gamma,$$

де τ – сила тертя (рис. 2.1).

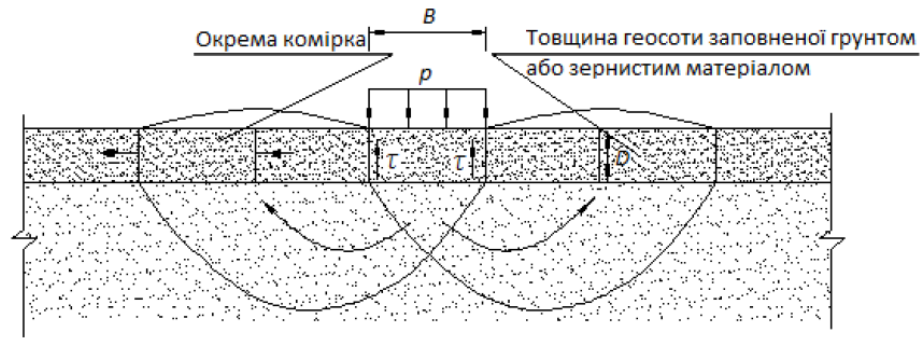


Рисунок 2.1 Розрахункова схема для отримання несучої здатності основи (армованої геосотами)

Міцність між стінкою геосота і основою на зсув:

$$\tau = \sigma_h \cdot \operatorname{tg} \delta$$

де δ – кут внутрішнього тертя;

σ_h – середнє напруження (горизонтальне) в геокомірці:

$$\ll \sigma_h \approx p \cdot K_a,$$

де p – вертикальний тиск прикладений від колеса транспортного засобу (інтенсивність дії навантаження), МПа;

K_a – активний тиск ґрунту, який визначають за формулою:

$$K_a = \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right)$$

де φ – кут внутрішнього тертя ґрунту, град» [6].

Підставивши відповідні значення, отримаємо:

$$K_a = \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{27}{2} \right) = 0,42;$$

$$\sigma_h \approx 0,9 \cdot 0,42 = 0,378;$$

$$\tau = 0,378 \cdot \operatorname{tg} 27 = 0,1926 .$$

Отже,

$$p_{arm} = 2 \cdot 0,1926 + 0 \cdot 26,5 \cdot 1,1 + 4,97 \cdot 13,1 \cdot 1,5 + 0,5 \cdot 19,1 \cdot 0,1 \cdot 9,6 \cdot 0,75 = 169,97 \text{ кН/м.}$$

Підраховані значення несучої здатності основи ДО без армування геосотами та з ним менші від опору основи (розрахункового). Умова виконується.

Ефективність армування K_f :

$$K_f = \frac{p}{p_{arm}} = \frac{189,13}{169,97} = 1,11$$

Укладання геоматеріалу має покращити міцнісні характеристики ДО вцілому та несучої здатності основи.

Обчислимо імовірну швидкість утворення та поширення тріщин в ДО з армованого та неармованого покриття з АБ, щоб пересвідчитися у потребі застосування георешіток на ділянці:

$$\ll \frac{dc}{dN} = A \times \Delta K^n \gg,$$

де dc/dN – швидкість зростання тріщини довжиною c за один цикл навантаження N ;

ΔK – значення коефіцієнта інтенсивності напруження;

A, n – константи асфальтобетону (для неармованої конструкції $A_{неарм}, n_{неарм}$; для армованої – $A_{арм}, n_{арм}$)» [6].

Число циклів навантаження до руйнування h для конструкції з армованого і неармованого ДО:

$$N = \frac{h}{\frac{dc}{dN}}$$

«Константу $A_{неарм}$ для неармованої конструкції розраховують за формулою:

$$A_{неарм} = 10^{a_0 + a_1 \times n},$$

де $a_0 = -2,32$; $a_1 = -1,12$ » [6].

Константу $A_{арм}$ для армованого ДО визначаємо:

$$A_{арм} = k_{арм} \times A_{неарм}.$$

Значення коефіцієнта $k_{арм}$ для використовуваного геоматеріалу відповідно до [6] приймаємо 0,8.

Константу матеріалу n (визначає розповсюдження тріщини в АБ) обчислюємо за формулою:

$$n = \frac{2}{m \times \gamma},$$

де m – коефіцієнт приведення (рис. 2.1, $m=1,5$;

γ – коефіцієнт:

$$\gamma = \exp\left[0,34 - 3,58 \times 10^{-4} \times E_{a\sigma} - 6,67 \times 10^{-3} \times E_{\sigma im} + 1,01 \times 10^{-4} \times E_{a\sigma} \times \ln(E_{\sigma im})\right],$$

де $E_{\sigma im}$ – модуль пружності БНД, МПа;

$E_{a\sigma}$ – модуль пружності АБ, МПа.

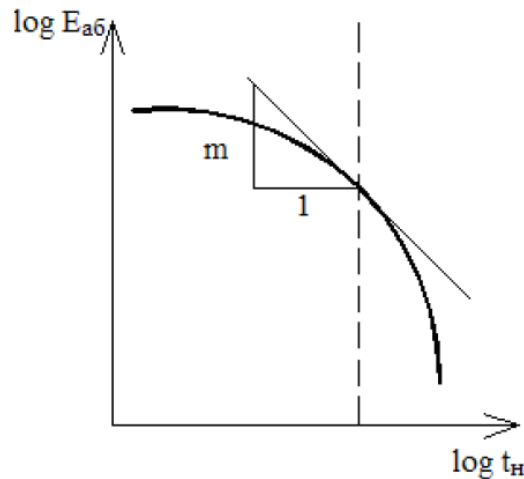


Рисунок 2.2 «Схема для визначення коефіцієнта приведення m за залежністю між логарифмом $\log E_{a\sigma}$ модуля пружності асфальтобетону і логарифмом часу навантаження $\log t_H$ » [6].

$$\gamma = \exp\left[0,34 - 3,58 \times 10^{-4} \times 412 - 6,67 \times 10^{-3} \times 0,99 + 1,01 \times 10^{-4} \times 412 \times \ln(0,99)\right] = 0,51$$

Тоді, $n = \frac{2}{1,5 \times 0,51} = 2,61$

$$A_{неарм} = 10^{-2,32 + (-1,12) \times 2,61} = 3,65 \cdot 10^{-6}$$

$$A_{арм} = 0,8 \times 3,65 \cdot 10^{-6} = 2,92 \cdot 10^{-6}$$

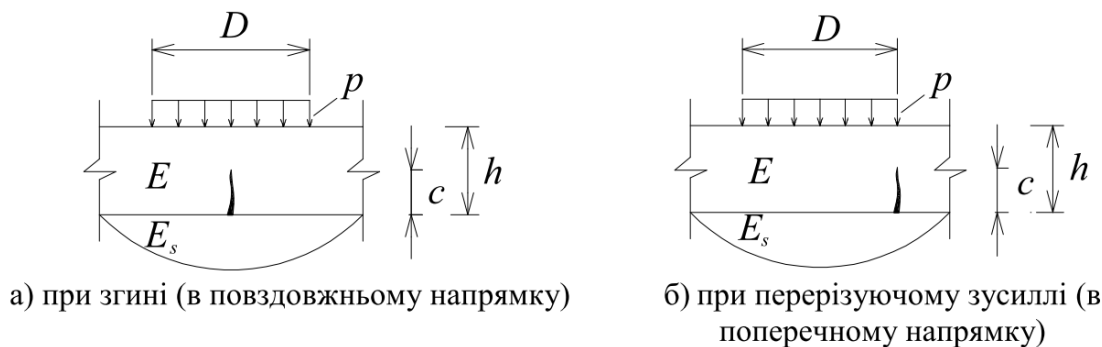


Рисунок 2.3 Схема обчислення конструкції ДО з тріщиною

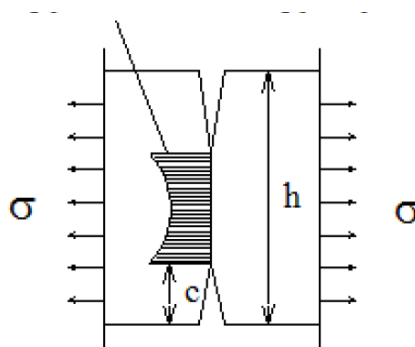


Рисунок 2.4 Схема розподілу напружень у пластині з тріщиною

Величина для розтягу при згині коефіцієнта інтенсивності напружень ΔK_b за [6] рівна 0,65.

Тоді швидкість поширення тріщин для конструкції (неармованої):

$$\frac{dc}{dN} = 3,65 \cdot 10^{-6} \times 0,65^{3,6} = 0,69 \cdot 10^{-6}.$$

Швидкість поширення тріщини для конструкції (армованої):

$$\frac{dc}{dN} = 2,92 \cdot 10^{-6} \times 0,65^{3,6} = 0,59 \cdot 10^{-6}$$

Отже, для конструкцій:

- неармованої:

$$N = \frac{0,21}{0,69 \cdot 10^{-6}} = 304348$$

- армованої:

$$N = \frac{0,21}{0,59 \cdot 10^{-6}} = 355932$$

З розрахунків очевидно, що число циклів навантаження до руйнування h для запроєктованого ДО армованого значно більша, ніж для неармованого ДО з АБ покриттям, при цьому швидкість поширення тріщини при армованому ДО менша, ніж у звичайному АБ.

