

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ НАЗЕМНИХ СПОРУД І АЕРОДРОМІВ

Кафедра: Інфраструктури авіаційного транспорту

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри

ДОШ/ (Дубик О.М.)

« 05 » серпня 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)

ЗДОБУВАЧА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ “БАКАЛАВР”

Тема: «Проектування автомобільної дороги загального користування»

Виконавець: Журавський Владислав Дмитрович

Керівник: Доцент Паливода Олександр Анатолійович

Нормоконтролер: Дубик Олександр Миколайович

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет: наземних споруд і аеродромів


Кафедра: інфраструктури авіаційного транспорту

Спеціальність: 192 "Будівництво та цивільна інженерія"

Освітньо-професійна програма: «Автомобільні дороги і аеродроми»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

 О. М. Дубик

« 05 » *серпня* 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання кваліфікаційної роботи (проєкту)

ЖУРАВСЬКОГО ВЛАДИСЛАВА ДМИТРОВИЧА

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

1. Тема кваліфікаційної роботи Проектування автомобільної дороги загального користування

затверджена наказом ректора від "23" квітня 2024 року № 122/ст.

2. Термін виконання роботи: з 20.05.2024 по 16.06.2024

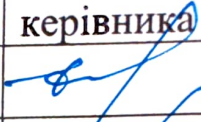
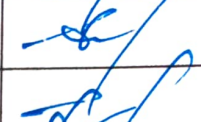
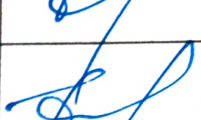
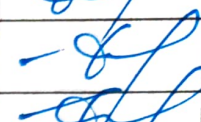
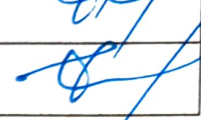

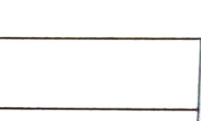
3. Вихідні дані до роботи (проєкту): зібрані та опрацьовані під час проходження переддипломної практики дані автомобільна дорога м. Полтава.

4. Зміст пояснювальної записки: 1. Реферат. 2. Вступ. 3. Характеристика об'єкта капітального ремонту 4. План траси, повздовжній та поперечний профлі длянки об'їзної дороги м. Полтава 5. Водовідведення

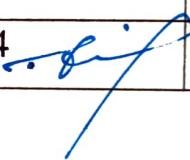
5. Перелік обов'язкового графічного (ілюстративного) матеріалу: _____

1. Повздовжній профіль. 2. Поперечні профілі. 3. Генеральний план автомобільної дороги.

6. Календарний план-графік

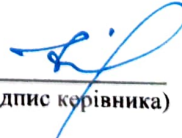
№ з/п	Завдання	Термін виконання	Підпис керівника
1	Реферат	20.05.2024	
2	Вступ	21.05.2024	
3	Характеристика об'єкта капітального ремонту	22.05.2024-24.05.2024	
4	План траси, повздовжній та поперечний профлі длянки об'їзної дороги	25.05.2024-02.06.2024	
5	Водовідведення	03.06.2024-08.06.2024	
6	Висновки	07.06.2024-09.06.2024	
7	Література	09.06.2024	

7. Консультація з окремого(мих) розділу(ів):

Назва розділу	Консультант (посада, П.І.Б.)	Дата, підпис	
		Завдання видав	Завдання прийняв
3-5	Доц. Паливода О.А.	20.05.2024 	

8. Дата отримання завдання «20» травня 2024 р.

Керівник кваліфікаційної роботи


(підпис керівника)

Паливода О.А.

Завдання прийняв до виконання


(підпис здобувача вищої освіти)

Журавський В.Д.

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи «Проектування автомобільної дороги загального користування»: 49 с., 13 рис., 11 використаних джерел, 10 таблиць.

Об'єкт дослідження: автомобільна дорога загального користування в місті Полтава.

Мета роботи: проектування автомобільної дороги загального користування у м. Полтава.

Результати бакалаврської роботи рекомендується використовувати в практичній діяльності фахівців.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ПРОЄКТУВАННЯ	
1.1. Географічне положення районна будівництва.....	10
1.2. Клімат	10
1.3. Дані про ґрунти і гідрологічні умови	12
РОЗДІЛ 2. ПЛАН ТРАСИ, ПОЗДОВЖНІЙ ТА ПОПЕРЕЧНІ ПРОФІЛІ ДІЛЯНКИ ОБ'ЇЗНОЇ ДОРОГИ М. ПОЛТАВА	
2.1. Встановлення категорії автомобільної дороги та розрахункової швидкості руху.....	13
2.2. План траси ділянки автомобільної дороги.....	15
2.3. Розрахунок перехідної кривої	19
2.4. Загальні відомості про поздовжній профіль та порядок його проєктування.....	21
2.5. Побудова чорного поздовжнього профілю рельєфу місцевості по осі траси автомобільної дороги.....	24
2.6. Побудова червоного профілю та розрахунок вертикальних кривих.....	28
2.7. Проєктування поперечних профілів ділянки автомобільної дороги	37
РОЗДІЛ 3. ВОДОВІДВЕДЕННЯ	
3.1. Загальні положення.....	40
3.2. Основи розрахунку труб.....	42
3.3. Проєктування системи дорожнього водовідведення.....	46

3.4. Розрахунок водопропускної труби.....	47
3.5. Технологія будівництва водопропускної труби.....	49
Загальні висновки.....	56
Список використаної літератури.....	57

ВСТУП

Проектування доріг загального користування є наріжним каменем міської інфраструктури, що формує потік повсякденного життя та сприяє економічному зростанню. Дороги – це не просто канали для транспортних засобів; Це динамічні простори, де транспорт перетинається з міським плануванням, екологічними міркуваннями та суспільними потребами. Таким чином, проектування доріг загального користування вимагає багатогранного підходу, який збалансовує технічну точність із соціальною та екологічною відповідальністю.

Історично склалося так, що дизайн доріг зазнав значних трансформацій. Стародавні цивілізації, такі як римляни, будували розгалужену мережу доріг, яка полегшувала торгівлю та військові експедиції. Ці ранні дороги були інженерними чудесами свого часу, побудованими з шарів матеріалів для забезпечення довговічності. Однак основна увага приділялася функціональності, мало звертаючи увагу на навколишнє середовище або соціальний контекст.

Промислова революція ознаменувала кардинальні зміни в дизайні доріг, зумовлені появою механізованого транспорту. Дороги повинні були витримувати більші навантаження та вищу швидкість, що призвело до прогресу в матеріалах та технологіях будівництва. Впровадження асфальту та бетону забезпечило більш міцні та гладкі поверхні, тоді як розвиток дорожньої інженерії призвів до таких інновацій, як світлофори та дорожня розмітка, щоб впоратися зі зростаючою кількістю транспортних засобів.

У 20-му столітті поширення автомобілів викликало необхідність подальшої еволюції в дизайні доріг. Автомагістралі та швидкісні дороги стали життєво важливими артеріями для подорожей на далекі відстані, призначеними для забезпечення безперебійного потоку транспорту на високих швидкостях. Містобудівники почали визнавати необхідність комплексних транспортних мереж, які об'єднували б різні види транспорту, від автомобілів до велосипедів і пішоходів.

Сьогодні проектування доріг знаходиться на роздоріжжі. Швидкі темпи урбанізації та технологічний прогрес у поєднанні зі зростаючою екологічною

свідомістю вимагають переоцінки традиційних підходів. Сучасний дизайн доріг повинен вирішувати безліч проблем, включаючи затори на дорогах, безпеку, екологічну стійкість та соціальну справедливість. Ця дисертація має на меті дослідити ці проблеми та запропонувати інноваційні рішення, які можуть спрямувати майбутнє проектування доріг загального користування.

Складність сучасного міського середовища створює численні проблеми для проектування доріг загального користування. Однією з найактуальніших проблем є затори на дорогах, які не лише знижують економічну продуктивність, але й сприяють забрудненню навколишнього середовища та підвищенню рівня стресу серед пасажирів. Традиційні стратегії розширення доріг часто є нестійкими, що призводить до подальшого розростання міст та погіршення стану навколишнього середовища.

Безпека є ще однією важливою проблемою. Погано спроектовані дороги можуть збільшити ймовірність аварій, створюючи небезпеку для водіїв, пасажирів, пішоходів і велосипедистів. Такі фактори, як неналежні знаки, погано сплановані перехрестя та відсутність пішохідних переходів, можуть посилити ці ризики. Забезпечення безпеки всіх учасників дорожнього руху вимагає прискіпливої уваги до деталей конструкції та впровадження передових технологій.

Вплив будівництва та використання доріг на навколишнє середовище є значним. Традиційні методи будівництва доріг часто призводять до руйнування середовища проживання, збільшення поверхневого стоку та збільшення викидів вуглецю. Матеріали, що використовуються в дорожньому будівництві, такі як асфальт і бетон, мають значний вуглецевий слід, а непроникні поверхні, створені дорогами, можуть порушити природні кругообіги води та сприяти повеням.

Крім того, необхідно враховувати соціальні наслідки. Дороги, які перетинають громади, можуть призвести до соціальної фрагментації, зменшуючи доступ до основних послуг та зручностей. Недостатня інфраструктура для немоторизованих користувачів, таких як пішоходи та велосипедисти, може перешкоджати активному транспорту та обмежувати мобільність для вразливих груп населення.

З огляду на ці багатогранні виклики, ця дисертація спрямована на вирішення наступної проблеми: Як можна покращити дизайн доріг загального користування для покращення транспортного потоку, безпеки, екологічної стійкості та соціальної справедливості? Досліджуючи інноваційні стратегії проєктування та практики сталого розвитку, це дослідження має на меті розробити всеосяжну структуру, яка може керувати майбутніми проєктами дизайну доріг.

Значення цього дослідження полягає в його потенціалі впливати як на теоретичні, так і на практичні аспекти містобудування та цивільного будівництва. Для містобудівників та інженерів-будівельників отримані результати нададуть цінну інформацію про інтеграцію сталих практик у проєктування доріг. Це може призвести до розвитку інфраструктури, яка не лише відповідає поточним потребам, а й передбачає майбутні виклики.

Підсумовуючи, можна сказати, що проєктування доріг загального користування є складним і багатогранним завданням, яке вимагає комплексного підходу. Досліджуючи поточну практику, досліджуючи інноваційні рішення та враховуючи ширші соціальні та екологічні наслідки, ця дисертація має на меті сприяти розвитку стійкої, безпечної та ефективної дорожньої інфраструктури. Отримані результати матимуть значні наслідки для міських планувальників, інженерів-будівельників, політиків та широкої громадськості, що в кінцевому підсумку сприятиме створенню більш придатного для життя та стійкого міського середовища.

РОЗДІЛ 1

ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ПРОЄКТУВАННЯ

1.1 Географічне положення районна будівництва

Об'їзна автомобільна дорога, що проєктується знаходиться в Полтавській області і є дорогою загального користування. Автомобільна дорога має загальний напрямок з півдня-заходу на північ-схід.

1.2 Клімат

Географічне положення Полтави в межах помірною кліматичного поясу зумовлює її риси помірно-континентального з м'якою зимою і теплим (інколи спекотним) літом. Середньорічна температура повітря становить 7,6 °С, найнижча в січні (мінус 33,6 °С), найвища — в серпні (39,4 °С).

