

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Київський національний університет будівництва і архітектури

МІСЬКІ ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНІ ВУЗЛИ І СПОРУДИ

Методичні вказівки
до виконання практичних завдань і курсового проєкту
для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»,
які навчаються за освітньою програмою
«Міське будівництво та господарство»

Київ 2023

УДК 711.1

М65

Укладачі: М.М. Осетрін, канд. техн. наук, професор;
Д.О. Беспалов, асистент;
В.П. Тарасюк, канд. техн. наук, асистент;
П.П. Чередніченко, доцент

Рецензент Г.Ю. Васильєва, канд. техн. наук, доцент

Відповідальний за випуск О.В. Приймаченко, канд. техн. наук,
доцент

*Затверджено на засіданні кафедри міського будівництва,
протокол № 1 від 31 серпня 2022 року.*

В авторській редакції.

Міські дорожньо-транспортні вузли і споруди: методичні
М65 вказівки до виконання практичних завдань і курсового проєкту /
уклад.: М.М. Осетрін та ін. – Київ: КНУБА, 2023 – 60 с.

Містять приклади розв'язання задач, пов'язаних з техніко-
економічним обґрунтуванням влаштування дорожньо-транспортних
споруд на перетинах міських магістралей в різних рівнях
і проєктуванням їх окремих елементів.

Призначено для студентів спеціальності 192 «Будівництво
та цивільна інженерія», які навчаються за освітньою програмою
«Міське будівництво та господарство».

ЗМІСТ

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ.....	4
1. Вимоги до курсового проєкту.....	5
2. Загальні рекомендації до виконання курсового проєкту.....	7
3. Підходи до техніко-економічного обґрунтування доцільності влаштування перетину магістралей в різних рівнях.....	10
4. Вибір типу перетину магістралей в різних рівнях.....	11
5. Вибір розрахункових швидкостей на перетинах магістралей в різних рівнях.....	13
6. Проєктування поперечних профілів магістралей.....	15
6.1. Розрахунок ширини проїжджої частини магістралі.....	15
6.2. Розрахунок ширини пішохідної частини тротуарів.....	18
6.3. Проєктування поперечних профілів магістралей в межах їх перетину в різних рівнях.....	19
7. Проєктування поздовжніх профілів магістралей.....	21
8. Вертикальне планування території магістралей.....	25
9. Вертикальне проєктування з'їздів на перетині магістралей в різних рівнях.....	25
10. Проєктування поверхневого стоку в межах перетину магістралей.....	34
11. Проєктування штучної споруди перетину.....	36
12. Розміщення підземних інженерних комунікацій та елементів наземного обладнання та благоустрою.....	37
13. Організація пішохідного руху в межах перетину.....	39
14. Визначення обсягів будівельних робіт.....	41
15. Визначення транспортно-експлуатаційних і техніко-економічних показників проєкту.....	44
15.1. Кошторисно-фінансовий розрахунок.....	44
15.2. Річні дорожні витрати.....	46
15.3. Річні транспортні втрати.....	47
15.4. Термін окупності капіталовкладень.....	51
15.5. Щорічні економічні зведені витрати.....	51
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	54
ДОДАТКИ.....	53
Додаток А.....	56
Додаток Б.....	59

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Мета навчальної дисципліни полягає в тому, що студент повинен засвоїти такі уміння для вирішення типових завдань діяльності у проєктній, організаційній та контрольній виробничих функціях, які сформульовані стандартом освіти «Міське будівництво і господарство»: забезпечити фундаментальну, організаційно-управлінську, проєктну і дослідницьку підготовку майбутніх фахівців на базі: викладення наукових основ ухвалення рішень, опрацювання вмінь системного аналізу, прогнозування й оптимізації процесів у проєктуванні і функціонуванні складних дорожньо-транспортних систем в умовах багатокритеріальних обмежень; керуючись нормативними документами, використовуючи матеріали натурних обстежень, в умовах експлуатаційної організації коригувати розміщення елементів благоустрою в межах забудованих територій.