3.2. Штучні споруди

Води від паводків та злив під існуючою трасою передбачено пропускати з/б трубою діаметром 1,5 м. Після проведеної реконструкції, ШС було подовжено до відповідної довжини на добудованому проїзді. За період експлуатації добудованої з/б труби невідповідності отворів їх витратам не зафіксовано. Проєктом передбачено заміну існуючих старої частини труби на нову, оскільки вона перебуває у вкрай незадовільному стані.

Перед початком заміни частини існуючої труби проєктом планується розбирання оголовків та кінцевих ланок тіла труби. Русло вхідних і вихідних оголовків та укосів біля них укріплюються монолітним бетоном товщиною 10 та 12 см відповідно.

Для перевірки достатності існуючого діаметра труби підрахуємо розрахункову кількість води. Спочатку для цього обчислимо кількість води від зливи $Q_{зл}$ та від танення снігу $Q_{сн}$.

Розрахунок зливогого стоку

Зливовий район пролягання проєктної ділянки на Вінниччині – 8.

Задана $ЙП = 2 \%$.

Площа басейну для забору води $F = 0,83 \text{ км}^2$.

Довжина та ухил головного логу $l=2,12 \text{ км}$ та $0,021$ відповідно.

1. «Визначаємо максимальну злизову втрату:

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

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

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

F – площа водозбору, км^2 /визначаємо по карті з горизонталями для кожної споруди/;

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

φ – коефіцієнт редукції, що враховує неповноту стоку» [7].

$$Q_{\text{зи}} = 16,7 \cdot 1,26 \cdot 1,19 \cdot 0,83 \cdot 0,61 \cdot 0,59 = 7,48 \text{ м}^3/\text{с}$$

2. Визначаємо об'єм стоку:

$$W = 60000 \frac{1,26 \cdot 0,83 \cdot 0,61 \cdot 0,59}{\sqrt{1,26}} = 20163,41 \text{ м}^3.$$

3. Далі визначаємо кількість води від сніготанення за формулою:

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

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

n – показник ступеня, $n = 0,25$;

F – водозбір / км^2 / – площа з якої збирається вода, що протікає через споруду, визначаємо по карті;

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

$$h_{\text{роз}} = \bar{h} \cdot K_p;$$

\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, $\delta_2=1,0$ » [7].

$$Q_m = \frac{0,05 \cdot 23,2 \cdot 0,83}{(0,83+1)^{0,25}} \cdot 1 = 0,83 \text{ м}^3/\text{к}.$$

Так як тах розхід зливових вод $Q_{\text{л}}=7,48 \text{ м}^3/\text{с}$ перевищує тах розхід талих вод $Q_m=0,3 \text{ м}^3/\text{с}$, в якості розрахункової витрати перевагу віддаємо $Q_{\text{л}}$

=7,83 м³/с і гідравлічний розрахунок отворів ШС будемо виконувати з розрахунком акумуляції.

5. Визначаємо мінімальну висоту біля труби:

$$h_{\min} = h_m + \delta + \Delta;$$

де h_m – висота ШС;

δ – товщина ланки ШС;

Δ – запас;

$$h_{\min} = 1,5 + 0,16 + 0,45 = 2,11 \text{ м.}$$

7. Визначаємо довжину ШС без оголовка:

$$L = \frac{0,5 \cdot 28,5 + 1,5(2,11 - 1,50)}{1 + 1,5 \cdot 0,0095} + \frac{0,5 \cdot 28,5 + 1,5(2,11 - 1,50)}{1 - 1,5 \cdot 0,0095} + 0,35 = 38 \text{ м}$$

8. Визначаємо довжину ШС з оголовком:

$$L_m = L + 2M,$$

де M – довжина оголовків (вхідного та вихідного).

$$L_m = 38 + 2 \cdot 2,74 = 53,02 \text{ м}$$

Прийнята конструкція задовольняє всім критеріям [7].

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2

В результаті обчислень на проєктній ділянці а/д М-21 запроєктовано 8 типів конструкції ДО, включаючи з'їзди та примикання, тротуари, покриття АЗ. На основній дорозі запроєктовано 2 види ДО капітального типу з використанням геосинтетичних матеріалів у місцях підсилення існуючої конструкції.

На проєктній ділянці передбачено перебудову залізобетонної труби діаметром 1,5 м на правому проїзді.

Розділ 3. ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВНИЦТВА

3.1. Підготовчі роботи

В період робіт підготовки території проводитимуться роботи:

- освоєння та інженерна підготовка усієї площі капремонту;
- розбивка траси а/д;
- вирубка дерев та корчування пнів;
- перевлаштування комунікацій;
- розбирання споруд, огорожень, дорожніх знаків тощо;
- будівництво тимчасових споруд.

В підготовчий період оформляється смуга відведення земель. Вивіз пнів передбачено на віддаль 9 км у відпрацьований кар'єр.

Одностороннє металеве огороження використовується повторно 89%, а матеріал від розбирання ДО транспортуємо на базу на віддаль 9 км.

Роботи по відновленні і закріпленні траси проводитиме наступна ланка:

- дорробітники – 2 чол.;
- інженер- геодезист – 1 чол.

Продуктивність ланки $P_p=1,5$ км /зм

Зміни у кількості:

$$n = \frac{2,8}{1,5} = 1,87 \sim 2 \text{ зміни}$$

Для підвезення будматеріалів та руху будівельної техніки при спорудження ШС влаштовуємо тимчасову профільовану ґрунтову дорогу.

Для спорудження тимчасової дороги застосовуватиметься автогрейдер.

До [8] на 1000 м^2 поверхні $H_{sp}=0,37$, тоді продуктивність буде становити:

$$P = \frac{8,2 \cdot 1000}{0,37} = 22162 \text{ м}^2 / \text{зм}$$

Потрібні зміни у кількості:

$$n = \frac{2800 \cdot 6}{22162} = 0,77$$

Використаємо 1 автогрейдер терміном робіт в 1 день.

Поверхню тимчасового шляху потрібно ущільнити пневмокатками самохідними з продуктивністю на 1000 м² при 5 проходах по 1 сліду, по [8]:

$$П = \frac{8,2 \cdot 1000}{0,81 + 0,11} = 8913 \text{ м}^2 / \text{зм}$$

Потрібно змін:

$$n = \frac{16800}{8913} = 1,88$$

Приймаємо 1 пневмокаток при роботі 2 дні.

До початку розширення укосів земполотна з цієї території необхідно зняти робочий шар ґрунту товщиною 0,30 м, перемістити та скласти його в межах смуги відводу. Далі він використовуватиметься для укріплювальних робіт.

Для зняття рослинного шару ґрунту плануємо застосувати бульдозер.

По [8] на 1000 м² поверхні $H_2=0,45$. Тоді:

$$П = \frac{8,2 \cdot 1000}{0,45} = 18222 \text{ м}^2 / \text{зм}$$

Потрібно:

$$n = \frac{53959}{18222} = 2,96 \text{ змін}$$

Приймаємо 1 бульдозер при роботі 3 дні.

Вирубівання дерев виконуватиме бригада:

- робочі – 3 чол.
- лісоруби – 2 чол.

Склад загону для проведення підготовчих робіт (МДЗ-1)

- Бульдозер фірми Caterpillar – 1 шт.
- Автогрейдер – 1 шт.
- Пневмокаток фірми НАММ – 1 шт.
- Інженер-геодезист – 1.
- Лісоруб – 2
- Дорожні робітники – 8 чол.

3.2. Штучні споруди

ШС, а точніше її частина, на лівому проїзді перебудовується спеціалізованим загonom для заміни штучної споруди (МДЗ-2). Враховуючи величезну трудомісткість перевлаштування з/б, призначаємо загін, який буде працювати в 2 зміни і матиме наступний склад:

Автокран – 1 шт.

Бульдозер фірми Caterpillar – 1 шт.

Пневмокоток фірми HAMM – 1 шт.

Електростанція – 1 шт.

Електровібратори – 1 шт.

Бітумний котел – 1 шт.

Автомобілі – 3 шт.

Дорожні робітники – 9 чол.

3.3. Розрахунок МДЗ на улаштування земполотна

До початку розширення укосів земляного полотна з-під тіла добудованої частини проводиться зрізання родючого шару ґрунту.

Досипка земполотна проводитиметься із зосередженого резерву ґрунту, розвіданого на землях Стрижавської територіальної громади Вінницького району площею 2,2 га, що передбачений для різних видів ремонтів та експлуатаційного утримання а/д М-21 Виступовичі – Житомир – Могилів-Подільський (через м. Вінницю) у Вінницькій області.

Для підвищення експлуатаційної стійкості полотна земляного заплановано рихлення існуючих укосів загальною площею 5555 м².

Загальний об'єм земробіт складає 8687 м³. Укоси передбачено укріпити засівом трав.

З урахуванням використання прогресивних технологій і високопродуктивних машин в проєкті передбачено спорудження земляного полотна такими машинами і механізмами:

- зняття родючого шару бульдозерами;
- розробка ґрунту в ґрунтовому резерві екскаватором місткістю ковша $1,25 \text{ м}^3$ з транспортуванням автосамоскидами в насип ;
- утримання землевозних доріг – середній автогрейдер;
- розрівнювання ґрунту в насипах при пошаровій відсипці – автогрейдер середній бульдозер;
- ущільнення ґрунтів в насипах земляного полотна – коток комбінованої дії фірми НАММ вагою 18 т.

Земляне полотно відсипається з ґрунтів виїмки після просушки та з ґрунтового резерву, який розташований на віддалі 9 км від розв'язки.

Транспортування ґрунту передбачено автосамоскидами вантажопідйомністю 10 т.