Таблиця 1.1

Клімат в м.Полтав

Клімат Полтави													
Показник	Січ.	Лют.	Бер.	Квіт.	Трав.	Черв.	Лип.	Серп.	Вер.	Жовт.	Лист.	Груд.	Рік
Абсолютний максимум, °С	9,40	16,00	22,40	29,90	34,20	35,70	39,00	39,40	32,20	29,60	20,00	13,50	39,40
Середній максимум, °С	-3	-2	3,00	12,00	20,00	23,00	24,00	23,00	18,00	11,00	3,00	-1	11,00
Середня температура, °С	-6,6	-5,3	-0,1	8,80	15,40	18,70	20,10	19,40	14,30	7,60	1,50	-3,1	7,60
Середній мінімум, °С	-8	-7	-2	5,00	10,00	13,00	15,00	13,00	10,00	3,00	-1	-5	3,00
Абсолютний мінімум, °С	-33,6	-29,1	-22,8	-11,1	-2,9	0,00	7,20	2,80	-3	-11,1	-21,5	-28,6	-33,6
Норма опадів, мм	43,00	37,00	35,00	40,00	51,00	60,00	71,00	46,00	44,00	42,00	49,00	51,00	569,00

В середньому за рік в Полтаві випадає 569 мм атмосферних опадів, найменше їх у лютому-березні, найбільше — в липні. Щозими в Полтаві утворюється сніговий покрив, максимальна висота якого зазвичай спостерігається в лютому. Відносна вологість повітря в середньому становить 74 %, найменша вона у травні (61 %), найбільша — у грудні (88 %).

Найбільшу повторюваність у місті мають вітри із заходу, найменшу — з півночі та південного сходу. Найбільша швидкість вітру — в лютому, найменша — в серпні. У січні вона в середньому становить 8,1 м/с, у липні — 9,3 м/с. Кількість днів з грозами в середньому за рік дорівнює 13, з градом — 5, зі снігом — 59.

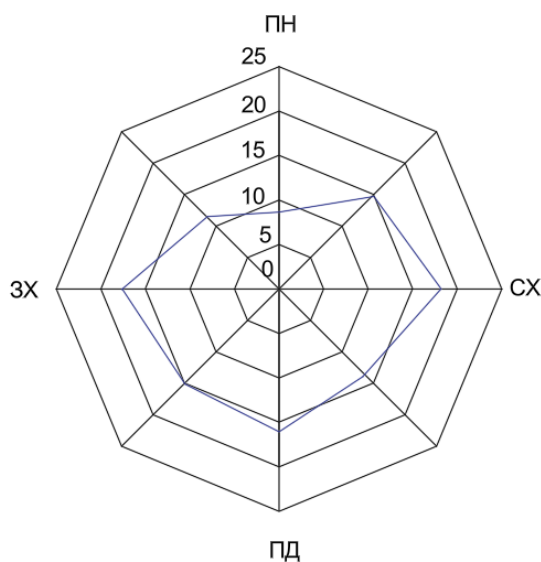


Рис. 1.1 Зимова роза вітрів

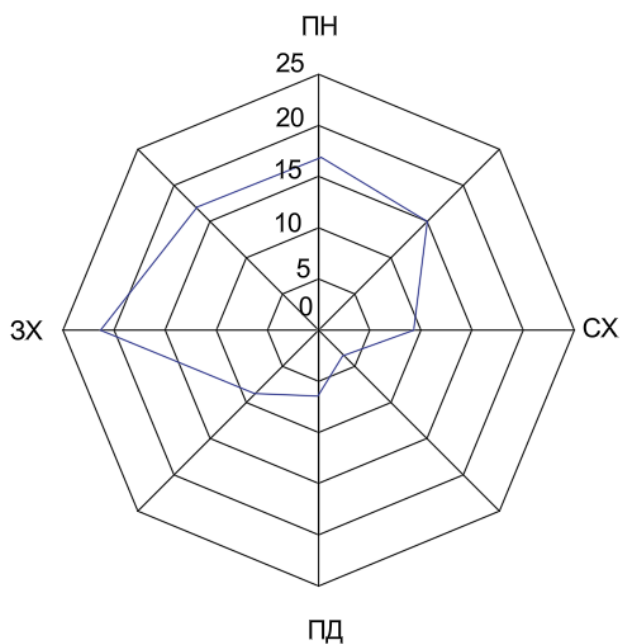


Рис.1.2 Літня роза вітрів

1.3 Дані про ґрунти і гідрологічні умови

В геологічній будові району прокладання траси приймають участь Супіщані та Піщано-легкосуглинкові ґрунти.

Породи, які залягають під насипним шаром, суттєвого впливу на дорожній одяг і покриття не буде. Ґрунтові води, вскриті при бурінні, зв'язані з накопиченням атмосферних опадів і лінзами водо насиченого піску в товщі суглинків.

РОЗДІЛ 2

ПЛАН ТРАСИ, ПОЗДОВЖНІЙ ТА ПОПЕРЕЧНІ ПРОФІЛІ ДІЛЯНКИ ОБ'ЇЗНОЇ ДОРОГИ М. ПОЛТАВА

2.1. Встановлення категорії автомобільної дороги та розрахункової швидкості руху

Категорія автомагістралі визначається в залежності від розрахункової середньорічної інтенсивності перспективи на добу. Згідно з проектним завданням, очікувана інтенсивність руху становить 6100 автомобілів/добу. Отже, згідно з ДБН В.2.3 – 4:2015 «Автомобільні дороги. Частина I. Проект. Частина II Будівництво» [1], автомобільна дорога відноситься до II технічної категорії (див. табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Технічна класифікація автомобільних доріг

Категорія дороги	Розрахункова перспективна інтенсивність руху, авт/добу	
	у транспортних одиницях	у приведених до легкового автомобіля
I-а	понад 10 000	понад 14 000
I-б	понад 10 000	понад 14 000
II	від 3 000 до 10 000	від 5 000 до 14 000
III	від 1 000 до 3 000	від 2 500 до 5 000
IV	від 150 до 1 000	від 300 до 2 500
V	до 150	до 300

Інтенсивність руху визначається як сума обох напрямків на основі техніко-економічного обґрунтування. Для визначення категорії автомобільної дороги розрахунковий термін встановлюється в 10 років з року завершення проекту.

Для розрахунку геометричних елементів магістралі використовувалася розрахункова швидкість руху транспортного засобу. Ця швидкість визначається в залежності від категорії дороги і рельєфу місцевості (табл. 2.2).

Оскільки дорога відноситься до II категорії, розрахункова швидкість на рівній місцевості становить 90 км/год (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

Розрахункові швидкості руху

Ч. ч.	Категорія дороги	Розрахункова швидкість, км/год		
		Основна рівнинна місцевість	Допустима на місцевості	
			горбистій	гірській
1	I-а	130	100	80
2	I-б	110	90	70
3	II	90	70	60
4	III	90	60	50
5	IV	90	50	30
6	V	90	40	30

Примітка 1. До горбистої місцевості належить рельєф, часто порізаний глибокими долинами з різницею позначок дна долин і вододілів понад 50 м на відстані не більше 0,5 км, з бічними глибокими ярами і нестійкими схилами, долинами передгірських рік з бічними притоками.

Примітка 2. До гірської місцевості належать ділянки перевалів (плюс один кілометр в кожний бік від перевалу) через гірські хребти і ділянки гірських ущелин із складними, сильно порізаними або нестійкими схилами, ділянки розповсюдження пластичних зсувів ґрунтів та осипів, долини гірських рік з бічними притоками

У населених пунктах обмеження швидкості становить 60 км/год на всіх автомобільних дорогах, якщо це не передбачено законодавством [5]. Якщо проєктні рішення забезпечують безпеку дорожнього руху, обмеження доступу людей і тварин, які не допускаються на дорогу (наприклад, як пішоході переходи в різних регіонах і огороження дорого другої групи), то швидкість приймається за таблицею 2.2

2.2. План траси ділянки автомобільної дороги

План траси ділянки об'їзної дороги м. Полтава наведений на рис. 2.1. Дана ділянка автомобільної дороги має два кути повороту, які мають такі значення: $\alpha_1 = 46^\circ$;

Вимоги до проєктування плану траси автомобільної дороги згідно з [5] наведені в таблиці 2.3.

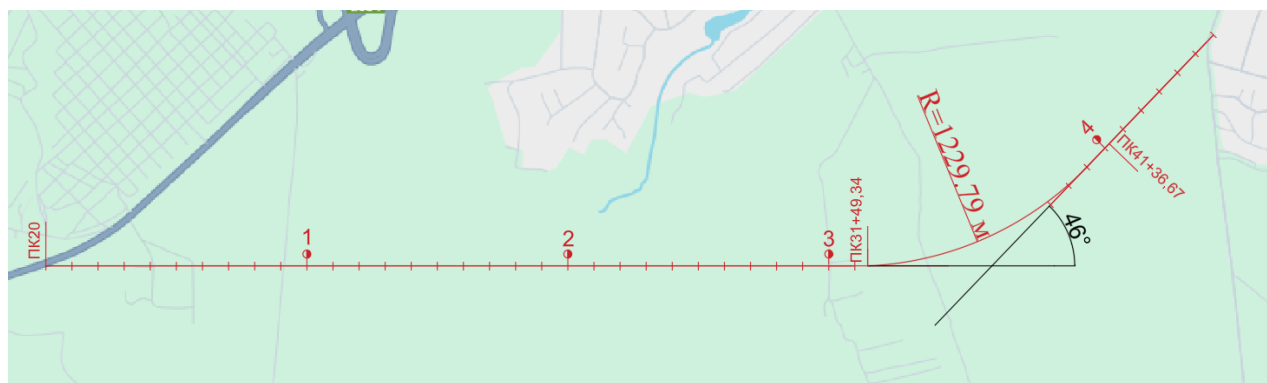


Рис. 2.1. Ділянка плану траси об'їзної автомобільної дороги м. Полтава

Таблиця 2.3

Основні технічні нормативи на проєктування автомобільної дороги

Найменування елементів	Параметри залежно від розрахункових швидкостей, км/год.										
	130	120	110	100	90	80	70	60	50	40	30
Найменший радіус кривої в плані, м	1000	800	700	600	450	300	225	150	100	65	30
Найменша відстань видимості, м: для зупинки автомобіля	335	290	250	210	175	145	115	90	70	50	35

Мінімальний радіус кривої в плані визначається за формулою 2.1:

$$R = \frac{v^2}{g \cdot (\mu \pm i_p)}, \quad (2.1)$$

де

v – розрахункова швидкість руху автомобіля для даної категорії автомобільної дороги, м/с;

$g = 9,81 \text{ м/с}^2$ – прискорення вільного падіння;

μ – коефіцієнт поперечної сили (табл. 2.4);

$i_{\text{п}}$ – поперечний ухил віражу ($i_{\text{п}} = 0,05$ згідно з ДБН В.2.3 – 4:2015 «Автомобільні дороги. Частина I. Проектування. Частина II Будівництво»).

Траса являє собою просторову лінію, розташовану на місцевості по осі проєктованої дороги. Графічне зображення проєкції дорожнього руху на горизонтальній площині називається планом траси автомобільної дороги. Зміна напрямку дороги характеризується кутом повороту (градуси або радіани), який виникає, коли передній напрямок курсу і наступний триває.

У поворотних точках дороги визначаються кути повороту і румби прямих ділянок магістралі. У кругові кути дороги слід вставляти криві, радіус яких по можливості перевищує 2000 м. Якщо доступ до кривої зазначеного радіуса неможливий, йому можна присвоїти менші, але не менші значення, що зазначені в таблиці 2.3. Напрямок магістралі ділиться на стометрову ділянку – пікети. На ділянці дороги м.Полтава. Потім визначаються елементи кривих (тангенс, криволінійна довжина, бісектриса, домір). Маршрут автомагістралі між зазначеними пунктами (село Розесенці – село Щербані) здійснюється на найкоротшу відстань. Трасування населених пунктів здійснюватиметься в обхід міста Полтава.