Унаслідок вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

1. *Знати* – роль і місце міських дорожньо-транспортних споруд (МДТС) в різних рівнях у планувальній структурі міста; класифікацію вузлів шляхів сполучення; умови руху транспорту та пішоходів на перетинах міських магістралей в різних рівнях; оцінку безпеки руху на перетинах міських магістралей в різних рівнях; методи проєктування різних за типами МДТС в різних рівнях.

2. *Вміти* – збирати та аналізувати дані для проєктування і розробки відповідної проєктної документації з використанням необхідних інженерних розрахунків, дотримуючись державних будівельних норм і правил; виконувати містобудівну та техніко-економічну оцінку проєктних рішень; використовувати сучасні інформаційні технології для вирішення практичних фахових завдань.

Вивчення дисципліни базується на знаннях, отриманих у процесі вивчення відповідних дисциплін: «Інженерна геодезія», «Міські дорожньо-транспортні споруди», «Планування та благоустрій міст», «Міські вулиці та дороги», «Міський транспорт» та ін. Засвоєння змістовних модулів дисципліни надалі сприятиме навчанню в аспірантурі, а також виконанню магістерської роботи.

1. Вимоги до курсового проєкту

Курсовий проєкт має вміщувати у собі графічну частину та пояснювальну записку (дипломний проєкт за обсягом виконують згідно із завданням і вимогами до дипломних проєктів).

На окремому аркуші стандартного розміру (можна і на окремих аркушах) виконують проєктні поздовжні профілі магістралей, що перетинаються в різних рівнях згідно з розробленим варіантом ($M_{гор}$ 1:1000, $M_{вер}$ 1:100), їх типові поперечні профілі на підходах і в межах перетину (M 1:200 (100)) з розміщенням відповідно до завдання, необхідних підземних інженерних мереж. Ці листи виконують на міліметровому папері.

На другому аркуші розміщують:

- план перетину магістралей в проєктних горизонталях з нанесенням елементів перетину в M 1:500;
- конструкцію основної штучної споруди перетину (шляхопроводу, естакади, тунелю, пішохідного містка чи тунелю) в трьох проєкціях;
- схема організації руху транспорту і пішоходів на перетині магістралей;
- конструкції дорожнього одягу магістралей і з'їздів;
- підземне і надземне обладнання і опорядження (озеленення, водовідвід, освітлення та ін.);
- техніко-економічні показники проєкту;
- план прокладання в межах перетину магістралей підземних інженерних мереж (можна на окремому аркуші з підшивкою в пояснювальну записку).

Обґрунтування вибору варіанта інженерно-планувального рішення перетину здійснюється відповідно до основних техніко-економічних показників кожного із варіантів рішення, а також з використанням результатів транспортного моделювання.

У пояснювальній записці обсягом 25-30 с. має бути описано всі вихідні дані для проєктування перетину магістралей та наведено всі розрахунки та обґрунтування ухвалених рішень згідно з методичними вказівками. Додаткові креслення (вказані раніше), які підшивають у записку, до її обсягу не входять.

2. Загальні рекомендації до виконання курсового проєкту

Для виконання курсового проєкту видають топографічну основу в масштабі 1:2000 та відомості про величину міста, категорію магістралі (вулиці чи дороги), існуючу інтенсивність руху транспорту у зведених одиницях, очікувану інтенсивність руху пішоходів, коефіцієнт добової нерівномірності руху транспорту, режим регулювання руху на перехрестях магістралі, тип покриття проїжджої частини та пішохідної частини тротуару магістралі, ґрунт земляного полотна, рівень підземних вод, які інженерні мережі необхідно розмістити (в курсовому проєкті потрібно передбачити роздільне прокладання таких інженерних мереж: водогін (300 мм), каналізація (500 мм), газопровід (200 мм), теплопровід (1200x600 мм), водостік (узяти конструктивно 300 мм), кабелі – зв'язку, зовнішнього освітлення, низької та високої напруги, електрифікованого транспорту). Приклад завдання на виконання курсового проєкту наведено у дод. А. Водночас допускається виконання курсового проєкту на прикладі реального вузла у структурі вулично-дорожньої мережі міста. Приклад такого завдання наведено у дод. Б.