«Спорудження земляного полотна автомобільної дороги здійснюється комплексно-механізованим методом із застосуванням механізмів в залежності від прийнятої технології і встановлених термінів виконання робіт» [8].

Земполотно відсипається із резерву легким пилуватим суглинком з об'ємною вагою $1,82 \text{ т/м}^3$ бульдозером в об'ємі 8687 м^3 та екскаватором, завантаження на автосамоскиди і перевезення на відстань 1-6 км в об'ємі 12350 м^3 . В резерві ґрунт розробляється екскаватором (місткість ковша $0,65 \text{ м}^3$) та транспортують на відстань до 6 км а об'ємі 13205 м^3 /об'ємна вага $1,82 \text{ т/м}^3$, коефіцієнт ущільнення – 1,1.

Розраховуємо ведучі та допоміжні машини для екскаваторного (МДЗ-3) та бульдозерного (МДЗ-4) загонів.

Для розробки ґрунту резерву (І група розробки) приймаємо екскаватор місткістю ковша $0,65 \text{ м}^3$, $V=13205 \text{ м}^3$.

По [9] на 100 м^3 ґрунту $H_q=2,31$ екс. ємн. ковша $0,65 \text{ м}^3$.

$$П = \frac{8,2 \cdot 100}{2,31} = 355 \text{ м}^3 / \text{зм}$$

Потрібно екскаваторів (0,65 м³):

$$n = \frac{13205}{355 \cdot 49 \cdot 2} = 0,38$$

Приймаємо 1 екскаватор (місткість ковша 0,65 м³) з $K_e=0,38$.

Для розробки ґрунту земполотна на трасі приймаємо екскаватор місткістю ковша 0,5 м³, $V=12350 \text{ м}^3$.

По [9] на 100 м³ ґрунту $H_r=2,99$ екс. ємн. ковша 0,5 м³.

$$П = \frac{8,2 \cdot 100}{2,99} = 274 \text{ м}^3 / \text{зм}$$

Потрібно екскаваторів (0,5 м³):

$$n = \frac{12350}{274 \cdot 49 \cdot 2} = 0,46$$

Приймаємо 1 екскаватор місткістю ковша 0,5 м³ з $K_e=0,46$.

Для МДЗ-4 застосовуємо бульдозер, $V=8687 \text{ м}^3$.

По [9] на 100 м² поверхні $H_r=0,43$, тоді продуктивність буде:

$$П = \frac{8,2 \cdot 100}{0,43} = 1907 \text{ м}^2 / \text{зм}$$

Потрібно змін:

$$n = \frac{1907}{8687} = 0,22$$

Приймаємо 1 бульдозер при роботі 1 день, $K_e=0,22$.

Визначаємо потребу допоміжних машин при спорудженні земполотна.

Для пошарового розрівнювання ґрунту застосовуватиметься бульдозер [9] на 100 м³ $H_r=0,35$. Звідси його продуктивність:

$$П = \frac{8,2 \cdot 100}{0,35} = 2343 \text{ м}^3 / \text{зм}$$

По змінній продуктивності ведучих машин обчислюємо потрібну кількість бульдозерів та розраховуємо допоміжні машини.

Для МДЗ-3:

$$n = \frac{3 \cdot 706}{2343} = 0,9$$

Приймаємо 1 бульдозер з $K_g=0,9$.

Для МДЗ-4:

$$n = \frac{1 \cdot 249}{2343} = 0,11$$

Приймаємо 1 бульдозер з $K_g=0,11$.

Для ущільнення ґрунту пошарово застосовуватиметься самохідний пневмокоток фірми НАММ.

По [9] при 8 проходах по 1 сліду на 100 м^3 ущільнення ґрунтового шару:

$$H_r = 0,29 + 4 \cdot 0,12 = 0,77.$$

Звідси:

$$П = \frac{8,2 \cdot 100}{0,77} = 1065 \text{ м}^3 / \text{зм}$$

По змінній продуктивності загону обчислюємо потрібну кількість пневмокотків фірми НАММ.

МДЗ-3:

$$n = \frac{3 \cdot 706}{1065} = 1,99$$

Приймаємо 2 пневмокотки фірми НАММ з $K_g=0,99$.

МДЗ-4:

$$n = \frac{249 \cdot 1}{1065} = 0,23$$

Приймаємо 1 пневмокоток фірми НАММ з $K_g=0,23$.

Планувальні роботи здійснюються на 2,8 км, тобто на всю ділянку автошляху.

Планування укосів земляного полотна автогрейдером, $S=55555 \text{ м}^2$.

По [9] на 1000 м^2 поверхні $H_{gp}=0,32$, тоді продуктивність буде:

$$П = \frac{8,2 \cdot 1000}{0,32} = 25625 \text{ м}^2 / \text{зм}$$

Потрібно:

$$n = \frac{55555}{25625} = 2,17$$

Приймаємо 2 автогрейдери, $K_g=1,09$.

Укоси укріплятимуться механізованим способом засівом трав посівним агрегатом $S=55555 \text{ м}^2$.

По [9] на 1000 м^2 поверхні $H_{\text{нас}}=0,11$

$$\Pi = \frac{8,2 \times 1000}{0,11} = 74545 \text{ м}^2/\text{зм}$$

$$n = \frac{55555}{74545} = 0,75 .$$

Приймаємо 1 агрегат посівний, $K_g=0,7$.

Склад МДЗ-3:

- екскаватор (місткість ковша $0,65 \text{ м}^3$) - 1 шт;
- екскаватор (місткість ковша $0,5 \text{ м}^3$) - 1 шт;
- пневмокатор фірми НАММ - 2 шт;
- бульдозер фірми Caterpillar - 1 шт;
- автогрейдер - 2 шт;
- дор. робочі - 8 чол.

Склад загону МДЗ-4:

- бульдозер фірми Caterpillar - 1 шт;
- пневмокатор фірми НАММ - 1 шт;
- автогрейдер - 2 шт;
- автогрейдер для посіву трав - 1 шт;
- робітники дорожні - 6 чол.

3.4. Дорожній одяг

Обчислюємо необхідну кількість будматеріалів на 1 захватку (100 м) і на всю довжину траси проєкту (2800 м).

1. Шар підсилення: на всю трасу $V=26923 \text{ м}^3$

на захватку (100 м) $V=1112 \text{ м}^3$

2. Вирівнюючий шар: на всю трасу $S=55632 \text{ м}^2$

на 1 захватку (100 м) $S=1326 \text{ м}^2$

3. Шар покриття: на всю ділянку $S=56239 \text{ м}^2$

на 1 захватку (100 м) $S=1326 \text{ м}^2$.

Згідно [10] для вирівнюючого шару з ЩПС С-5 см необхідно:

Вода:

Пр. смуга: $Q_{в.}^{заг} = \frac{27813}{1000} \cdot 26,1 = 725,92 \text{ м}^3$

Лів. смуга: $Q_{в.}^{заг} = \frac{27819}{1000} \cdot 26,1 = 726,08 \text{ м}^3$

ЩПС С-5:

Пр. смуга: $Q_{щ.}^{заг} = \frac{27813}{1000} \cdot 245,9 = 6839,23 \text{ м}^3$

Лів. смуга: $Q_{щ.}^{заг} = \frac{27819}{1000} \cdot 245,9 = 6840,69 \text{ м}^3$

ЩПС С-7, укріплений цементом 4% товщ. 0,12 м згідно [10]:

Вода:

Пр. смуга: $Q_{в.}^{заг} = \frac{27813}{1000} \cdot 26,1 = 725,92 \text{ м}^3$

Лів. смуга: $Q_{в.}^{заг} = \frac{27819}{1000} \cdot 26,1 = 726,08 \text{ м}^3$

ЩПС С-7:

Пр. смуга: $Q_{щ.}^{заг} = \frac{27813}{1000} \cdot 517,8 = 14401,57 \text{ м}^3$

Лів. смуга: $Q_{щ.}^{заг} = \frac{27819}{1000} \cdot 517,8 = 14404,68 \text{ м}^3$

Цемент 4%:

Пр. смуга: $Q_{щ.}^{заг} = \frac{27813}{100} \cdot 4 = 1112,52 \text{ м}^3$

Лів. смуга: $Q_{цпс.}^{заг} = \frac{27819}{100} \cdot 4 = 1112,76m$

П Кр. АБ на БНД 60/90 згідно [10]:

БНД, рідк:

Пр. смуга: $Q_{БНД.}^{заг} = \frac{28118}{1000} \cdot 0,029 = 0,815m$

Лів. смуг: $Q_{БНД.}^{заг} = \frac{28121}{1000} \cdot 0,029 = 0,816m$

АБ:

Пр. смуга: $Q_{АБ.}^{заг} = \frac{28118}{1000} \cdot 192,6 = 5415,53m$

Лів. смуг: $Q_{АБ.}^{заг} = \frac{28121}{1000} \cdot 192,6 = 5416,11m$

Для АБ.Кр.Щ, згідно з [10]:

БНД рідкі:

Пр. смуга: $Q_{БНД.}^{заг} = \frac{28118}{1000} \cdot 0,029 = 0,815m$

Лів. смуг: $Q_{БНД.}^{заг} = \frac{28121}{1000} \cdot 0,029 = 0,816m$

Асфальтобетон:

Пр. смуга: $Q_{АБ.}^{заг} = \frac{28118}{1000} \cdot 201,6 = 5668,59m$

Лів. смуг: $Q_{АБ.}^{заг} = \frac{28121}{1000} \cdot 201,6 = 5669,19m$

ЩМА-15 товщ. 0,05 м з [10]:

БНД рідкі

Пр. смуга: $Q_{БНД.}^{заг} = \frac{28118}{1000} \cdot 0,012 = 0,337m$

Лів. смуг: $Q_{БНД.}^{заг} = \frac{28121}{1000} \cdot 0,012 = 0,337m$

ЩМА-15

Пр. смуга: $Q_{АБ.}^{заг} = \frac{28118}{1000} \cdot 119,62 = 3363,48m$

Лів. смуг:

$$Q_{AB}^{заг} = \frac{28121}{1000} \cdot 119,62 = 3363,83m$$

3.5. Фрезерування існуючого ДО

Зруйноване АБ покриття планується зрізати методом холодного фрезерування поетапно товщиною шарів дорожнього одягу 8-10 см. Суть методу полягає в тому, що фрезерування виконується шляхом механічної дії у вигляді циліндричного барабана – робочого органу фрези, який зрізає без попереднього нагрівання поверхню покриття.