Пікети і розмітки кілометрових знаків на прямих і криволінійних ділянках наносяться перпендикулярно осі дороги. Довжина знака пікета – від 1 до 1,5 мм, а довжина знака кілометрів – 10 мм. Коло ділиться на дві рівні частини, а права половина зафарбовується по ходу руху.

У найпростішому випадку великі дорожні колії вирівнюються з круговими кривими з фіксованим радіусом кривих або круговими кривими, прикріпленими до кривих допоміжного проїзду. До елементів кругових кривих відносяться: бісектриса Б, тангенс Т, довжина кривої К, домір Д.

Елементи колової кривої визначаються за формулами (2.2 – 325):

$$K = \frac{\pi \cdot R \cdot \alpha}{180^\circ}; \quad (2.2)$$

$$T = R \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}; \quad (2.3)$$

$$Б = R \cdot \left(\frac{1}{\cos \frac{\alpha}{2}} - 1 \right); \quad (2.4)$$

$$Д = 2Т - К, \quad (2.5)$$

де

K – довжина колової кривої;

R – радіус колової кривої;

α – кут повороту траси;

T – тангенс колової кривої;

B – бісектриса;

D – домір.

Виконаємо розрахунок елементів *колової кривої №1* на ділянці об'їзної автомобільної дороги м. Полтава. Кут повороту траси становить: $\alpha_1 = 46^\circ$; . Радіус колової кривої складає: $R=1229.79$ м. За формулами (2.2 – 2.5) – визначаємо всі елементи колової кривої:

$$K = \frac{\pi \cdot 1229.79 \cdot 46}{180^\circ} = 987.33\text{м.}$$

$$T = 1229.79 \cdot \operatorname{tg} \frac{46^\circ}{2} = 522\text{м.}$$

$$B = 1229.79 \cdot \left(\frac{1}{\cos \frac{46^\circ}{2}} - 1 \right) = 106.2\text{м.}$$

$$D = 2 \cdot T - K = 2 \cdot 522 - 987.33 = 56.67\text{м.}$$

Дана колова крива зображена на рис. 2.2.

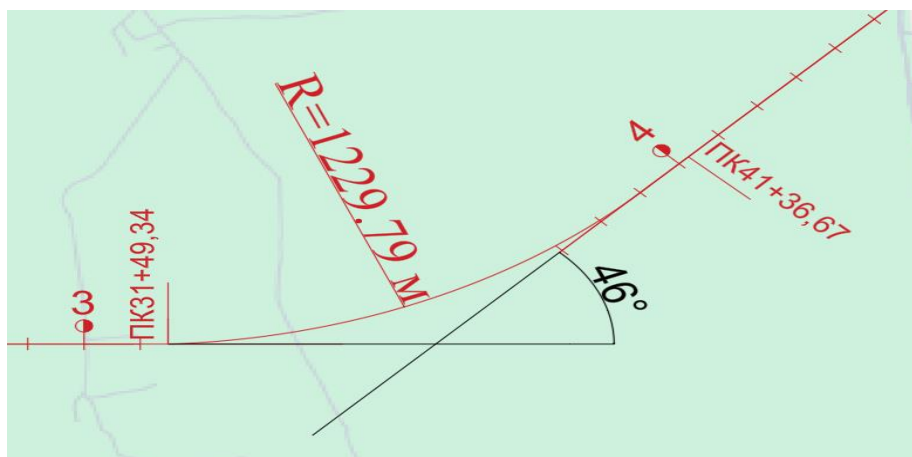


Рис. 2.2 Елементи колової кривої для розрахунку на ділянці об'їзної автомобільної дороги

Пікетажне положення початку колової кривої №1 становить: ПК
31+49,34.

Визначаємо пікетажне положення кінця колової кривої: $ККК=ПКК+К=$
 $= 3149,34+987,33=4136,67\text{м.}$

2.3. Розрахунок перехідної кривої

При проектуванні автомобільних доріг широко використовуються криволінійні ділянки, що складаються з різних видів кривих, в тому числі кругових і інших. При переході з прямої ділянки на криву на автомобіль впливає відцентрова сила, яка змінюється в залежності від типу кривої. Наприклад, на круговій кривій з малим радіусом відцентрова сила може змусити автомобіль ковзати вбік. Це призводить до перерозподілу навантаження на колеса і ускладнює керування автомобілем. У цьому режимі всі основні вузли автомобіля, особливо ходова частина і підвіска, працюють на межі.

Планові лінії і криві радіусом кривизни 2000 м і менше повинні бути з'єднані перехідними кривими. Мінімальна довжина кривих переходу наведена в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4

Найменші довжини перехідних кривих

Радіус колової кривої, м	30	50	60	80	100	150	200	250	300	400	500	600- 1000	1000- 2000
Довжина перехідної кривої, м	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	110	120	100

Розрахунок перехідної кривої №1

Нехай необхідно вписати перехідну криву в злам траси, кут повороту якої становить 46^0 (рис. 2.5). Розрахункова швидкість руху становить 90 км/год, радіус кругової вставки становить 1229.79 м. Перевіримо, чи буде при цих значеннях L і R наростання прискорення I менше нормативного значення $I_0 = 0,5 \dots 0,6 \text{ м/с}^3$.

Для цього використовуємо формулу:

$$3 \cdot v^3 / 94 \cdot R \cdot L \leq I_0. \quad (2.6)$$

Підставивши в цей вираз значення $v = 90 \text{ км/год}$, $R = 1229.79 \text{ м}$ і $L = 120 \text{ м}$ (табл. 3.4), отримаємо:

$$(3 \cdot 90^3) / (94 \cdot 1229.79 \cdot 120) = 1,57 \leq I_0 = 0,5 \dots 0,6 \text{ м}^3/\text{с}^3.$$

Визначаємо параметр M :

$$M = \frac{L}{R} = \frac{120}{1229,79} = 0,0975 \text{ рад чи } 5^{\circ}58'. \quad (2.7)$$

Переконаємось, чи задовольняється умова непересічення перехідних кривих на заокругленні. Для цього обчислимо різницю $\alpha - M$:

$$\alpha - M = 46^{\circ} - 5^{\circ}58' = 40^{\circ}2' > 0. \quad (2.8)$$

З цього робимо висновок, що кругова вставка існує та перехідні криві на заокругленні не перетинаються.

Тепер встановимо початок і кінець заокруглення.

Для даного випадку $x_k = 0,23789$, $y_k = 0,02656$.

$$\begin{cases} x_0 = 0,23789 - \sin(5^{\circ}58'/2) = 0,23789 - 0,052 = 0,18589; \\ y_0 = 0,02656 + \cos(5^{\circ}58'/2) = 1,0252. \end{cases} \quad (2.9)$$

Тоді істинні значення становитимуть:

$$\begin{cases} X_0 = x_0 \cdot R = 0,18589 \cdot 1229.79 = 228,6\text{м}; \\ Y_0 = y_0 \cdot R = 1,0252 \cdot 1229.79 = 1260,78\text{м}. \end{cases}$$

Істинне значення тангенса становить:

$$T = 228,6 + 1229.79 \cdot \text{tg}\left(46^{\circ}/2\right) = 750,6\text{м}.$$

Визначаємо істинне значення бісектриси:

$$b = 1,0252 / \left[\cos\left(46^{\circ}/2\right) - 1 \right] \cdot 1229.79 = 138,87\text{м}.$$

Відклавши від вершини кута повороту траси по обидві сторони за попереднім і новим напрямком $T=750,6\text{м}$, отримаємо початок та кінець заокруглення.

Розглянемо детальну розбивку тільки половини заокруглення, яке включає в себе перехідну криву і половину кругової вставки, оскільки інша половина – дзеркальне відображення першої та розбивається аналогічно. За центр системи координат при

розбивці приймаємо початок заокруглення. Детальну розбивку здійснюємо способом ординат від тангенса.

Перше значення x виберемо для такої точки, ордината у якої представляє собою перше відмінне від нуля число. В нашому випадку це буде точка з абсцисою:

$$X = 0,03 \cdot 1229,79 = 36,89\text{м.}$$

Для цієї точки:

$$Y = 1 \cdot 10^{-5} \cdot 1229,79 = 0,012\text{м.}$$

2.4. Загальні відомості про поздовжній профіль та порядок його проєктування

Поздовжній профіль дороги – це частина, яка проходить через вісь дороги. Поздовжній профіль показує рельєф ґрунту по осі дороги, розташування країв рельєфу, поперечний розріз ґрунту по осі дороги, розташування штучних споруд. Це включає в себе ділянку дороги, що вимірює довжину схилу та взаємне положення транспортного засобу на ділянці .

Горизонтальний масштаб поздовжнього профілю 1:5000, вертикальний масштаб 1: 500, 1:50 для ґрунту.

Лінії проєкту, робочі розмітки, заплановані споруди, детальне планування маршруту, вибрані типи профілю базової секції, пікети, криві та кілометри відображаються червоним кольором, а все інше відображається чорним.

Висота знаків по осі дороги та по краях поверхні місцевості допускається 3 мм, кілометрових знаків - 5 мм, інших - 2 мм.

Малює чорним вертикальний профіль поверхні землі відносно осі дороги. Для цього на карту наносять позначки пікетів і плюсових точок, розташованих на водозбірних майданчиках і вододілах, на дні ярів, біля берегів річок і струмків, на краях існуючих рельєфів шосейних доріг, над головками рейок залізниць.

Після встановлення позначки умовного горизонту розміщується над нею значення координати чорної позначки кожної точки за вирахуванням позначки умовного горизонту (у масштабі 1: 500).

З'єднання вершин ординат тонкою лінією дає лінію на місцевості вздовж осі дороги. Після цього заповнить 1-у колонку, в якій зображено розширений план

маршруту на відстані 50 м з кожного боку осі дороги, і 14-у колонку, в якій зазначені повороти та кілометри. Початок і кінець горизонтальної кривої прив'язують до пікетів. Записуються відстані до переднього та заднього пікетів. Кут повороту, радіус кривизни, перехідна крива та довжина кругових кривих записуються в межах кривої. Визначається на підставі даних про виступ краю плити від поверхні землі, горизонту ґрунтових вод залежно від ґрунту, типу рельєфу, зволоженості та кліматичної зони дороги. Значення, отримане шляхом віднімання товщини дорожнього покриття (0,4-0,5 м) за табл. 2.5.

Таблиця 2.5

Найменші підвищення поверхні покриття над розрахунковим рівнем води, м

Ґрунт верхньої частини земляного полотна (робочого шару)	Дорожньо-кліматична зона		
	У-I	У-II	У-III
Пісок	<u>1,1</u>	<u>0,9</u>	<u>0,75</u>
	0,9	0,7	0,55
Пісок пилюватий, супісок піщанистий	<u>1,5</u>	<u>1,2</u>	<u>1,1</u>
	1,2	1,0	0,8
Суглинок піщанистий, глина	<u>2,2</u>	<u>1,8</u>	<u>1,5</u>
	1,6	1,4	1,1
Супісок пилюватий, суглинок пилюватий	<u>2,4</u>	<u>2,1</u>	<u>1,8</u>
	1,8	1,5	1,3

Примітка 1. Над ризкою подані значення підвищення поверхні покриття над рівнем ґрунтових вод або тривалого затоплення (понад 30 діб) поверхневими водами, під ризкою – те саме над поверхнею землі на ділянках із незабезпеченим поверхневим водовідведенням або над рівнем короткотривалого (менше 30 діб) затоплення поверхневими водами.

Примітка 2. За розрахунковий рівень слід приймати найбільший можливий сезонний рівень ґрунтових вод з імовірністю перевищення 3 % – для цементобетонного покриття, 5 % – для асфальтобетонного покриття і 10 % – для перехідного типу покриття.