Ширину кожної магістралі в червоних лініях потрібно брати відповідно до даних топографічної підоснови, а їх функції в місті встановлювати залежно від їх категорій згідно з п. 10.7.6 ДБН [1].

З табл. 5.1 ДБН [2] відповідно до завдання для кожної магістралі треба встановити розрахункову швидкість руху транспорту та розрахункові параметри, які потрібно забезпечити у процесі проєктування магістралі (ширину однієї смуги руху транспорту, їхню кількість, найбільший поздовжній похил, найменший радіус кривих у плані, ширину тротуару). Потрібно також встановити необхідні найменші ширини розділювальних смуг між елементами її поперечного профілю для забезпечення розміщення підземних комунікацій, озеленення, необхідності зниження негативної дії транспорту на навколишнє середовище. Для забезпечення розрахункової швидкості транспорту для кожної магістралі потрібно з табл. 5.7 ДБН [2] встановити необхідні нормативи для проєктування її плану та поздовжнього профілю (найбільший поздовжній похил, найменша відстань видимості у плані, найменший радіус кривих у плані, мінімальні радіуси вертикальних опуклих та увігнутих кривих і за якої алгебраїчної різниці похилів поздовжнього профілю їх слід вписувати).

Також необхідно встановити згідно з ДБН [2] необхідність передбачення центральних розподільчих смуг на проїжджій частині (п. 5.1.14), між окремими елементами поперечного профілю згідно з табл. 5.5 (п. 5.1.13) та запобіжних смуг між проїжджою частиною і бордюрами (п. 5.1.12). Розташування зупинок маршрутного транспорту потрібно розміщувати відповідно до п. 5.4.2 та 5.4.4 ДБН [2].

Залежно від сумарної частоти руху маршрутних транспортних засобів необхідно визначитися з необхідним типом їхніх зупинок (одиночні, подвійні чи розосереджені), а також їхнього розміщенням (на проїжджій частині, чи у відкритій «кишені») згідно з п. 5.4.5 та 5.4.10 ДБН [2].

Решту необхідних вимог ДБН [1,2] для курсового проектування магістралі можна встановлювати у процесі виконання проекту. Під час виконання дипломного проекту на прикладі реального об'єкта міської транспортної інфраструктури необхідні вихідні дані отримують у відповідних проектних установах унаслідок проведених натурних обстежень, а також з транспортної моделі міста. Величини найбільших допустимих повздовжніх похилів та найменших радіусів горизонтальних і вертикальних кривих для проектування магістралей, а також величини алгебраїчних різниць повздовжніх похилів, за яких їх необхідно вписувати, треба брати залежно від їх категорій та розрахункової швидкості згідно з п. 5.1.1 (табл. 5.1 та 5.7) ДБН [2]*, окремі дані яких наведено в табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Визначення допустимих величин у процесі проектування магістралей

Категорія вулиць і доріг	Найбільший поздовжній похил, ‰	Найменші радіуси вертикальних випуклих кривих, м	Найменші радіуси вертикальних увігнутих кривих, м	Алгебраїчна різниця похилів, ‰
Магістральні дороги	40	6000	1500	10 і більше
Магістральні вулиці:				
- безперервного руху	50	4000	1000	10 і більше
- регульованого руху	60	2500	600	15 і більше

*Примітка. У тому разі, коли це за умовами рельєфу є технічно можливим і економічно доцільним; при визначенні елементів плану повздовжнього профілю магістралей потрібно брати згідно з рекомендаціями п. 5.2.1 ДБН [2].

- районного значення	60	2500	600	15 і більше
----------------------	----	------	-----	-------------

3. Підходи до техніко-економічного обґрунтування доцільності влаштування перетину магістралей в різних рівнях

Необхідність влаштування перетинів міських магістралей в різних рівнях може визначатися умовами руху видів транспорту або вимогами нормативних документів, які необхідно реалізувати відповідно до категорій магістралей. У цьому разі техніко-економічне обґрунтування не проводять.