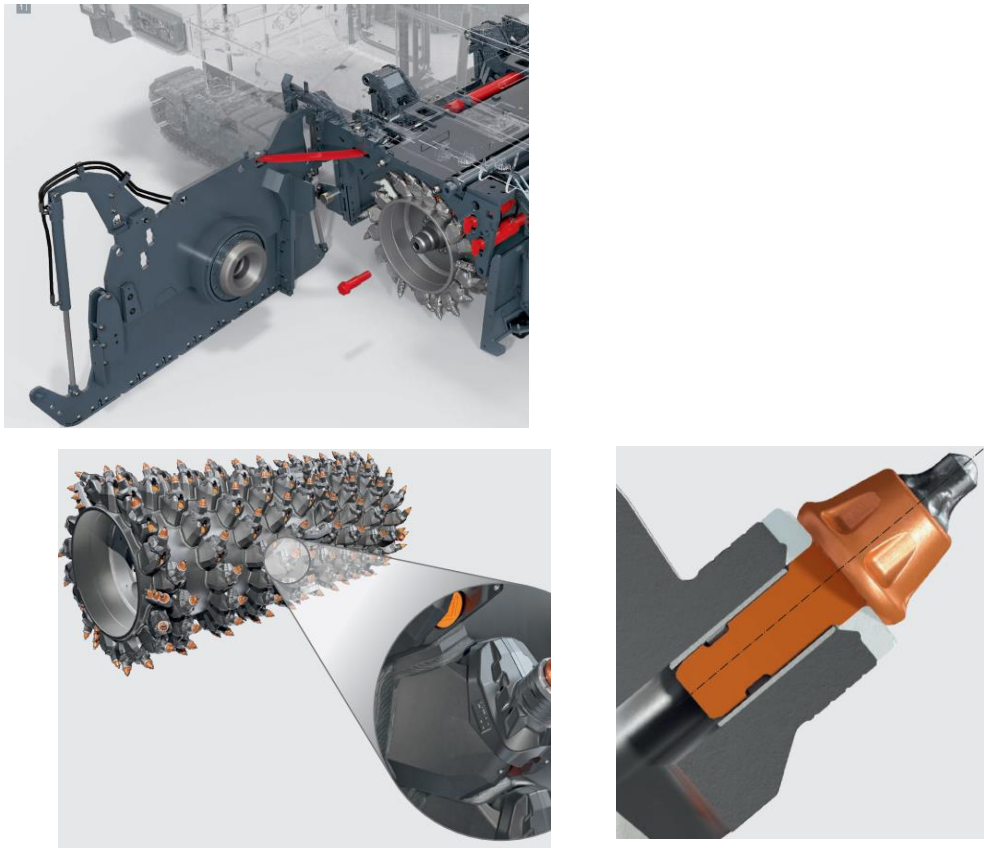


Рисунок 3.1 Циліндричний барабан [11]

У проєкті роботи виконуватимуться за наступними умовами [12]:

- холодне фрезерування АБ покриття проводитиметься фрезою Wirtgen W 2000, яка оснащена 4 гусеничними рушіями з фронтальним широким транспортером навантажувальним;

- фрезеруванню підлягає проїзна частини в обох напрямках, на ділянках, які мають деформацію у вигляді хвиль та інших нерівностей, колій, а також тріщин.



Рисунок 3.2 Смуга руху фрезерування

Роботи по фрезерування виконують на глибину 5 і 25 см., перетворюючи АБ на крихту. Відфрезерований АБ у вигляді асфальтобетонних гранулят (крихти) завантажують в ТЗ та транспортують для подальшого застосування.

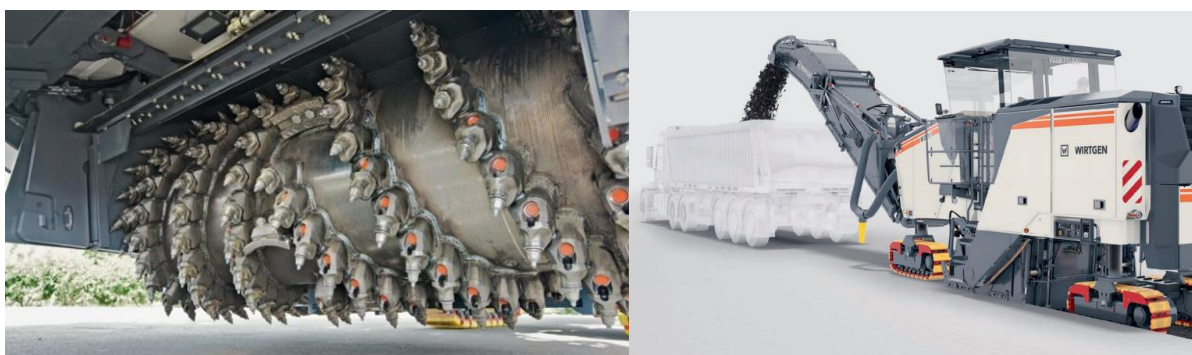


Рисунок 3.3 Фрезерування Wirtgen W 2000

Роботи по фрезеруванні виконуватиме **МДЗ-5**.

Протягом зміни процес проведення робіт включає наступні операції:

- підготовчо-заключні;
- фрезерування АБ з одночасним навантаженням АБ грануляту в автосамоскид;
- заправлення місткостей водою і паливом, заміну ріжучих зубців.

Склад МДЗ-5:

Фреза Wirtgen W 2000	– 1 шт.
Автомобілі	– 2 шт.
Дорожні робітники	– 7 чол.

3.6. Улаштування шару підсилення

Розрівнювання шару підсилення конструкції ДО проводимо автогрейдером.

По [10] на 100 м^2 поверхні $H_r=0,16$.

Звідси:

$$П = \frac{8,2 \cdot 100}{0,16} = 5125 \text{ м}^2/\text{зм}$$

Потрібно автогрейдерів буде:

$$n = \frac{5125}{5055} = 1,01$$

Приймаємо 1 автогрейдер з $K_e=1,01$.

Для зволоження шару підсилення зі щебеню водою приймаємо поливальну машину. Її продуктивність [10]:

$$П = \frac{8,2 \cdot 1}{0,09} = 91,11 \text{ м}^3/\text{зм}$$

Тоді:

$$n = \frac{81}{91,11} = 0,89$$

Приймаємо 1 ПМ з $K_e=0,89$.

Для ущільнення вирівнюючого шару приймаємо пневмокоток фірми НАММ.

По [10] при 15 проходах по 1 сліду на 100 м^3 :

$$H_r=0,09 \cdot 12+0,47=1,55.$$

Звідси:

$$П = \frac{8,2 \cdot 100}{1,55} = 529 \text{ м}^3/\text{зм}$$

Необхідно:

$$n = \frac{1112}{529} = 2,1$$

Приймаємо 2 пневмокотки фірми НАММ з $K_g=1,05$.

Склад МДЗ-6:

- Автогрейдер – 1 шт.
- ПМ – 1 шт.
- Пневмокоток фірми НАММ – 2 шт.
- Дорожні робітники – 6 чол.

3.7. Улаштування вирівнюючого шару з ЩПС С-5

Розрівнювання вирівнювального шару зі ЩПС С-5 проводимо автогрейдером.

По [10] на 100 м^2 основи $H_r=0,21$. Тоді:

$$П = \frac{8,2 \cdot 100}{0,21} = 3905 \text{ м}^2/\text{зм}$$

Для розрівнювання щебеню необхідно:

$$n = \frac{1326}{3905} = 0,35$$

Потрібно 1 автогрейдер з $K_g=0,35$.

Для поливання ЩПС С-5 приймаємо ПМ, продуктивність якої визначили напередодні.

$$П=91,11 \text{ м}^3/\text{зм}.$$

Тоді потрібно:

$$n = \frac{16,2}{91,11} = 0,18$$

Приймаємо 1 ПМ з $K_g=0,18$.

Для прикатки моторними котками середньої важкості шару по [10] на 100 м² основи $H_r=0,98$ при 10 проходах по 1 сліду.

Тоді продуктивність буде:

$$P = \frac{8,2 \cdot 100}{0,98} = 837 \text{ м}^3/\text{зм}$$

Необхідна кількість котків буде:

$$n = \frac{1326}{837} = 1,58$$

Приймаємо 2 котки з $K_e=0,79$.

Для укатки шару приймаємо важкі моторні котки.