Примітка 3. Підвищення поверхні покриття дорожнього одягу над рівнем ґрунтових або поверхневих вод при слабо – і середньозасолених ґрунтах слід збільшувати на 20 % (для суглинків і глин на 30 %), а при сильнозасолених ґрунтах – від 40 % до 60 %.

Примітка 4. В районах штучного зрошення підвищення поверхні покриття над зимово-весняним рівнем стояння вод у зоні У-III слід збільшувати на 0,4 м, а в зоні У-II – на 0,2 м.

Примітка 5. В умовах зони У-IV найменші підвищення поверхні покриття над розрахунковим рівнем води призначають для Карпат за нормами зони У-I, для гірського Криму – за нормами зони У-II з урахуванням досвіду експлуатації доріг у цих районах.

На підходах до малих мостів і дорожніх труб висота брівки земляного полотна має перевищувати прийнятий (розрахунковий) горизонт води з урахуванням підпору не менше 0,5 м при безнапірному режимі споруди та не менше 1 м – при напірному чи напівнапірному. Перед нанесенням проєктної лінії намічають контрольні відмітки; брівки насипів біля штучних споруд; головки рейок залізниць; осі проїзної частини в населених пунктах; осі автомобільних доріг, з якими вони пересікаються в різних рівнях.

2.5. Побудова чорного поздовжнього профілю рельєфу місцевості по осі траси автомобільної дороги

Створення чорного профілю рельєфу місцевості по осі траси починають з визначення фактичних розміток на пікеті та характерних точок профілю. Довжина цієї дороги, яка з'єднує пункти Рошосенці та Щелбани, становить 4,8 км. Фактичні рельєфні позначки місцевості на всіх об'єктах і всіх пікетах наведені в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6

Фактичні відмітки рельєфу місцевості по всій довжині траси автомобільної дороги

№	Пікетажне положення точки	Фактична відмітка рельєфу місцевості, $H_{\text{факт.}}$, М
1	ПК 20+0.00	144
2	ПК 21+0.00	144,2
3	ПК 22+0.00	144,3
4	ПК 23+0.00	144,6
5	ПК 24+0.00	144,7
6	ПК 25+0.00	144,8
7	ПК 26+0.00	145
8	ПК 27+0.00	144,7
9	ПК 28+0.00	144,4
10	ПК 29+0.00	143,9
11	ПК 30+0.00	143,6
12	ПК 31+0.00	142
13	ПК 32+0.00	141,9
14	ПК 33+0.00	140,8
15	ПК 34+0.00	139,6

Продовження таблиці 2.6

16	ПК 35+0.00	137,8
17	ПК 36+0.00	134,5
18	ПК 37+0.00	130,1
19	ПК 38+0.00	130
20	ПК 39+0.00	130,5
21	ПК 40+0.00	133,9
22	ПК 41+0.00	136,4
23	ПК 42+0.00	137,4
24	ПК 43+0.00	138,6
25	ПК 44+0.00	140
26	ПК 45+0.00	141
27	ПК 46+0.00	142,5
28	ПК 47+0.00	143
29	ПК 48+0.00	144
30	ПК 49+0.00	146
31	ПК 50+0.00	148
32	ПК 51+0.00	150
33	ПК 52+0.00	152
34	ПК 53+0.00	153,1
35	ПК 54+0.00	154,6
36	ПК 55+0.00	155,1
37	ПК 56+0.00	155,2
38	ПК 57+0.00	155,4
39	ПК 58+0.00	155,7
40	ПК 59+0.00	155,1
41	ПК 60+0.00	155,9
42	ПК 61+0.00	156
43	ПК 62+0.00	156,5
44	ПК 63+0.00	156,9
45	ПК 64+0.00	157
46	ПК 65+0.00	157
47	ПК 66+0.00	157
48	ПК 67+0.00	157
49	ПК 68+0.00	157

Чорні відмітки рельєфу місцевості встановлюються за інтерполяцією між фактичними горизонталями.

2.6. Побудова червоного профілю та розрахунок вертикальних кривих

Проектну лінію проводять над рівнем підлоги на рівні робочої лінії, по можливості паралельно цій лінії. Цей спосіб малювання ліній дизайну називається ескізним дизайном. На крутих ділянках (підйом) ухил ґрунту іноді перевищує максимально допустимий ухил дороги. У цьому випадку лінію проєктування проводять по січній.

Контурний метод проєктування в порівнянні з методом перетину має низку переваг: мінімальні земляні роботи, сприятливі умови для роботи дорожньо-будівельних машин, забезпечення стійкості ґрунту від ударів на нього води, виключення дрібних пустот, виритих снігом. Площа, розміщена в нішах, повинна бути зменшена до мінімальної довжини. Для забезпечення стоку поверхневих вод проєктну лінію в пустотах необхідно наносити з ухилом не менше 5‰. Не допускається проєктування поперечних перерізів, а також використання увігнутих вертикальних кривих у виїмках. Довжина горизонтального майданчика в зоні пішохідного переходу повинна бути не менше 2 м від крайньої рейки. Під'їзди автомобільних доріг до перехресть в радіусі 50 м необхідно проєктувати з вертикальним ухилом не більше 30 ‰ [1]. Вертикальна відстань між повітряними телефонно-телеграфними лініями та проїжджою частиною в місцях перетину з автомобільними дорогами повинна перевищувати 5,5 м (у теплу пору року). Перевищення проводів на діагоналі електропередачі повинно бути якомога меншим: при напрузі до I Кв - 6,0м; до 110 кв.м - 7,0м; до 500 кВ – 9,0м; до 750 кВ -16 м. Після встановлення висотного положення опорних точок намалюйте проєктну лінію. Вимоги ДБН В.2.3 - 4: 2015 «Автомобільні дороги. Частина I. Дизайн. Частина II Конструкція» [5] на проєкт поздовжнього розрізу наведена в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7

Параметри елементів поздовжнього профілю

Найменування елементів	Параметри залежно від розрахункових швидкостей, км/год.										
	130	120	110	100	90	80	70	60	50	40	30
Найменший поздовжній ухил, ‰	40	45	50	55	60	65	70	75	80	90	100

Проектну лінію завтовшки 1 мм наносять червоним кольором.

В даному проєкті виникає потреба вписати одну вертикальну криву у злам поздовжнього профілю. На прямолінійних ділянках поздовжнього профілю перевищення між двома точками поздовжнього профілю визначається за формулою:

$$h = i_{\text{п}} \cdot L, \quad (2.9)$$

де h – перевищення між двома точками поздовжнього профілю; $i_{\text{п}}$ – поздовжній ухил на тій чи іншій ділянці поздовжнього профілю; L – довжина ділянки поздовжнього профілю.

Перша прямолінійна ділянка поздовжнього профілю має довжину 600 м та ухил 1,6 ‰. Тоді перевищення між двома точками становитиме:

$$h = 0,0016 \cdot 100 = 0,16 \text{ м.}$$



Рис. 2.3. Схема до розрахунку прямолінійної ділянки поздовжнього профілю

Відмітки по пікетам становлять:

$H_{\text{ПК } 20+0.00} = 144,00 \text{ м}$; $H_{\text{ПК } 21+0.00} = 144 + 0,16 = 144,16 \text{ м}$; $H_{\text{ПК } 22+0.00} = 144,16 + 0,16 = 144,32 \text{ м}$;
 $H_{\text{ПК } 23+0.00} = 144,32 + 0,16 = 144,48 \text{ м}$; $H_{\text{ПК } 24+0.00} = 144,48 + 0,16 = 144,64 \text{ м}$; $H_{\text{ПК } 25+0.00} = 144,64 + 0,16 = 144,80 \text{ м}$; $H_{\text{ПК } 26+0.00} = 144,80 + 0,16 = 144,96 \text{ м}$;

Друга прямолінійна ділянка поздовжнього профілю має довжину 1085 м та ухил 8,6 ‰. Тоді перевищення між двома точками становитиме

$$h = 0,0086 \cdot 100 = 0,86 \text{ м.}$$



Рис. 2.4. Схема до розрахунку прямолінійної ділянки поздовжнього профілю

Відмітки по пікетам становлять:

$H_{\text{ПК } 27+0.00} = 144,7 \text{ м}$; $H_{\text{ПК } 28+0.00} = 144,7 - 0,86 = 143,84 \text{ м}$; $H_{\text{ПК } 29+0.00} = 143,84 - 0,86 = 143,98 \text{ м}$;
 $H_{\text{ПК } 30+0.00} = 143,98 - 0,86 = 143,12 \text{ м}$; $H_{\text{ПК } 31+0.00} = 143,12 - 0,86 = 142,26 \text{ м}$; $H_{\text{ПК } 32+0.00} = 142,26 - 0,86 = 141,4 \text{ м}$;
 $H_{\text{ПК } 33+0.00} = 141,4 - 0,86 = 140,54 \text{ м}$; $H_{\text{ПК } 34+0.00} = 140,54 - 0,86 = 139,68 \text{ м}$;
 $H_{\text{ПК } 35+0.00} = 139,68 - 0,86 = 138,82 \text{ м}$; $H_{\text{ПК } 36+0.00} = 138,82 - 0,16 = 137,96 \text{ м}$; $H_{\text{ПК } 36+85.00} = 137,96 - 0,013 \cdot 185 = 136,4 \text{ м}$

Розрахунок вертикальної увігнутої кривої 1

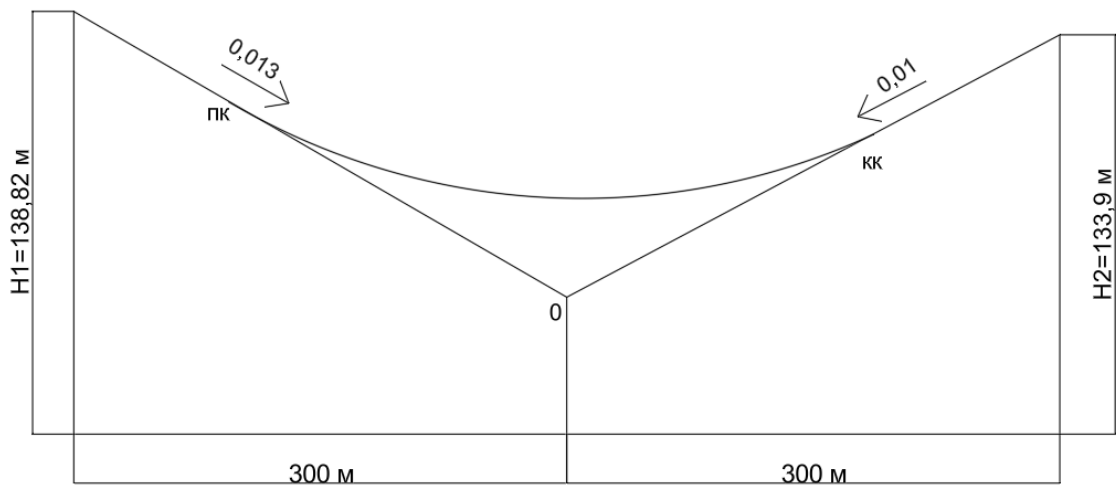


Рис. 2.5. Схема до розрахунку вертикальної увігнутої кривої №1

Перелом поздовжнього профілю утворений ухилами $i_1 = -0.013$ та $i_2 = 0.01$ на ділянці довжиною $L = 600\text{м}$. В даний перелом необхідно вписати криву радіуса $R = 10000\text{м}$ (рис. 4.1). $\bar{H}_1 = 138,82\text{ м}$; $\bar{H}_2 = 133,9\text{ м}$.