Доцільність зміни планувального рішення перетину або влаштування перетинів міських магістралей в різних рівнях може бути продиктована виконанням такої умови:

$$N_{\text{розра.}} \geq \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n N_{ij}, \quad (3.1)$$

де $N_{\text{розра.}}$ – розрахункова перспективна інтенсивність руху транспорту, авт./год;

N_{ij} – пропускна здатність ij -каналу напрямку руху транспорту, авт./год;

n – кількість напрямків магістралей, що входять до вузла-перетину магістралей.

Якщо наведена умова не виконується, то обґрунтування влаштування перетину в різних рівнях в таких умовах визначають техніко-економічними розрахунками. Економічну ефективність будівництва перетинів магістралей в різних рівнях встановлюють на основі тих економічних збитків, які характерні для перехрестя (непродуктивні затримки транспорту, втрати від дорожньо-транспортних пригод та ін.). Непродуктивні затримки транспорту – втрати часу транспорту при проходженні перетину магістралей в різних рівнях у відповідному напрямку.

Враховуючи трудомісткість виконання курсового проєкту, розробляють один варіант інженерно-планувального рішення перетину магістралей, але пропонується декілька варіантів можливих альтернативних варіантів. У період дипломного проєктування на стадію вибору основного рішення шляхом техніко-економічного порівняння виносять декілька конкурентоспроможних варіантів.

4. Вибір типу перетину магістралей в різних рівнях

Доцільність влаштування відповідного типу перетину магістралей в різних рівнях визначають після підрахунків інтенсивності руху конфлікуючих потоків транспорту в найбільш завантажених перерізах вузла. Для цього в кожному конкретному перерізі (порядок нумерації таких перерізів показано на рис. 4.1) розглядають потоки, що проходять через нього, і підраховують підсумкову величину інтенсивності цих потоків.

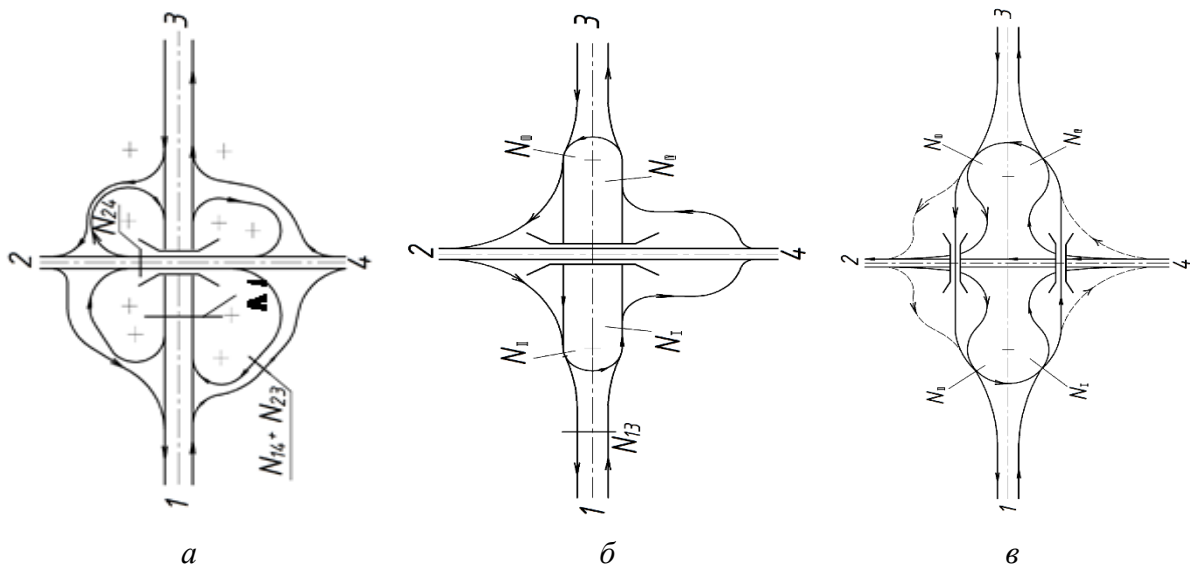


Рис. 4.1. Приклад розташування перерізів для визначення максимальної інтенсивності потоків у межах вузла