По [10] на 100 м² основи $H_r=1,46$ при 25 проходах по сліду. Тоді продуктивність:

$$P = \frac{8,2 \cdot 100}{1,46} = 562 \text{ м}^2/\text{зм}$$

Необхідно:

$$n = \frac{1326}{562} = 2,36$$

Приймаємо 3 котки з коефіцієнтом використання $K_e=0,79$.

Склад МДЗ-7:

- Автогрейдер – 1 шт.
- ПМ – 1 шт.
- Котки: середні моторні – 2 шт.
- моторні – 3 шт.
- Дорожні робітники – 8 чол.

3.8. Улаштування основи (верхній шар) з ЩПС С-5, обробленої цементом 4% марки 40

Для улаштування даного шару основи спочатку потрібно буде провести розбивочні роботи, де будуть залучені 2 робочих.

Встановлення рельс-форм автокраном, закріплення їх штирями та перевірка в профілі та плані:

По [10] на 100 м рельс-форм $H_r = 1,47$:

$$П = \frac{8,2 \times 100}{1,47} = 558 \text{ м/зм}$$

$$n = \frac{1326}{558} = 2,38$$

Приймаємо 2 автокрана $K_g = 1,19$.

Укладання ЩПС комплектом машин (ДС-502А, ДС-503А, ДС-504А) по [10] на 100 м² поверхні основи $H_r = 0,55$ для кожної з них. Тоді:

$$П = \frac{8,2 \times 100}{0,55} = 1491 \text{ м/зм}$$

$$n = \frac{1326}{1491} = 0,89$$

Необхідно по 1 машині з комплекту з $K_g = 0,89$ для кожної

Розбирання рельс-форм автокраном по [10] на 100 м $H_r = 1,66$:

$$П = \frac{8,2 \times 100}{1,66} = 494 \text{ м/зм}$$

$$n = \frac{1326}{494} = 2,68$$

Приймаємо 2 автокрана $K_g = 1,34$.

Після укладання шару необхідно здійснити технологічну перерву 7 днів.

Склад МДЗ-8:

- Автокран	– 2 шт.
- ДС-502А	– 1 шт.
- ДС-503А	– 1 шт.
- ДС-504А	– 1 шт.
- ЕНЦ-3	– 1 шт.
- Дорожні працівники	– 12 чол.

3.9. Улаштування покриття з АБ

Спочатку виконуються роботи на укладання пористого Кр АБ. Розбивочні роботи виконують 8 дорожніх працівників.

Вивантаження в бункер асфальтоукладальника BOMAG з попереднім підвезенням АБС.

Розподілення АБ по [10] $H_r = 0,26$ на 100 м^2 покриття.

Тоді:

$$П = \frac{8,2 \cdot 100}{0,26} = 3154 \text{ м}^2/\text{зм}$$

$$n = \frac{1326}{3154} = 0,42$$

Укатка АБС легкими котками НАММ за [10] на 100 м^2 покриття $H_r = 0,90$ при 17 проходах по 1 сліду:

$$H_{\text{вир}} = \frac{8,2 \times 100}{0,9} = 911 \text{ м}^2/\text{зм}$$

$$n = \frac{1326}{911} = 1,46$$

Згідно [10] на 100 м^2 покриття з АБС для важких котків НАММ $H_r = 0,66$ при 17 проходах:

$$П = \frac{8,2 \times 100}{0,66} = 1242 \text{ м}^2/\text{зм}$$

$$n = \frac{1326}{1242} = 1,07$$

Склад загону МДЗ-9:

- Асфальтоукладач BOMAG	- 1
- Легкий коток НАММ	- 1
- Важкий коток НАММ	- 1
- Робітники	- 11 чол.

Наступним етапом буде улаштування шару ДО з щільного Кр АБ. Розбивочні роботи – 8 дорожніх працівників.

Після підвезення АБС з розвантаженням в бункер асфальтоукладальника BOMAG виконують розподілення АБС по [10] з $H_r=0,26$ на 100 м^2 покриття. Тоді:

$$П = \frac{8,2 \cdot 100}{0,26} = 3154 \text{ м}^2/\text{зм}$$

$$n = \frac{1326}{3154} = 0,42$$

Укатка суміші котками НАММ.

По [10] на 100 м^2 АБС $H_r=0,98$ для легкого котка при 18 проходах:

$$П = \frac{8,2 \times 100}{0,98} = 837 \text{ м}^2/\text{зм}$$

$$n = \frac{1326}{837} = 1,58$$

Приймаємо 2 легких котки НАММ з $K_g = 0,79$.

Склад загону МДЗ-10:

- Асфальтоукладач BOMAG – 1
- Легкий коток НАММ – 2
- Робітники – 11 чол.

Заключним етапом по улаштуванні ДО стане улаштування покриття з ЩМА-15 товщиною $0,05 \text{ м}$.

Розбивочні роботи аналогічно виконують 8 дорожніх робочих.

Транспортування АБС ЩМА-15 з вивантаженням в бункер асфальтоукладальника BOMAG.

Розподілення ЩМА-15 укладачем BOMAG по [10] на 100 м^2 покриття $H_r=0,25$.

$$П = \frac{8,2 \cdot 100}{0,26} = 3154 \text{ м}^2/\text{зм}$$

$$n = \frac{1326}{3154} = 0,42$$

Приймаємо 1 асфальтоукладальник BOMAG з $K_g = 0,42$.

Укатка ЩМА-15 легкими котками НАММ по [10] на 100 м² покриття для котків легких $H_r=0,80$ при 20 проходах:

$$П = \frac{8,2 \times 100}{0,80} = 1025 \text{ м}^2/\text{зм}$$

$$n = \frac{1326}{1025} = 1,29$$

Приймаємо 2 легких котки НАММ з $K_g = 0,65$.

Для виконання робіт по улаштуванні верхнього шару покриття ДО зі ЩМА-15 приймаємо МДЗ-10.

3.10. Технологія влаштування покриттів посадкових майданчиків і тротуарів

Влаштування покриттів посадкових майданчиків, тротуарів і доріжок планується здійснювати у наступній технологічній послідовності.

Напередодні улаштування тротуару потрібно:

- провести розбивочні геодезичні роботи (6 працюючих);
- здійснити підготовку земполотна;
- в зону робіт транспортувати інструмент, матеріали, необхідні механізми.

Тільки тепер виконуються основні роботи:

- виринається зем. корито під укладання покриття;
- влаштовується шар підстиляючий;
- влаштовується основа тротуару зі щебенею;
- укладається покриття;
- заповнюються спецрозчином шви між покриттям і бордюрним каменем.

Склад загону **МДЗ-11** по влаштуванні покриттів посадкових майданчиків та тротуарів:

- витрати сили працівників, люд-дні – 19,26
- необхідні механізми та машини, маш.-зміни – 0,27
- затрати праці людської на 1 м², люд.-дні – 0,236

Необхідні машини:

- автогрейдер легкий самохідний – 1;
- каток самохідний НАММ – 1.

3.11. Укріплення укосів земполотна

Підрахуємо зазначені на фактичні обсяги кількості матеріалів при укріпленні укосів земполотна:

- рослинний ґрунт для укосів:

$$Q_{p/z}^{заг} = \frac{36962,25}{1000} \cdot 117,2 = 4332,98 м^3$$

$$Q_{p/z}^{км} = \frac{13200,8}{1000} \cdot 117,2 = 1154,71 м^3$$

$$Q_{p/z}^{зах} = \frac{132,01}{1000} \cdot 117,2 = 115,47 м^3$$

- суміш трав'яного насіння:

$$Q_{н/т}^{заг} = \frac{36962,25}{1000} \cdot 0,036 = 1,33 ц$$

$$Q_{н/т}^{км} = \frac{13200,8}{1000} \cdot 0,036 = 4,8 ц$$

$$Q_{н/т}^{зах} = \frac{132,01}{1000} \cdot 0,036 = 0,48 ц$$

- суміш мінеральних добрив:

$$Q_{м/д}^{заг} = \frac{36962,25}{1000} \cdot 3,39 = 125,3 кг$$

$$Q_{м/д}^{км} = \frac{13200,8}{1000} \cdot 3,39 = 44,75 кг$$

$$Q_{м/д}^{зах} = \frac{132,01}{1000} \cdot 3,39 = 4,48 кг$$

- води для рослинного ґрунту

$$\begin{aligned}
 - Q_{\text{в.}}^{\text{заг}} &= \frac{36962,25}{1000} \cdot 5,12 = 189,25 \text{ м}^3 \\
 - Q_{\text{в.}}^{\text{км}} &= \frac{13200,8}{1000} \cdot 5,12 = 67,59 \text{ м}^3 \\
 - Q_{\text{в.}}^{\text{зах}} &= \frac{132,01}{1000} \cdot 5,12 = 6,76 \text{ м}^3
 \end{aligned}$$

Склад загону МДЗ-12:

- Автогрейдер	– 1
- Бульдозер	– 1
- Агрегат для посіву трав	– 1
- Робітники	– 8 чол.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3

В розділі запроєктовані техкарти проведення операцій капітального ремонту а/д М-21, підібрані та розраховані продуктивності основних та допоміжних ТЗ, механізованих дорожніх загонів для проведення відповідних технологічних операцій.

Розділ 4. ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА

4.1. Розрахунок тривалості будівництва

Розрахунок тривалості капремонту виконувався, враховуючи види і об'єкти робіт, передбачених проектом і дотриманням технологічної послідовності проведення робіт. Найбільш трудомісткою на об'єкті роботою є холодне фрезерування АБ покриття.

Загальний об'єм фрезерування існуючого покриття складає 61695 м².