Визначаємо тангес кривої:

$$T = R \cdot \frac{\text{tga}}{2};$$

$$T = 10000 \cdot \frac{\text{tg}3^0}{2} = 262.03\text{м}.$$

Визначаємо довжину вертикальної кривої за формулою:

$$L_k = (i_1 + i_2) \cdot R.$$

$$L_k = (0.013 + 0.01) \cdot 10000 = 230\text{м}.$$

Тоді пікетажне положення для початку вертикальної увігнутої кривої становить:

$$\text{ПК} = \frac{L}{2} - \frac{L_k}{2} = 300 - \frac{230}{2} = 185\text{м}.$$

Пікетажне положення для кінця вертикальної увігнутої кривої становить:

$$\text{КК} = \frac{L}{2} + \frac{L_k}{2} = 300 + \frac{230}{2} = 415\text{м}.$$

1) Виконуємо розрахунок відміток точок.

Визначаємо відмітку початку вертикальної випуклої кривої:

$$H_{\text{ПК}36+85.0}^{\text{ПК}} = \bar{H}_1 - i_1 \cdot 90 = 138,82 - 0,013 \cdot 185 = 136,4\text{м}.$$

Відстань від початку кривої до її вершини становить:

$$l^{\text{верш.}} = i_1 \cdot R = 0,013 \cdot 10000 = 130 \text{ м.}$$

Пікетажне положення вершини кривої становить: ПК 39+15.00 м.

Перевищення вершини кривої над її початком становить:

$$h^{\text{верш.}} = \frac{l^2}{2 \cdot R} = \frac{130^2}{2 \cdot 10000} = 0,84 \text{ м.}$$

Відмітка вершини кривої становить:

$$H_{\text{ПК}38+15.0}^{\text{ВК}} = H_{\text{ПК}36+85.0}^{\text{ПК}} + h_{\text{верш.}} = 136,4 - 0,84 = 135,56 \text{ м.}$$

Визначаємо проектні відмітки точок на пікетах:

$$H_{\text{ПК}38} = H_{\text{ПК}38+15.0}^{\text{ВК}} - h_{\text{ПК}38+0.00}^{\text{ВК}} \cdot h_{\text{ПК}52+0.00}^{\text{ВК}} = \frac{l^2}{2 \cdot R} = \frac{10^2}{2 \cdot 10000} = 0,00 \text{ м.}$$

$$H_{\text{ПК}38+0.00} = 135,48 \text{ м.}$$

$$H_{\text{ПК}37+0.00} = 135,40 \text{ м.}$$

Відстань від вершини кривої до її кінця становить:

$$l^{\text{КК}} = 0,01 \cdot 10000 = 100 \text{ м.}$$

Пікетажне положення кінця кривої становить: ПК 39+15.00 м.

$$h_{\text{ПК}39+15.00}^{\text{КК}} = \frac{l^2}{2 \cdot R} = \frac{100^2}{2 \cdot 10000} = 0,5 \text{ м.}$$

$$H_{\text{ПК}39+15.00}^{\text{ПК}} = H_{\text{верш.}} - h^{\text{КК}} = 130,5 + 0,5 = 131 \text{ м.}$$

Визначаємо відмітку пікету 53+00:

$$H_{\text{ПК}39} = 130,6 \text{ м.}$$

Після вертикальної кривої №1 йде прямолінійна ділянка поздовжнього профілю довжиною 1500 з ухилом 16 ‰ (рис. 2.6).



Рис. 2.6. Схема до розрахунку прямолінійної ділянки поздовжнього профілю

Перевищення між двома точками прямолінійної ділянки поздовжнього профілю визначаються за формулою 2.1.

$$h = 0,016 \cdot 100 = 1,6 \text{ м.}$$

Відмітки по пікетам становлять:

$$\begin{aligned} N_{\text{ПК } 39+15.00} &= 131 \text{ м}; N_{\text{ПК } 40+0.00} = 131 + 85 \cdot 0,016 = 132,36 \text{ м}; N_{\text{ПК } 41+0.00} = 132,36 + 1,6 = 133,96 \text{ м}; \\ N_{\text{ПК } 42+0.00} &= 133,96 + 1,6 = 135,56 \text{ м}; \\ N_{\text{ПК } 43+0.00} &= 135,56 + 1,6 = 137,16 \text{ м}; N_{\text{ПК } 44+0.00} = 137,16 + 1,6 = 138,76 \text{ м}; \\ N_{\text{ПК } 45+0.00} &= 138,76 + 1,6 = 140,36 \text{ м}; N_{\text{ПК } 46+0.00} = 140,36 + 1,6 = 141,96 \text{ м}; \\ N_{\text{ПК } 47+0.00} &= 141,96 + 1,6 = 143,56 \text{ м}; N_{\text{ПК } 48+0.00} = 143,56 + 1,6 = 145,16 \text{ м}; \\ N_{\text{ПК } 49+0.00} &= 145,16 + 1,6 = 146,76 \text{ м}; N_{\text{ПК } 50+0.00} = 146,76 + 1,6 = 148,36 \text{ м}; \\ N_{\text{ПК } 51+0.00} &= 148,36 + 1,6 = 149,96 \text{ м}; N_{\text{ПК } 52+0.00} = 149,96 + 1,6 = 151,56 \text{ м}; \\ N_{\text{ПК } 53+0.00} &= 151,56 + 1,6 = 153,16 \text{ м}; N_{\text{ПК } 54+0.00} = 153,16 + 1,6 = 154,76 \text{ м} \end{aligned}$$

Далі йде прямолінійна ділянка поздовжнього профілю довжиною 900 м та ухилом 2,4‰ (рис. 2.7).



Рис. 2.7. Схема до розрахунку прямолінійної ділянки поздовжнього профілю

$$\begin{aligned} N_{\text{ПК } 55+0.00} &= \mathbf{155,1}; N_{\text{ПК } 56+0.00} = 155,1 + 0,24 = 155,34; N_{\text{ПК } 57+0.00} = 155,34 + 0,24 = 155,58; N_{\text{ПК } 58+0.00} = 155,58 + 0,24 = 155,82; \\ N_{\text{ПК } 59+0.00} &= 155,82 + 0,24 = 156,06; N_{\text{ПК } 60+0.00} = 156,06 + 0,24 = 156,30; \\ N_{\text{ПК } 61+0.00} &= 156,30 + 0,24 = 156,54; N_{\text{ПК } 62+0.00} = 156,54 + 0,24 = 156,78; \\ N_{\text{ПК } 63+0.00} &= 156,78 + 0,24 = 157,02 \end{aligned}$$

Далі йде прямолінійна ділянка поздовжнього профілю довжиною 600 м та ухилом 0‰ (рис. 2.8).



Рис. 2.8. Схема до розрахунку прямолінійної ділянки поздовжнього профілю

$$N_{\text{ПК } 63+0.00} - N_{\text{ПК } 68+0.00} = 157$$

Далі визначаються робочі відмітки поздовжнього профілю на кожному пікеті за формулою:

$$h_{\text{робоча}} = N_{\text{проектна}} - N_{\text{фактична}}, \quad (2.8)$$

де $h_{\text{робоча}}$ – робоча відмітка, м; $H_{\text{проектна}}$ – проєктна відмітка, м; $H_{\text{фактична}}$ – фактична відмітка, м.

Визначаємо робочі відмітки на кожному пікеті поздовжнього профілю:

$$\text{ПК } 20+0.00: h_{\text{робоча}} = 144 - 144 = 0 \text{ м.}$$

$$\text{ПК } 21+0.00: h_{\text{робоча}} = 144,16 - 144,2 = -0,04 \text{ м.}$$

$$\text{ПК } 22+0.00: h_{\text{робоча}} = 144,32 - 144,3 = 0,02 \text{ м.}$$

$$\text{ПК } 23+0.00: h_{\text{робоча}} = 144,48 - 144,6 = -0,12 \text{ м.}$$

$$\text{ПК } 24+0.00: h_{\text{робоча}} = 144,64 - 144,7 = -0,06 \text{ м.}$$

$$\text{ПК } 25+0.00: h_{\text{робоча}} = 144,80 - 144,8 = 0 \text{ м.}$$

$$\text{ПК } 26+0.00: h_{\text{робоча}} = 144,96 - 145 = -0,04 \text{ м.}$$

$$\text{ПК } 27+0.00: h_{\text{робоча}} = 144,7 - 144,7 = 0 \text{ м.}$$

$$\text{ПК } 28+0.00: h_{\text{робоча}} = 143,84 - 144,4 = -0,56 \text{ м.}$$

$$\text{ПК } 29+0.00: h_{\text{робоча}} = 143,98 - 143,9 = 0,08 \text{ м.}$$

$$\text{ПК } 30+0.00: h_{\text{робоча}} = 143,12 - 143,6 = -0,48 \text{ м.}$$

$$\text{ПК } 31+0.00: h_{\text{робоча}} = 142,26 - 142 = -0,26 \text{ м.}$$

$$\text{ПК } 32+0.00: h_{\text{робоча}} = 141,4 - 141,9 = -0,5 \text{ м.}$$

$$\text{ПК } 33+0.00: h_{\text{робоча}} = 140,54 - 140,8 = -0,26 \text{ м.}$$

$$\text{ПК } 34+0.00: h_{\text{робоча}} = 139,68 - 139,6 = -0,08 \text{ м.}$$

$$\text{ПК } 35+0.00: h_{\text{робоча}} = 138,82 - 137,8 = 1,02 \text{ м.}$$

$$\text{ПК } 36+0.00: h_{\text{робоча}} = 137,96 - 134,5 = 3,46 \text{ м.}$$

$$\text{ПК } 37+0.00: h_{\text{робоча}} = 135,40 - 130,1 = 5,3 \text{ м.}$$

$$\text{ПК } 38+0.00: h_{\text{робоча}} = 135,48 - 130 = 5,48 \text{ м.}$$

$$\text{ПК } 39+0.00: h_{\text{робоча}} = 130,6 - 130,5 = 0,1 \text{ м.}$$

$$\text{ПК } 40+0.00: h_{\text{робоча}} = 132,36 - 133,9 = -1,54 \text{ м.}$$

$$\text{ПК } 41+0.00: h_{\text{робоча}} = 133,96 - 136,4 = -2,44 \text{ м.}$$

$$\text{ПК } 42+0.00: h_{\text{робоча}} = 135,56 - 137,4 = -1,84 \text{ м.}$$

$$\text{ПК } 43+0.00: h_{\text{робоча}} = 137,16 - 138,6 = -1,44 \text{ м.}$$

- ПК 44+0.00: $h_{\text{робоча}} = 138,76 - 140 = -1,24\text{м.}$
- ПК 45+0.00: $h_{\text{робоча}} = 140,36 - 141 = -0,64\text{м.}$
- ПК 46+0.00: $h_{\text{робоча}} = 141,96 - 142,5 = -0,54\text{м.}$
- ПК 47+0.00: $h_{\text{робоча}} = 143,56 - 143 = 0,56\text{м.}$
- ПК 48+0.00: $h_{\text{робоча}} = 145,16 - 144 = 1,16\text{м.}$
- ПК 49+0.00: $h_{\text{робоча}} = 146,76 - 146 = 0,76\text{м.}$
- ПК 50+0.00: $h_{\text{робоча}} = 148,36 - 148 = 0,36\text{м.}$
- ПК 51+0.00: $h_{\text{робоча}} = 149,96 - 150 = -0,04\text{м.}$
- ПК 52+0.00: $h_{\text{робоча}} = 151,56 - 152 = -0,44\text{м.}$
- ПК 53+0.00: $h_{\text{робоча}} = 153,16 - 153,1 = 0,06\text{м.}$
- ПК 54+0.00: $h_{\text{робоча}} = 154,76 - 154,6 = 0,16\text{м.}$
- ПК 55+0.00: $h_{\text{робоча}} = 155,1 - 155,1 = 0\text{м.}$
- ПК 56+0.00: $h_{\text{робоча}} = 155,34 - 155,2 = 0,14\text{м.}$
- ПК 57+0.00: $h_{\text{робоча}} = 155,58 - 155,4 = 0,18\text{м.}$
- ПК 58+0.00: $h_{\text{робоча}} = 155,82 - 155,7 = 0,12\text{м.}$
- ПК 59+0.00: $h_{\text{робоча}} = 156,06 - 155,1 = 0,96\text{м.}$
- ПК 60+0.00: $h_{\text{робоча}} = 156,30 - 155,9 = 0,4\text{м.}$
- ПК 61+0.00: $h_{\text{робоча}} = 156,54 - 156 = 0,54\text{м.}$
- ПК 62+0.00: $h_{\text{робоча}} = 157,02 - 156,5 = 0,52\text{м.}$
- ПК 63+0.00: $h_{\text{робоча}} = 157 - 156,9 = 0,1\text{ м.}$
- ПК 64+0.00: $h_{\text{робоча}} = 157 - 157 = 0\text{ м.}$
- ПК 65+0.00: $h_{\text{робоча}} = 157 - 157 = 0\text{ м.}$
- ПК 66+0.00: $h_{\text{робоча}} = 157 - 157 = 0\text{ м.}$
- ПК 67+0.00: $h_{\text{робоча}} = 157 - 157 = 0\text{ м.}$
- ПК 68+0.00: $h_{\text{робоча}} = 157 - 157 = 0\text{ м.}$

2.7. Проектування поперечних профілів ділянки автомобільної дороги

Поперечний профіль – це вертикальний розріз дороги, який перпендикулярний до її поздовжньої осі.

На поперечному профілі показують:

- проїзну частину;
- узбіччя;
- кювети;
- банкети;
- смугу відведення.

Дороги є основними структурними складовими доріг, що забезпечують рух транспортних засобів з певним навантаженням. Зазвичай він покритий дорожнім покриттям. При проектуванні поперечного профілю об'їзної дороги м. Полтави ширина проїжджої частини становить 7,5 м.

Вимоги ДБН В.2.3 – 4:2015 «Автомобільні дороги. Частина I. Проектування. Частина II Будівництво» [5] до проектування профілю наведені в таблиці 2.8.

Таблиця 2.8

Параметри поперечного профілю автомобільних доріг

Ч. ч.	Показник	Одиниці вимірювання	Категорії доріг					
			I-а	I-б	II	III	IV	V
1	Кількість смуг руху	шт.	4; 6; 8	4; 6	2	2	2	1
2	Ширина смуги руху	м	3,75	3,75	3,75	3,5	3,0	-
3	Ширина проїзної частини	»	2 · 7,5; 2 · 11,25; 2 · 15,0	2 · 7,5; 2 · 11,25	7,5	7,0	6,0	4,50
4	Ширина узбіччя, в тому числі:		3,75	3,75	3,75	2,5	2,0	1,75
	- ширина зупинкової смуги разом з укріпленою смугою узбіччя;	»	2,5	2,5	2,5	-	-	-

Продовження таблиці 2.8

	- ширина укріпленої смуги узбіччя		0,75	0,75	0,75	0,5	0,5	*)
5	Найменша ширина розділювальної смуги	»	6,0	3,0	-	-	-	-
6	Ширина укріпленої смуги на розділювальній смузі	»	1,0	1,0	-	-	-	-
7	Найменша ширина земляного полотна	»	28,5; 36,0; 43,5	28,5 36,0	15,0	12,0	10,0	8,0

Примітка 1. При відповідному техніко-економічному обґрунтуванні параметри автомобільних доріг можна збільшувати.

Примітка 2. При реконструкції автомобільних доріг I-б категорії (збільшення кількості смуг руху) з шириною розділювальної смуги 5,0 м ширину розділювальної смуги допускається залишати 5,0 м.

Примітка 3*). На дорогах V категорії з автобусним рухом ширину укріплених узбічч необхідно приймати по 0,75 м.

В залежності від положення основної площадки відносно поверхні землі розрізняють наступні поперечні профілі земляного полотна:

- насип (де основна площа розташована вище, ніж земна поверхня);
- виїмка (де основна площа земляного полотна розташована нижче поверхні землі);
- напівнасип і напіввиїмка;
- місце нуля – де основна площа розташована на рівні земної поверхні.

Поперечні профілі ділянки об'їзної автомобільної дороги м. Полтава зображені на рис. 2.9 – 2.10.

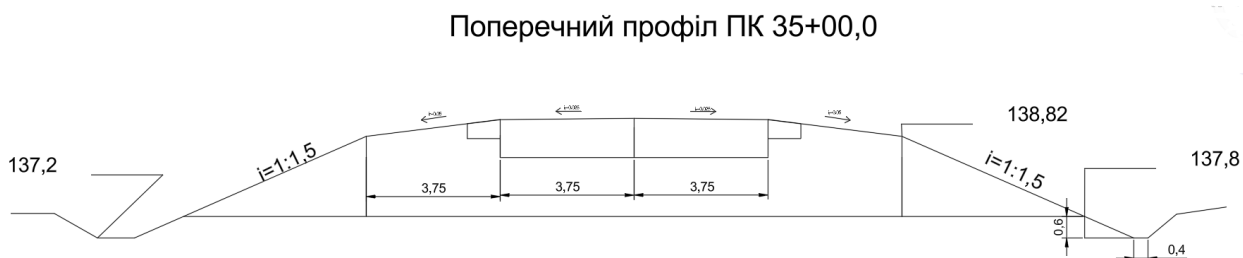


Рис. 2.9. Поперечний профіль на ділянці об'їзної автомобільної дороги м.Полтава (ПК 35+0.00)

Поперечний профіль ПК 40+00,0

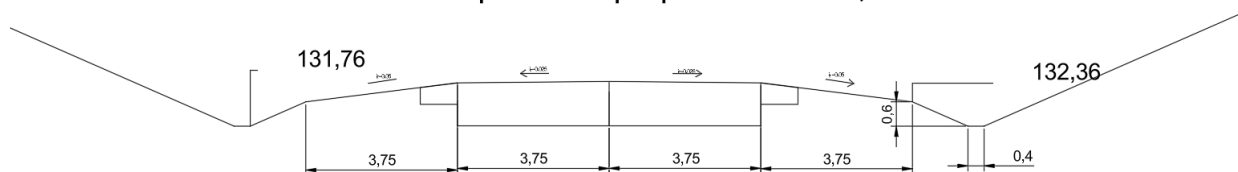


Рис. 2.10. Поперечний профіль на ділянці об'їзної автомобільної дороги м.Полтава (ПК 40+0.00)

Перехід від подвійного пандуса до одинарного здійснюється обертанням зовнішньої смуги навколо осі до досягнення нею ухилу, рівного горизонтальному ухилу внутрішньої смуги. Збільшення бічного ухилу досягається шляхом повороту проїжджої частини та зовнішнього узбіччя навколо внутрішнього краю проїжджої частини. При цьому внутрішнє узбіччя буде трохи опущена.

РОЗДІЛ 3

ВОДОВІДВЕДЕННЯ

3.1 Загальні положення

Прокладка трас магістралей супроводжується приємною присутністю великих і малих водотоків, материків з періодично діючими водотоками, водосховищами і т. д. Систему споруд для подолання водних перешкод називають переправами через водотоки. Основними елементами цієї системи є: штучні споруди, підходи до них, регулюючі та захисні споруди.

Для відведення води через дорогу використовують штучні споруди. Під'їздом до штучної споруди зазвичай повинні бути земляні насипи, схили яких періодично заливаються водою. Адже штучні споруди та підходи до них забезпечують безперервний рух транспортних потоків автошляхом на ділянках перехресть через водотоки. Для захисту водопропускних труб і підходів до них від можливого пошкодження водним потоком використовуються регулювальні та захисні споруди. Функція регулюючих і огорожувальних споруд є допоміжною, але вони забезпечують безпечну і надійну роботу основних споруд переїздів. Малі водовідвідні споруди встановлюються в місцях перетину автомобільних доріг з струмками, ярами або балками, по яких стікає вода після дощів і танення снігу. До цих(малих) водовідвідних споруд відносяться малі мости і труби. Менш поширені інші типи споруд, пропускають воду переливом через земляне полотно, - лотки. Лотки, укріплені мощенням, допускається використовувати на дорогах нижчих категорій (IV і V) в тому випадку, коли водостоки діють періодично, з глибиною переливу не більше 0,15 ... 0,20 м.

До недавнього часу використовувалася фільтрувальна водопропускна конструкція у вигляді кам'яного ковпака, через який просочувалася вода. Ці споруди не мають експлуатаційного обґрунтування і можуть використовуватися лише як тимчасові споруди на другорядних дорогах. Значна частина (понад 95%) водопропускних труб, побудованих на магістралях, складається з труб. Вони не змінюють дорожню обстановку автомобілів, тому що їх можна розмістити на будь-якій спланованій і

контурній ділянці дороги. Труби не зменшать ширину проїздів і бордюрів, а також не вимагатимуть зміни типу покриття. Крім того, труби повністю виготовлені зі збірних залізобетонних, невеликих бетонних або залізобетонних елементів, що дозволяє використовувати крани з меншою вантажопідйомністю.

Труби можуть бути залізобетонними, кам'яними і бетонними. У сучасному дорожньому будівництві найбільш поширені стандартні типи залізобетонних уніфікованих труб (круглих і прямокутних) зі збірних елементів. Труби розташовані таким чином, щоб над верхньою частиною труб був шар засипки товщиною не менше 0,5 м, який розсіює тиск автомобілів, що рухаються по дорозі, і послаблює їх динамічний вплив. Труби можуть бути без тиску або під тиском, залежно від умов потоку води. Безнапірна труба має достатньо великий отвір, щоб під час повені пропускати всю воду. Напірна труба не встигає пропускати всю воду. У таких трубах надлишок води може утворюватися вище за течією від насипу. У цих трубах вода під тиском тече з великою швидкістю, тому вони повинні бути надійно захищені від розмивання. Якщо труба, що працює під тиском води, не має байпасного входу, то така труба називається напівнапірною.

Поздовжній ухил укладання трубопроводу 0,2%.

При безнапірному режимі течії води висота найвищої точки внутрішньої поверхні труби над поверхнею води повинна забезпечувати проходження випадкових предметів, що плавають разом з водою. Для труб висотою не більше 3 м висота повинна бути не менше 1/4 висоти труби; для труб висотою більше 3 м висота не повинна бути менше 0,75 м; перевищує 3 м, висота повинна бути не менше 1/6 висоти труби. Висота зазору більше 3 м і не менше 0,5 м, без збільшення висоти насипу, труби можна прокладати поруч або в кількох точках. можна використовувати. Економічні розрахунки показують, що вигідно мати не більше 4 труб. Тоді потрібно використовувати невеликі містки. Труби не можна використовувати в постійних водних шляхах, де може утворитися лід. Не допускається також використовувати труби на тих водостоках, що можуть нести разом з водою Карчі.

Труби на магістралях встановлювати з отворами не менше 0,75 м (траншеї на з'їздах з доріг - не менше 0,5 м). Для забезпечення надійної роботи при довжині трубопроводу менше 20 м допускається буріння отворів не менше 1 м, а більшої довжини - не менше 1,25 м. Труби на магістралях нижче II категорії 1 м - довжина труби до 30 м, 0,75 м - довжина труби до 15 м.

3.2. Основи розрахунку труб

Труби розраховують за 2-ма групами граничних станів на дію постійних і не постійних навантажень.

Нормативне вертикальне навантаження від власної ваги визначають за проектними об'ємами.