При середній продуктивності фрези Wirtgen 2000 з навантаженням в ТЗ асфальтобетонного грануляту при глибині фрезерування 15 см згідно [10] на 1000 м² – 16,36 маш.-год., тобто 395 м² – маш.-змін.

$$П = \frac{8,2 \times 1000}{16,36} = 501,23 \text{ м}^2/\text{зм}$$

Для виконання фрезерування вказаного об'єму робіт треба:

$$З = \frac{58695}{501,23} = 117$$

$$\text{Або } З = \frac{117}{26} = 4,5 \text{ місяців}$$

Фрезерування проводиться 1 фрезою Wirtgen 2000.

На період підготовки території необхідно 2 місяці, та на закінчення робіт по влаштуванню ДО і обладнання дороги – 2 місяці.

Загальна тривалість капремонту траси становитиме $T=4+2+2=8$ місяців.

Початок робіт – 04. 2026 року.

Закінчення – 11. 2026 року.

Строк фінансування – 1 рік.

Підраховуємо терміни бездоріжжя (навесні та восени) та календарну тривалість зосереджених та лінійних робіт.

«Для глинистих ґрунтів дати можливого початку Z_n^e і кінця Z_k^e весняного бездоріжжя визначаємо за формулами:

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

$$Z_{\kappa}^{\epsilon} = Z_n^{\epsilon} + \frac{0,7h}{\alpha}$$

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» [13].

$$Z_n^{\epsilon} = 16.03 + \frac{5}{3,7} = 18.03$$

$$Z_{\kappa}^{\epsilon} = 18.03 + \frac{0,7 \cdot 31}{3,7} = 25.03$$

Дати початку Z_n^{oc} і кінця Z_{κ}^{oc} бездоріжжя восени відносять до зміни середньомісячної температури повітря відповідно від $+5...+3^{\circ}\text{C}$ і до 0°C в холодний період.

Тоді з ДКГ визначаємо $Z_n^{oc} = 05.11$, $Z_{\kappa}^{oc} = 21.11$,

«Таким чином, тривалості весняного $T_{вес}$ та осіннього $T_{ос}$ бездоріжжя визначаються за формулами:

$$T_{вас} = Z_{\kappa}^{\epsilon} - Z_n^{\epsilon}$$

$$T_{ос} = Z_{\kappa}^{oc} - Z_n^{oc} \gg [13]$$

$$T_{вас} = 25.03 - 18.03 = 7 \text{ днів};$$

$$T_{ос} = 21.11 - 05.11 = 16 \text{ днів.}$$

Календарну тривалість для лінійних земляних робіт при цілорічному будівництві насипів з ґрунту бічних резервів:

$$T_{\kappa} = Z_n^{oc} - Z_{\kappa}^{вс}$$

$$T_{\kappa} = 05.11 - 25.03 = 218 \text{ днів.}$$

Капремонт ділянки автошляху заплановано проводити підрядним способом з найбільш можливою механізацією операцій за методом поточного виконання робіт.

Земполотно споруджується до низу ДО на ділянці перебудови, товщиною ущільнюючого шару не більше 50 см, та у місцях руйнування укосів одночасно на всю ширину. Для ущільнення смуг по краю траси враховується досипка на 0,50 м. Земляне полотно перебудувати та досипати заплановано за 1 місяць навесні, а саме травень. Під час робіт з земляними масами слід постійно контролювати та перевіряти якість ущільненого ґрунту та товщину його шару.

Після готовності земполотна на ділянці перебудови ДО, виконується укладання його конструктивних шарів.

Разом з цими технологічними операціями здійснюються роботи по досипці і укріпленню узбіччя почергово. Потім виконуються технооперації по установці дорожніх знаків, огорожень та розмітки проїзної частини.

Особливу увагу на дотримання безпеки слід звертати при проведенні таких видів робіт:

- рубка дерев і корчування пнів;
- розбирання ШС;
- розлив БДН, емульсій;
- укріплення укосів;
- улаштування котлованів
- монтажу різноманітних конструкцій і виконанню робіт поблизу працюючих механізмів загалом;
- виконання робіт в зоні існуючого руху ТЗ та ін.

При роботі у місцях прокладених кабелів особливу увагу звернути при роботі землерийної техніки. Без виклику представника організації, що експлуатує кабель на місце роботи, до виконання робіт приступати не слід.

Будматеріали для капремонту і для приготування АБС надходять з баз і заводів Державної служби а/д України.

4.2. Розрахнок транспорту для перевезення дорожньо-будівельних матеріалів

Для перевезення ґрунту зі Стрижавського резерву ґрунту в насип використовуємо автосамоскиди.

«Продуктивність автосамоскида визначаємо на кожну смугу руху по формулі:

$$П = \frac{8,2 \cdot g \cdot k}{\frac{2 \cdot l_1}{V_1} + \frac{2 \cdot l_2}{V_2} + t}$$

де 8,2 – продуктивність зміни;

g – вантажопідйомність автосамоскида $g=10$ т;

$k=0.9$ – коефіцієнт використання;

l_1 – дальність перевезення по дорозі з капітальним покриттям;

V_1 – швидкість руху по дорозі з капітальним покриттям;

l_2 – дальність возки по ґрунтовій дорозі;

V_2 – швидкість руху по ґрунтовій дорозі;

$t=0,25$ – середній час простою автомобіля під завантаженням» [13].

Середня транспортувальна дальність перевезення ґрунту:

$$l_{cp} = \frac{6 \cdot 13205}{13205} = 6 \text{ км}$$

Тоді продуктивність автосамоскида:

$$П = \frac{8,2 \cdot 12 \cdot 0,9}{\frac{2 \cdot 6}{25} + \frac{2 \cdot 6}{37} + 0,06 + 0,05 + 0,03} = 119,68 \text{ т/зм}$$

$$\text{Або } П = \frac{П}{\gamma_{cp}} = \frac{119,68}{1,9} = 62,99 \text{ м}^3/\text{зм}$$

Звідси необхідна кількість автосамоскидів буде:

$$n = \frac{13205}{62,99 \cdot 42 \cdot 2} = 2,49$$

Застосуємо 3 автосамоскиди з $K_6=0,83$.

Визначаємо потрібне число ТЗ для вивезення дорожньо-будівельних матеріалів за межі смуги відведення.

Для перевезення демонтованих матеріалів використовуємо також автосамоскиди.

Середня дальність возки буде:

$$l_{cp} = 5 \text{ км}$$

Тоді продуктивність буде:

$$П = \frac{8,2 \cdot 12 \cdot 0,9}{\frac{2 \cdot 5}{25} + \frac{2 \cdot 5}{37} + 0,06 + 0,05 + 0,03} = 109,33 \text{ т/зм}$$

Потрібно:

$$n = \frac{7335}{109,33 \cdot 42 \cdot 2} = 0,8$$

Приймаємо 1 автосамоскид $K_6=0,8$.

Визначимо потрібні ТЗ для транспортування матеріалів для капремонту ДО.

$$\gamma_{ц} = 0,99 \text{ т/м}^3$$

Для шару вирівнювання зі ЩПС С-5 матеріали будуть надходити з кар'єру та н.п. Стрижавка.

Щебеневий кар'єр знаходиться за 5 км від ПК 1286+00.

Для смуги руху:

$$П = \frac{\left(\frac{8,2 \cdot 10 \cdot 0,9}{\frac{2,3}{37} + \frac{2,7}{23} + 0,26} \right)}{0,99} = 80,22 \text{ м}^3/\text{зм}$$

Необхідна кількість ТЗ при вивозі на трасу 726,08 м³ ЩПС С-5.

$$n = \frac{245,41}{80,22} \approx 3,05 \text{ шт.}$$

Приймаємо 3 автосамоскиди для транспортування ЩПС С-5 на захватку.

Вода знаходиться у н.п. Стрижавка на відстані 7 км від початку проєктної ділянки.

Розрахунок продуктивності ПМ для транспортування води з н.п.
Стрижавка:

$$P = \frac{8,2 \cdot 10 \cdot 0,9}{\frac{2,5}{35} + \frac{2,3}{22} + 0,25} = 43,35 \text{ м}^3/\text{зм}$$

$$n = \frac{126,5}{43,35} \approx 1 \text{ шт.}$$

Для транспортування води приймаємо 1 ПМ.

Для улаштування основи зі ЩПС С-7, обробленої цементом 4% М40 розраховуємо надходження матеріалів з кар'єру та в'язучого ЦБЗ у м Вінниця (12 км). Для підвезення води аналогічно як для попереднього шару використовуємо 1 ПМ

Визначаємо кількість автосамоскидів для підвезення щебеню та піску для ЩПС С-7.

$$P = \frac{\left(\frac{8,2 \cdot 10 \cdot 0,9}{\frac{2,3}{37} + \frac{2,7}{23} + 0,26} \right)}{0,99} = 80,22 \text{ м}^3/\text{зм}$$

$$n = \frac{342,41}{80,22} \approx 4,26 \text{ шт.}$$

Приймаємо 4 автосамоскиди з $K_e = 1,07$.