Нормативний тиск ґрунту від ваги насипу визначають за формулами:

вертикальний

$$P_v = C_v y_n h ; \quad (3.1)$$

горизонтальний

$$P_n = y_n h_x \tau_n , \quad (3.2)$$

Де h – товщина засипки, м; h_x – висота засипки, відміряна від середини труби, м; y_n – нормативна об'ємна вага ґрунту засипки (при відсутності лабораторних даних приймають рівною 18кН/м^3); C_v – коефіцієнт вертикального тиску; τ_n – коефіцієнт нормативного бокового тиску ґрунту засипки, який визначають за формулою:

$$\tau_n = tg^2(45^\circ - \frac{\varphi_n}{2}). \quad (3.3)$$

φ_n – нормативний кут внутрішнього тертя, який при відсутності лабораторних даних приймають рівним 30° .

Коефіцієнт вертикального тиску ґрунту для залізобетонних і бетонних секцій труб C_v визначають за формулою:

$$C_v = 1 + B(2 - B \frac{d}{h}) \tau_n tg \varphi_n ; \quad (3.4)$$

$$B = \frac{3}{\tau_n tg \varphi_n} \cdot \frac{sa}{h} , \quad (3.5)$$

де

d – діаметр труби по зовнішньому контуру, м; a – відстань від основи насипу до верху труби, м; s – коефіцієнт, який приймають рівним при фундаментах на скельній основі і на палях-стояках 1,2; при фундаментах на висячих палях – 1,1; при масивних фундаментах неглибокого закладання і на ґрунтових (нескельних) основах – 1,0.

Якщо $B > \frac{h}{a}$, то треба приймати $B = \frac{h}{a}$.

Розрахункові постійні навантаження на труби визначають помноживши нормативні на коефіцієнт надійності по навантаженню, який для власної ваги конструкцій приймають рівним 1,1, а для тиску ґрунту від ваги насипу 1,3.

Нормативний тиск ґрунту від рухомого складу на секцію труби, кПа, на відповідну проекцію зовнішнього контуру труби визначають, враховуючи розподіл тиску навантаження в ґрунті за формулами:

а) вертикальний тиск від транспортних засобів автомобільних і міських дорі

$$p_v = \frac{\Psi}{a_0 + h}; \quad (3.6)$$

б) горизонтальний тиск

$$p_h = p_v \tau_n, \quad (3.7)$$

де h – відстань від верху дорожнього покриття до верху труби при визначенні вертикального тиску або до розглядуваного горизонту при визначенні горизонтального (бокового) тиску, м; τ_n – коефіцієнт, який визначають за формулою (3.3); Ψ – лінійне навантаження, кН/м;

a_0 – довжина ділянки розподілення, м; для навантаження НК-80 при висоті засипки 1 м і більше $\Psi = 19$ кН/м; $a_0 = 3$ м.

Динамічний коефіцієнт для тимчасового навантаження від автомобілів приймають рівним $1 + \mu = 1$

Коефіцієнт надійності щодо тиску ґрунту на трубу від рухомого складу приймають рівним 1,2.

Розрахунок круглих залізобетонних труб виконують як для елементів кільцевого поперечного перерізу на дію згинального моменту (без врахування нормальних і поперечних сил), значення якого визначають за формулою

$$M = r_d^2 p (1 - \mu) \delta; \quad (3.8)$$

r_d – середній радіус ділянки труби; p – розрахунковий тиск на ділянку труби, який для автодорожніх труб:

$$p = 1.3 p_{vp} + 1.2 p_{vk}; \quad (3.9)$$

$$\mu = t g^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi_n}{2} \right), \quad (3.10)$$

δ – коефіцієнт, що залежить від умов обпирання ділянки труби (табл.3.1).

У формулах (3.9) і (3.10): p_{vp} – нормативний вертикальний тиск ґрунту насипу (формула 3.1); p_{vk} – нормативний вертикальний тиск від тимчасового навантаження (формула 3.6); φ_n – нормативний кут внутрішнього тертя ґрунту засипки.

Таблиця 3.1

Коефіцієнти для різних видів ділянок труб залежно від умов обпирання

Вид ділянки труби	Умови обпирання	Коефіцієнт δ
Кругла	На ґрунтову ущільнену подушку	0.25
	На фундамент (бетонний, залізобетонний) через бетонну подушку	0.22
Кругла з плоскою п'ятою	На фундамент (бетонний, залізобетонний) або на ґрунтову ущільнену подушку	0.22

Найменшу товщину стінки труб приймають рівною 100 мм для труб діаметром 0,5 і 0,75 м допускається приймати товщину стінки 80мм.

Мінімальні діаметри ненапрямої арматури буеруть наступними: розрахункова поздовжня в прямокутних трубах - 12мм, конструктивна - 8мм; розрахункова і конструктивна в круглих трубах - 8мм.

Найменша товщина захисного шару арматури в стінці труби повинна бути не менше 20мм. при діаметрі труби більше 3 м захисний шар з внутрішньої сторони повинна бути не менше 30мм.

3.3 Проектування системи дорожнього водовідведення

Дорожна система дренажу складається з ряду споруд та окремих будівельних заходів, які призначені для запобігання негативному зволоженню ґрунту. Вони служать для перехоплення та перенаправлення води, що потрапляє до основи дорожнього покриття, або для запобігання пропуску води до верхньої частини основи. В результаті їх дії має бути забезпечений постійний сприятливий режим вологості ґрунтових основ дорожнього одягу.

З метою запобігання зайвому звільненню обґрунтування поверхневої води та ерозії, а також забезпечення ефективності підземних будівельних робіт, ми надаємо системи поверхневого дренажу (планування, встановлення території канав, швидкоплинів, випаровувальних басейнів, поглинальних свердловин тощо). Ми надаємо дорожній покриттю конвексну форму, встановлюємо бічні дренажні канали, які перехоплюють воду, що стікає по схилам рельєфу до дороги.

У випадку, коли вода з бічних каналів повинна бути виліщена в низині, це має робитися щонайменше кожні 500 метрів. Для відведення води з бічних каналів передбачені дренажні канали. Припускається, що поперечний переріз дренажних каналів повинен бути таким самим, як і поперечний переріз бічних каналів, для забезпечення кращого протоку води. Канави влаштовуються:

ПК 42+00, 43+00 – з улаштуванням канав з двох боків.

ПК 35+00 –37+00, 40+00 – з улаштуванням канав зліва.

Перетин канави приймається трапецеїдальним, глибина 0,6 м, ширина по дну 0,4 м, крутість укосів 1:1,5. Схема перерізу канави наведена на малюнку 3.1

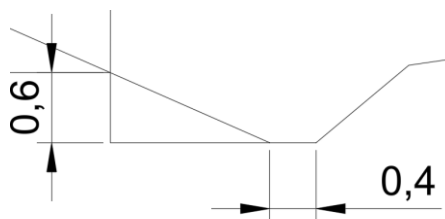


Рис. 3.1 – Схема трапецієвидної бічної канави

3.4 Розрахунок водопропускної труби

Встановлення вихідних даних

Ймовірність перевищення паводку для труби на дорозі ВП = 2%;

Інтенсивність дощу годинної тривалості $a_{ч} = 0,74$ мм/хв;

Площа водозбірного басейну визначається як сума площ геометричних фігур, на які можна розбити площу басейна

$$F = f_1 + f_2 + \dots + f_n = 0,604 \text{ км}^2;$$

Довжина головного логу

$$L = l_1 + l_2 + \dots + l_n = 0,6 \text{ км}^2;$$

Середній похил головного логу:

$$i_{л} = \frac{H_3 - H_0}{L_{л}} = \frac{137,94 - 132,36}{600} = 0,0093;$$

Ухил логу у споруди визначаємо як ухил між точками, розташованими вище і нижче на 50 м осьової точки труби;

$$i_{л} = \frac{H_B - H_H}{100} = \frac{134,5 - 130,1}{100} = 0,044;$$

Коефіцієнт переходу від інтенсивності ливня годинної тривалості до інтенсивності дощу розрахункової тривалості $K_t = 2,53$;

Коефіцієнт втрат стоку $\alpha = 0,6$;

Коефіцієнт редукції $\varphi = 0,58$;

Максимальна ливнева витрата;

$$Q_{л} = 16,7 * a_{ч} * K_t * F * \alpha * \varphi = 16,7 * 0,74 * 2,53 * 0,604 * 0,6 * 0,58 = 6,57 \text{ м}^3;$$

Загальний обсяг стоку ливневих вод;

$$W=60000*\frac{H_q*F*\alpha*\varphi}{\sqrt{K_t}}=60000*\frac{0.74*0.604*0.6*0.58}{\sqrt{2.53}}=5867.3 \text{ м}^3;$$

Показник ступеню n: $K_0=0,010$; $n=0,17$;

Середній багаторічний шар стоку

$$h=90*1.1=99 \text{ мм};$$

Коефіцієнт варіації

$$C_v=0.9*1.25=1.125;$$

Коефіцієнт асиметрії

$$C_s=2*C_v=2*1.125=2.25;$$

Модульний коефіцієнт $K_p = 4,0$;

Розрахунковий шар сумарного стоку

$$H_p = 99*4=396 \text{ мм};$$

Коефіцієнти заболоченості: $\delta_1 = 1$, $\delta_2 = 1$;

Максимальна снігова витрата

$$Q_{CH}=\frac{K_0*h_p*F}{(F+1)^n}*\delta_1*\delta_2=\frac{0.02*396*0.6}{(0.6+1)^{0.25}}*1*1=4.22 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Максимальна ливнева витрата більше максимальної снігової. Пропустити ливневу витрату $Q_{Л}=6.57 \text{ м}^3$ зможе кругла безнапірна труба $d = 2 \text{ м}$ з глибиною води перед трубою $H = 2,38 \text{ м}$, з швидкістю на виході з труби $v = 4.3 \text{ м/с}$

Визначення мінімальної висоти насипу у труби

Мінімальна товщина засипки труб встановлена $\Delta = 0,5 \text{ м}$;

$$H_{\min} = 2 + 0.16 + 0.5 = 2.66 \text{ м}.$$

Визначення довжини труби

Довжина труби залежить від висоти насипу, яку приймають рівною робочій відмітці поздовжнього профіля на трубі. $H_{\text{нас}}=5 \text{ м}$

1. Довжина труби без оголовоків

$$l=\left[\frac{0.5*B+m*(H_{\text{нас}}-h_{\text{тр}})}{1+m*i_{\text{тр}}} + \frac{0.5*B+m*(H_{\text{нас}}-h_{\text{тр}})}{1-m*i_{\text{тр}}} + n\right]*\frac{1}{\sin\alpha}=\left[\frac{0.5*12+1.5*(5-2)}{1+1.5*0.044} + \frac{0.5*12+1.5*(5-2)}{1-1.5*0.044} + 0.35\right]*\frac{1}{\sin 46}=29.8 \text{ м}.$$

2. Повна довжина труби з оголовками

$$L_{\text{тр}}=1+2*M=29.8+2*3.66=37.12 \text{ м.}$$

Укріплення буде прийнято з використанням бетонних плит

3.5 Технологія будівництва водопропускної труби

3.5.1. Підготовчі роботи

До складу підготовчих робіт входять:

- планування будівельного майданчика;
- відвід існуючого русла; розбивка осі труби, контурів котловану й русла;
- розбивка контуру фундаменту;
- доставка устаткування й елементів тимчасових інвентарних влаштувань;
- монтаж на об'єкті будівництва;
- завезення матеріалів і збірних елементів;
- розвантаження їх на будівельному майданчику.

Для встановлення проєктного положення труби теодоліт відновлює ось маршруту, а відстань від найближчого стовпчика до продольної осі труби вимірюється двічі за допомогою сталеві стрічки. У отриманій точці розміщується дерев'яний стовпчик на рівні землі, і в нього вбиваються цвяхи точно вздовж осі дороги, що фіксує центр осі труби. Після цього встановіть теодоліт і кут між осями труби і дороги передається на природу.