Для цементу:

$$P = \frac{8,2 \cdot 10 \cdot 0,9}{\frac{12,21}{40} + 0,26} = 131,77 \text{ м}^3/\text{зм}$$

Матеріал підвозимо відразу на увесь об'єм робіт:

$$n = \frac{136,98}{131,77} \approx 1,03 \text{ шт.}$$

Визначаємо середню відстань перевезення для кожної з баз постачання необхідних матеріалів:

$$L_{AB3}^{CEP} = 16 + \frac{0,432}{2} = 16,21 \text{ км}$$

$$L_{ЦБЗ}^{CEP} = 12 + \frac{0,432}{2} = 12,21 \text{ км}$$

$$L_{3Б}^{СЕР} = 13 + \frac{0,432}{2} = 13,21$$

Продуктивність автосамоскида для транспортування АБС та інших матеріалів із АБЗ у м. Вінниця (16 км):

$$П = \frac{8,2 \cdot 10 \cdot 0,93}{\frac{16,21}{40} + 0,2} = 90,8m / зм$$

Аналогічно продуктивність автогудронатора:

$$П = \frac{8,2 \cdot 10 \cdot 0,95}{\frac{16,21}{40} + 0,2 + 0,1} = 129,83m / зм$$

Приймаємо 1 автогудронатор.

Продуктивність ТЗ для доставки з/б виробів з м. Вінниця:

$$П = \frac{8,2 \cdot 10 \cdot 0,96}{\frac{13,21}{40} + 0,28} = 135,89m / зм$$

4.3. Будівельний генеральний план

Перед початком здійснення будівельно-ремонтних робіт, на ПК 1280+00 а/д М-21 на Вінниччині заплановано встановити тимчасовий будівельний майданчик.

Розробляємо будгенплан на увесь час розгортання робіт по капремонті. Підраховуємо найбільше число працюючих в одну зміну та обчислюємо площі тимчасових будівель та споруд, адже нормативні площі 1 людину, яка використовує дане приміщення, відомі за [13]. Кількість працівників обчислимо в табличній формі (таблиця 4.1).

Обчислюємо площі площадок та складських приміщень.

«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.

Корисна площа складу F без проходів визначається за формулою:

$$F = Q_{зан} / q$$

де q - кількість матеріалів, що вкладаються на 1 м^2 складу.

Загальна площа складу:

$$S = F / \beta$$

де β - коефіцієнт на проходи» [13].

Таблиця 4.1 – Розрахунок потреби площ тимчасових споруджень

Найменування споруди	Норма на 1 чол	К-ть працюючих	Площа споруди, м ²
1. Контора БМ	3м ²	7	21,0
2. Умивальник та гардеробне приміщення	0,5 м ²	46	23,0
3. Душові кабінки 50 % Ж/Ч	1 м ² на 1 душ – 15 чол	2/17	19,0
4. Сушка 40%	0,2 м ²	12	2,5
5. Будівля для обігрівання	0,1 м ²	46	Приймаємо 30
6. Будівля для споживання їжі	1 м ²	32	32,0
7. Біотуалет 30% Ж/Ч	3м ² на 1туалет – 15 чол	1 / 3	3,0 / 9,0

4.4. Розрахунок потреби електроенергії та водопостачання

«Загальна потреба в електроенергії визначається по формулі:

$$W = K_n \frac{\alpha_1 W_1}{\cos \varphi} + \alpha_2 W_2 + \alpha_3 W_3),$$

де W_1 – номінальна потужність силових установок,

W_2 – номінальна потужність зовнішнього освітлення,

W_3 – номінальна потужність внутрішнього освітлення,

K_n – коефіцієнт втрати потужності в мережі (1,05÷1,1),

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ – коефіцієнт попиту ($0,95 \div 1,0$),

$\cos \varphi$ – коефіцієнт потужності ($0,35 \div 0,95$)» [13].

Потужність освітлення (внутрішнього та зовнішнього):

W_1 – потужність установок силових встановлена, $W_1=208$ кВт,

$W_2=20$ кВт,

$W_3=40$ кВт (влітку).

$$W = 1,06 \left(\frac{0,97 \times 208}{0,97} + 1 \times 40 + 1 \times 20 \right) = 285 \text{ кВт.}$$

«Загальна потреба у воді визначається по формулі:

$$Q = g_n + g_x + g_{c.б.},$$

де g_n – потреба у воді на виробничі потреби,

g_x – потреба у воді на господарські потреби,

$g_{c.б.}$ – потреба у воді на санітарно-побутові потреби» [13].

а) на виробничі потреби (наприклад, заправка машин)

$$g_n = n_m \cdot K_m = 190 \cdot 37 = 7030 \text{ л,}$$

K_m – кількість ТЗ (37),

n_m – норма на 1 ТЗ (190 л).

б) на потреби господарства

$$g_x = p \cdot P_x \cdot K_{не} = 132 \cdot 23 \cdot 2,5 = 7590 \text{ л}$$

p – кількість працівників (132 усього);

P_x – витрата на 1 роб. (23 л)

$K_{не}$ – коефіцієнт нерівномірності потреби ($2 \div 3$).

в) на потреби (санітарно-побутові):

$$g_{c.б.} = p \cdot P_{c.б.} = 132 \cdot 95 = 12540$$

$p \cdot P_{c.б.}$ – кількість працівників – 132 чол (усього).

$P_{c.б.}$ – потреба на 1 працівника (95 л)

$$Q = 7030 + 7590 + 12540 = 27160 \text{ л} = 27,16 \text{ тис.л.}$$

4.5. Лінійний графік

Метод проведення дорожньо-будівельних робіт, що прийнятий в проєкті – потоковий.

Одним з документів організації робіт є лінійний календарний графік. Він будується, шляхом нанесення лінії кілометри по горизонталі та термін, який виражений в змінах на весь період ремонту, по вертикалі. На графіку нанесено план дороги з розстановкою всіх споруд на кожному пікеті та лінії виконання відповідних робіт.

«Будівництво труб, мостів, будинків на графіку показують у вигляді вертикальної лінії, навпроти місця їх розташування на плані дороги. Висота вертикальної лінії відповідає кількості днів будівництва штучних споруд.

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 протяг робіт їх виконання. Будівництво шарів дорожнього одягу на графіку відображено прямою лінією одного нахилу» [13].

4.6. Організація руху при роботах капремонту

Транзитний рух буде здійснюватись спочатку по лівій смузі а/д М-21 Виступовичі – Житомир – Могилів-Подільський (через м. Вінницю) у Вінницькій області, а після спорудження правого проїзду – по правому проїзду цієї ж автодороги.

У цьому проєкті на проведення капремонту автошляху М-21 заплановано застосування тимчасових типових індивідуальних схем ОДР на термін проведення усіх робіт різного характеру у межах смуги відведення.

«Проведення робіт на діючій ділянці дороги фізичні та юридичні особи здійснюють після огороження та облаштування технічними засобами ОДР ділянки, місця проведення робіт згідно з тимчасовою схемою ОДР, наданій у:

- проектній (технологічній) документації на реконструкцію або ремонт ділянки дороги;
- в ордері (або дозволі), одержаному в установленому порядку від власника дороги або уповноваженого ним органу» [13].

Ділянки а/д М-21, де проводяться роботи (будівельні, ремонтні, аварійні) з ліквідації недоліків експлуатаційного стану, мають бути затверджені перевіркою. Якість робіт перевіряють та контролюють облаштуванням за тимчасовими типовими схемами ОДР.

Не можна завозити матеріали, дорожньо-будівельні ТЗ, конструкції на місце проведення робіт і проводити будь-які роботи до облаштування ділянки дороги техзасобами ОДР тимчасовими згідно із тимчасовою схемою та виконання потрібних для цього заходів.

«Для позначення місця безпосереднього виконання дорожніх або аварійних робіт на діючих дорогах і вулицях слід застосовувати пересувний знак-сигналізатор небезпеки (далі – знак небезпеки) згідно з Технічними умовами, розробленими, узгодженими та затвердженими у встановленому порядку. У разі задовільних погодних умов, у світлу пору доби, при проведенні робіт на ділянці дороги протяжністю менш ніж 100 м, знак небезпеки дозволяється не застосовувати» [13].

На час виконання робіт капітального ремонту розвісити транспаранти, які вказують інформацію про місце і характер робіт.

Після прибуття до місця проведення робіт транспортний засіб з технічними засобами ОДР розміщується на розділювальній смузі або на узбіччі у напрямку виконання робіт (на відстані 30 м ... 40 м від їх початку).

Після проведення повністю усіх робіт з капітального ремонту на трасі та по скрізь в межах смуги відведення утилізують наявність будівельних матеріалів і сміття, облаштовуються автошлях у відповідності до проекту чи

схеми ОДР, наносять розмітку та встановлюють постійні дорожні знаки та огороження для БДР. Під кінець знімають та розбирають тимчасові технічні засоби ОДР у зворотній послідовності від їх облаштування та ліквідують з'їзди і виїзди з траси на об'їзд.

ВИСНОВКИ ПО РОЗДІЛУ 4

Під час розробки будгєнплану, було визначено напрями руху дорожньо-будівельних матеріалів і обсягів будівельно-монтажних робіт. Запроектовано спорудження будівельного майданчика на ПК 1280+00 для складування будматеріалів, стоянки техніки, розміщення побутових приміщень для працівників.

Загальний термін будівництва 8 місяців. Напрямо потоку проведення капітального ремонту прийнято від початку траси. Метод здійснення робіт потоковий.

Розділ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ

Усі види робіт з капітального ремонту проектної ділянки траси М-21 проводяться у визначеному порядку.

Щитами, потрібними знаками і сигнальними ліхтарями до початку проведення капремонтів має бути огорожена територія небезпечних ділянок.

Смуги території для відведення під капремонт а/д повинні очищатися згідно ПВР. Робітники, які вирубують дерева та корчі і готують до вирубки кущових зарослів, мають забезпечуватися захисними касками та відповідним обладнанням.

Перед початком зведення укосів земполотна слід забезпечити відповідно до ПВР відведення поверхневих вод.