Продовжувальна вісь труби закріплена двома контрольними мітками (по дві опори з кожного боку), які встановлюються не ближче ніж на 3 м від краю котловану. Ці знаки пов'язані між собою рівнянням і передачею міток від раніше встановлених найближчих контрольних точок. У той же час надається маркування лотів вхідних та вихідних колекторів. Від продовжувальної осі труби розбиваються контури котловану і вбиваються кілочки вздовж контуру. Точність розбивки ± 5 см.

Транспортна колона доставляє трубне обладнання та матеріали, в тому числі збірні елементи. Збірні блоки труб привозять автомобілями та розвантажують за допомогою 12-тонного автокрана, а потім розміщують у визначених місцях на

будівельному майданчику. Трубні петлі можуть бути розташовані вертикально або горизонтально в місці доставки; при горизонтальному розміщенні забезпечте вільний доступ до всіх петель стрілок.

3.5.2 Влаштування фундаментів.

Закладка фундаментів повинна бути виконана в найкоротші терміни після офіційного визнання фундаменту комісією та підписання акту. Це дозволить приступити до закладки фундаменту. Ухил основи повинен збігатися з проєктним ухилом труби з урахуванням висоти будівлі. Влаштування блочних фундаментів пропонується починати з боку початкового оголовка. Фундаментні блоки тримає 12-тонна вантажівка з краном. При установці колектора з міцними бетонними фундаментами, які мають форму блоку, вхідний і вихідний колектори повинні бути розміщені на одному рівні з підшовою фундаменту. Скошені ділянки котловану, які влаштовуються з глибшою частиною котловану під фундаменти оголовоків, а також дно котловану під тілом труби, необхідно засипати піщано-гравійним ґрунтом. Ґрунт слід укладати горизонтальними шарами товщиною 15 см і повністю утрамбованими. Наступні ряди блоків укладають в фундаменти оголовоків і ланок труби в наступному порядку: спочатку ряд блоків в основу одного з оголовоків, потім ряд блоків у всіх секціях фундаменту під ланками і далі - в основу іншого оголовка труби.

Вертикальні щілини між блоками замазують цементним розчином (через плоску воронку) і ущільнюють розчин плоским металевим прутом. Додатково зовнішні межі вертикальних швів необхідно закрити тканиною або іншими матеріалами з мішків з цементом або розчином.

При кладці фундаментних блоків слід використовувати розчин найвищої якості марки не нижче 150. Вологість цементу обмежена не більше 0,60. Цементна суміш для горизонтальних зв'язків між блоками повинна мати конус осідання 6-8 см, а для вертикальних зв'язків 11-13 см. Великі значення депресії конуса допускаються в жарку погоду.

3.5.3 Монтаж ланок і оголовків.

Монтаж з'єднань і кінцевих елементів виконується автокраном вантажопідйомністю 12 тонн відразу після закладки фундаменту. Спочатку слід розташувати типові блоки вихідної головки труби. Після цього приступають до складання деталей труби. З'єднання труб виконуються від вихідного (насадного) кінця оголовка до вхідного. Якщо приєднано обидві головки, напрямок, у якому прокладені ланки, може бути будь-яким.

При установці циліндричних ланок на збірних формовочних блоках ланки встановлюються на дерев'яні клини, які розташовані перпендикулярно до напрямку цементного розчину.

Розчин спочатку укладається з одного боку ланки, це гарантує, що він проникне в нижню формувальну ланку під час ущільнення та вийде з іншого боку. І, навпаки, необхідно додати недостатню кількість розчину в щілину, забезпечуючи при цьому щільне покриття і рівність шва.

Шви між ланками після закінчення монтажу повинні бути зовні і зсередини щільно заімпровізовані джгутами з клоччя, просоченої бітумом. Джгути поставлені з внутрішньої сторони, повинні бути втоплені всередину швів на 2-3 см від поверхні ланок.

Після завершення монтажу труби глибокі ями заповнюються ґрунтом з прилеглої ділянки товщиною 15 см і ущільнюється вручну або електричним способом. Додатково формується гравійно-піщана підготовка (товщиною 30 см), а також ущільнення під піддонами.

Після заповнення майданчиків в оголовки встановлюються лотки з міцного бетону марки 150 в межах оголовків.

3.5.4 влаштування гідроізоляції.

Проекти гідроізоляції повинні проводитися в суху погоду, це дозволить отримати чудові результати гідроізоляції.

Застосовуються два види гідроізоляції: обклеювання і обмазка. Для ланок із пластику або іншого водостійкого матеріалу допускається використання гідроізоляційного покриття за умови, що:

1) використання щільного бетону, що має водопроникність не нижче W-6 згідно з ДСТ 24547-81;

2) ефективні результати випробувань труби на водонепроникність на підприємстві-виробнику;

3) наявність технічного паспорта на підготовлені ланки, яка виводиться за результатами випробувань бетону та ланок на водопроникність.

Обмазувальна гідроізоляція складається з двох шарів гарячої або холодної бітумної мастики по бітумної ґрунтовці.

Шви в стиках ланок конопатят з обох сторін клоччям, просоченої бітумом. Ззовні на трубу наноситься шар гарячого бітумного мастика над клапанами, а поверх нього приклеюється шириною 25 см гідроізоляційний шар, покритий гарячою бітумною мастикою. З внутрішньої сторони шов засипається цементним розчином на глибину 3 см.

3.5.5. Засипання труби.

При будівництві труб для підготовки до подальшої засипки земляного шару на цій конкретній ділянці траси необхідно переконатися, що повна засипка трубних з'єднань проводиться тільки після того, як вся конструкція буде визнана готовою, т.к. зазначено в акті приймання-передачі труб. Якщо труби споруджуються одночасно із засипкою ґрунту або після того, як засипка вже завершена на цій конкретній ділянці траси, важливо визначити відповідний розмір проміжків, залишених у насипі, беручи до уваги такі фактори, як спосіб засипки ґрунту, процес планування та використовуваний герметик. Крім того, між торцевим укосом насипу та трубою має бути мінімальна відстань 4 метри з кожного боку, а загальна довжина розриву повинна бути не менше 10 метрів.

Зведення насипу над трубами включає три основних стадії, від яких залежать умови роботи споруди разом з ґрунтом:

а) Перший етап передбачає процес заповнення проміжків між стінками котловану та фундаментом ґрунтом, гарантуючи, що він досягає верхнього рівня фундаменту.

б) Другий етап передбачає засипання труби, піднімаючи її на висоту, що становить 2 метри над ланкою (або до позначки земляного полотна у випадку низьких насипів, де висота засипки менше 2 метрів).

в) Третій етап складається з будівництва насипу над трубою, досягаючи проєктної позначки.

Ущільнення ґрунту здійснюється за допомогою віброплити.

Заборонено ущільнювати ґрунт важкими ударними машинами: над трубою - при висоті наповнення менше 2 м і по боках на відстані від бічних стінок труби менше на 3 м (у межах вищезазначеної товщини наповнення). Особлива увага повинна бути приділена якості ущільнення ґрунту на важкодоступних місцях - у нижніх чвертях з'єднана труба. Не можна допускати перевищення ущільнення ґрунту разом із з'єднаннями труб, особливо в середній частині конструкції (щоб уникнути перевантаження конструкції), а також перевищення на доповнення з'єднано з одного боку окремо більше на 20 см.

Мінімальна висота наповнення над трубою, яка дозволяє проходження великих навантажень (самоскиди, скрепери, катки), повинна мати не менше значень, зазначених у робочих кресленнях труб.

Якщо проєктна висота засипки над трубопроводом перевищує 1,0 м, кожен шар ґрунту з обох сторін трубопроводу в межах висоти приєднання плюс 1 м повинен заповнювати всю ширину насипу. При цьому самоскиди, бульдозери та інша важка техніка повинні рухатися уздовж бортів споруди, а не над трубами, як правило, поки висота ущільненої засипки над шатунами не досягне 1 м.

3.5.6 Укріплювальні та оздоблювальні роботи

Укріплення шилів на головах насипу та каналу на підходах і виходах з труби здійснюється шляхом викладання кам'яної кладки з висотою шару 0,16 м на підкладці з висотою щибеня 0,10 м.

Роботи з укріплення, як правило, слід виконувати за позитивних температур повітря.

Розміри вказуються в кожному конкретному випадку в робочих кріслах. Кам'яна кладка одержується з міцних низькопогодних пор з об'ємною вагою не менше 2 т/м³.

Покладання покриття повинно проводитися на запланованих та закритих ущільнених схилах горизонтальними рядами внизу вгору. Камені кладуться, вибираючи їх за розміром з уважним розколом та ущільненням.

Необхідно з'єднати схил, що веде до виходу, та вихід каналу з вихідними і вхідними кінцями труб, а при необхідності також здійснити планування та очищення. Будівельне сміття і забраковані елементи повинні бути віддалені від споруди.

Шви між встановленими блоками на видимій поверхні необхідно зашпаклювати цементним розчином. При необхідності перед розшивкою в стик втирають напівсухий цементний розчин, а перед розшивкою стик необхідно ретельно промити водою. Отвори повинні бути рівними, без тріщин і з хорошим зчепленням між розчином і блоком. Шви між ланками повинні бути законопачені клоччям та оглянуті представником замовника, а також розшиті зсередини цементним розчином. Забороняється штукатурити зовнішні поверхні елементів труб і з'єднань

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі було розглянуто проєктування автомобільної дороги загального користування, яка з'єднує село Розсошенці з селом Щербані в місті Полтава. Довжина дороги становить 4,8 км. В ході виконання проєкту були враховані геодезичні, геологічні та кліматичні особливості регіону, що забезпечило надійність та довговічність дороги, яка становить 15 років

Основними результатами роботи стали:

Проведення повного комплексу досліджень та аналізів для вибору оптимального маршруту дороги.

Розробка детального плану і профілю дороги з урахуванням норм і стандартів, що діють в Україні.

Завдяки ретельному підходу до проєктування, реалізація даного проєкту сприятиме покращенню транспортної інфраструктури Полтави, підвищенню мобільності населення та економічному розвитку регіону. Крім того, нова дорога забезпечить безпечне та зручне сполучення між селами Розсошенці та Щербані, що позитивно вплине на якість життя місцевих мешканців.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Васильченко, В. Г., та ін. "Проектування автомобільних доріг: підручник для студентів вищих навчальних закладів." - Київ: Ліра-К, 2017.
2. Стражник, В. В. "Проектування автомобільних доріг: підручник." - Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2019.
3. Герасимчук, В. І., та ін. "Основи проектування автомобільних доріг." - Харків: ХНАДУ, 2015.
4. Беліченко, В. І. "Теорія та практика проектування автомобільних доріг." - Київ: КНУБА, 2020.
5. ДБН В.2.3-4:2015 "Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво." - Київ: Мінрегіон України, 2021.
6. ДСТУ Б EN 1317-2:2018 "Дорожнє обладнання. Системи утримання транспортних засобів. Частина 2. Вимоги до систем утримання транспортних засобів і методи випробувань." - Київ: ДП "УкрНДНЦ", 2018.
7. ДСТУ Б В.2.3-5:2018 "Проектування автомобільних доріг загального користування. Основні вимоги." - Київ: ДП "УкрНДНЦ", 2018.
8. ДБН В.2.3-5:2018 "Вулиці та дороги населених пунктів." - Київ: Мінрегіон України, 2018.
9. ДСТУ-Н Б В.2.3-27:2020 "Настанова з проектування автомобільних доріг загального користування." - Київ: Мінрегіон України, 2020.
10. Ґрунти України [<https://geomap.land.kiev.ua/soil-2.html>]
11. Географічні відомості про м. Полтава [<https://rada-poltava.gov.ua/city/>]