Під час переміщення заднім ходом автомобіля-самоскида до місця навантажування та розвантажування земляної маси необхідно подавати звукові короткі сигнали.

«Під час розвантаження з автомобіля-самоскида ґрунту в насип відстань від осі заднього його колеса до брівки природного укосу насипу має бути більше, ніж 2 м, а відстань від зовнішнього колеса машини до брівки більше, ніж 1 м» [14].

Під час навантаження та розвантаження ґрунту для земполотна робітники завжди розташовуються в зоні видимості водія та не ближче до зони відсіпки ґрунту як на 5 м.

Під час нарізання та планування автогрейдером-планувальником укосів працівникам не можна наближатися до зони дії машини, нижче біля підшви по лінії робіт по укосу та не ближче за 15 м по обидва боки.

Під час фрезерування покриття не можна знаходитися поза обзором для водія фрези, зачіпати та взагалі наближатися до барабану машини. Потрібно чітко дотримуватися інструкції для проведення фрезерувальних операцій.

Робітникам при виконанні робіт машиною для перемішування ЩПС і профілювальником-розподільником не можна на включених вібраторах

підтягати болти; на кожух ставити ротора, це стосується вібробруса або стрічок транспортерних. Регулювати натяг ременів вібратора або ремонтувати їх при увімкненому вібробрусі категорично не можна. Машину для перемішування ЦПС не можна заправляти водою та прочищати її форсунки на ходу.

«При розвантаженні асфальтобетонної суміші в бункер асфальтоукладача потрібно дотримуватися таких заходів безпеки:

- самоскиди що доставили суміш, зупиняють за вказівкою бригадира по осі смуги проїзної частини, на відстані 4-5 м від укладеної суміші;

- подавати автомобіль-самоскид на розвантаження дозволяється тільки по сигналу машиніста асфальтоукладача;

- перед початком руху заднім ходом водій автомобіля зобов'язаний подати звуковий сигнал;

- при вивантаженні суміші з автомобіля в бункер працівникам потрібно знаходитися не ближче 1 м» [14].

Бачки для перенесення БНД гарячого та емульсії треба використовувати тільки конусоподібної форми зверху звуженими. Ці форми мають мати запірні пристрої, кришки та держак. Бачок повинен заповнюватися на 3/4 свого обсягу.

«Роботи з нанесення горизонтальної розмітки поздовж траси треба виконувати за напрямком руху авто. Ремонт і техобслуговування дорожніх машин та механізмів проводять на спеціально обладнаних для них майданчиках» [14].

ВИСНОВКИ ПО РОЗДІЛУ 5

У розділі подані основні правила та заходи по охороні праці для різних видів робіт під час проведення капітального ремонту на а/д М-21.

Розділ 6. ЕКОНОМІКА БУДІВНИЦТВА

6.1. Пояснювальна записка

Кошторисна вартість капремонту а/д М-21 траси визначається за [15]. Об'єкт з точки зору економіки ефективно розроблений та реально оцінений за обґрунтованими рішеннями.

Норми визначають головні правила підрахунку вартості капремонту траси і є загальноприйнятими при визначенні ціни на об'єкті.

«Кошторисна трудомісткість БМР рівна сумі розрахункової та нормативної трудомісткості цих робіт у прямих, загальновиробничих та додаткових витратах» [15].

До прямих витрат відносять трудомісткість кошторису за нормами, яка об'єднує трудовитрати робітників, трудомісткість кошторису при доставці ґрунту, фрезерувальних робіт, витрати праці працюючих на обслуговуванні та керуванні будмашин і агрегатів; дорожніх матеріалів та трудовитрат працівників для здійснення усіх операцій.

«До загальновиробничих витрат належать розрахункова трудомісткість кошторису визначена у коштах на розбирання та зведення титульних тимчасових будівель і споруд» [15].

У додаткових витратах трудомісткість за зведеним кошторисом підрахована за усередненими ВБН і ВБНЕ значеннями навесні та восени та на основі розрахункових усереднених показників влітку.

Кошторисна ціна за кошторисами локальними являє собою суму прямих витрат і загальновиробничих.

Заробітна плата усім працюючим за кошторисом склалає суму зарплати усіх людей, що працюють на об'єкті.

6.2. Економічна вартість фрезерувальних робіт та будівельних робіт в цілому

Найбільший обсяг робіт складає фрезерування ДО. Тому розглянемо вартість виконання даних робіт детальніше. Вартість фрезерування залежить від багатьох умов: товщини ДО; розмірів фрези; необхідної проектної ефективності властивостей покриття та багатьох інших умов.

Загальна вартість фрезерування ДО за 1 метр квадратний в середньому рівна 86 грн з урахуванням усіх затрат на потрібну нам товщину. Відповідно на всю площу фрезерування ДО, а саме 56959 м² потрібно буде витратити 4898 тис. грн. Оскільки відфрезерований матеріал буде використовуватися у подальшій переробці для інших робіт, то окупність становитиме близько 35% від загальної суми витрат, тобто 1715 тис. грн.

Основні витрати на капітальний ремонт приведені у таблиці 6.1. Більш детально з витратами можна ознайомитися у зведеному кошторисі.

Таблиця 6.1 – Витрати

Назва витрат	Вартість тис.грн.	% від вартості
Загальна вартість будівництва з ПДВ	206899,195	
В тому числі:		-
БМР	55106,231	
Вартість усереднена будівництва 1 км автомагістралі М-21	73892,579	-
Підготовчі роботи	219,552	0,11
Земполотно	3269,23	2,21
ШС	15962,33	8,4
ДО	119723,633	62,6
Будівлі та споруди дор служби	2601,695	2,0
Перехрестя і примикання	6032,326	2,96
Обладнання і обстановка а/д	2136,02	1,05
Тимчасові споруди	2856,263	1,49
Інші витрати	1932,263	1,8
Авторський нагляд	986,239	0,56
Вишукувальні та проектні роботи	326,962	0,2
Кошти прибуток від кошторису з усіма можливими ризиками	3596	13,9

ВИСНОВКИ ПО РОЗДІЛУ 6

Загальна вартість проведення робіт при капітальному ремонті з усіма витратами має становити 206899,195 тис. грн.

ЛІТЕРАТУРА

1. Державні будівельні норми /Автомобільні дороги – ДБН В.2.3. – 4 – 2015: Держбуд України: Київ, 2000 – 116 с.
2. Екологічний паспорт Вінницької області: Вінницька обласна військова адміністрація, 2022 р. – 121 с.
3. Проектування автомобільних доріг: метод. вказівки до самостійної роботи для здобувачів першого (бакалаврського) рівня освіти освітньої програми «Будівництво та цивільна інженерія» галузі знань 19 Архітектура та будівництво спец. 192 Будівництво та цивільна інженерія спеціалізації Автомобільні дороги та аеродроми денної та заоч. форм навч. / В.О. Процюк. Луцьк : Луцький НТУ, 2021. – 64 с.
4. ДСТУ Б В.2.7-119:2011 Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній та аеродромний. Технічні умови.
5. ГБН В.2.3-37641918-559:2019 Автомобільні дороги. Дорожній одяг нежорсткий. Проектування.
6. ДСТУ Б В.2.7-119:2011 Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній та аеродромний. Технічні умови.
7. Бойчук В. С. Довідник дорожника. [Текст] / В. С. Бойчук // – К.: Урожай, 2002. – 560 с.
8. 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.
9. ДСТУ Б Д.2.2-1:2012 Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Земляні роботи (Збірник 1).
10. ДСТУ Б Д.2.2-27:2012 Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Автомобільні дороги (Збірник 27).

11. ДСТУ 9178:2022 Настанова з улаштування шарів дорожнього одягу з щибеневих, гравійних та укріплених матеріалів.

12. ТК 218-03449261-012-Wirtgen W 2000 (1)-2003 Технологічна карта на холодне фрезерування асфальтобетонного покриття з застосуванням фрези Wirtgen W 2000

13. ДСТУ Б А.3.1-22:2013. Визначення тривалості будівництва об'єктів.

14. 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)

15. Ціноутворення в будівництві: Методичні вказівки до практичних занять для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньо-професійної програми «Будівництво та цивільна інженерія» галузь знань 19 Архітектура та будівництво спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія денної та заочної форм навчання / Д.Я. Кислюк. – Луцьк : Луцький НТУ, 2022. – 60 с.

16. ДСТУ Б В.2.7-306:2015 Суміші бітумомінеральні дорожні. Методи випробувань

17. ДСТУ 2587:2021 Безпека дорожнього руху. Розмітка дорожня. Загальні технічні умови.

18. Будівництво та цивільна інженерія. Магістерський курс: Навчальний посібник / О. В. Дзюбинська, С. Я. Дробішинець, Д. Я. Кислюк, С. В. Ротко, В. П. Самчук, С. В. Синій, П. О. Сунак, О. А. Ужегова, О. С. Чапук. – Луцьк: ЛНТУ, 2023. – 675 с.

19. Державні будівельні норми /Навантаження і впливи. Норми проектування – ДБН В.1.2. – 2 – 2006: Держбуд України: Київ, 2006 – 115 с.

20. Державний стандарт України / Правила визначення вартості будівництва та порядку проведення ремонту та утримання об'єктів благоустрою населених пунктів» – ДСТУ Б Д.1.1-1:2013: Держбуд України: Київ, 2013. – 96 с.

21. ДСТУ Б В.2.7-127:2015 Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон щибенево-мастикові. Технічні умови.

Графічна частина