Розрахункова формула підрахунку підсумкової інтенсивності руху транспорту в таких перерізах для кільцевого типу має вигляд:

$$N_m = \sum_{i=1}^{m-1} \sum_{j=1}^{m-1} N_{ij} + \sum_{i=m}^n \sum_{j=m}^n N_{ij} + \sum_{i=m}^n \sum_{j=1}^{m-1} N_{ij}, \quad (4.1)$$

де N_m – інтенсивність руху транспорту в одному з найбільш завантажених перерізів, авт./год;

N_{ij} – інтенсивність руху транспорту через вузол в ij -напрямку, авт./год;

n – кількість напрямків магістралей, що входять у вузол;

m – порядковий номер перерізу, що розглядається.

Підрахунки цієї інтенсивності можна здійснити і з допомогою табл. 4.1. У відповідну її клітинку заносять величини потоків, що проходять через відповідний переріз. А потім з таблиці вибирають найбільшу величину інтенсивності руху у відповідному перерізі. Порівнюють цю величину з нормативними вимогами і роблять висновок про доцільність влаштування такого типу вузла.

Таблиця 4.1

Підрахунок інтенсивності руху в найбільш завантажених перерізах саморегульованого кільцевого пересікання магістралей*

№ пор.	I переріз		II переріз		III переріз		IV переріз	
	напря́м	інтен-сивність	напря́м	інтен-сивність	напря́м	інтен-сивність	напря́м	інтен-сивність
1	11		11		11		11	
2	12		21		12		22	
3	13		22		22		23	
	
11	Усього		Усього		Усього		Усього	

При влаштуванні перетину магістралей в різних рівнях з використанням цього типу вузла в розрахунках не враховують потоки, що будуть проходити поза межами площини кільця (рис. 4.1, а).

Перетин магістралей в різних рівнях по типу листа «конюшини» (рис. 4.1, б) буде доцільним у разі забезпечення пропускної здатності магістралей в перерізах 13 та 24 (див. цей же рис.), влаштування на цих ділянках достатньої довжини ліній переплетення лівоповоротних потоків і наявності достатньої вільної від забудови площі.

Використання перетину магістралей в різних рівнях по типу «подвійна петля» (рис. 4.1, в) буде доцільно у разі, коли теж буде забезпечена пропускна здатність у найбільш завантажених перерізах (розрахункову інтенсивність у цих перерізах можна визначити аналогічно як для саморегульованого кільця з допомогою табл. 4.1, влаштуванні на цих ділянках лінії переплетення транспортних потоків достатньої довжини. У разі, коли на ділянках переплетення потоків цього типу перетину

*Примітка. Якщо в найбільш завантажених перерізах кільцевих пересікань інтенсивність конфлікуючих потоків понад 2000 автом./год, то влаштування пересічень кільцевого типу недоцільне.

необхідно буде більше двох смуг руху транспорту, то доцільно буде винесення правоповоротних потоків на відповідні з'їзди на зовнішні сторони перетину (на рис. 4.1, *в* – показано пунктиром).

У курсовому проєкті можливе використання інших типів перетинів магістралей в різних рівнях або їх комбінацій за відповідного обґрунтування та погодження з керівником проєкту.

5. Вибір розрахункових швидкостей на перетинах магістралей в різних рівнях

Для проєктування основних геометричних елементів перетинів і забезпечення необхідного рівня комфортності проїзду через ці елементи слід встановити розрахункову швидкість руху транспорту, яка б задовільнила вимоги:

- розрахункова швидкість руху транспорту може забезпечувати максимальну пропускну здатність перетину;

- розрахункова швидкість руху транспорту не повинна перевищувати швидкість найбільш тихохідних транспортних засобів у потоці.

Оптимальна швидкість руху – це така швидкість руху транспорту на перетині, за якої досягається теоретична максимальна пропускну здатність перетину – $V_{\text{опт}}$.

Для виконання першої умови розрахункова швидкість руху транспорту $V_{\text{опт}}$ може бути визначена за формулою:

$$V_{\text{опт}} = \sqrt{\frac{(l_a + l_b) \cdot 2g(\varphi + f + i)}{k_e + k_1}}, \quad (5.1)$$

де l_a – довжина розрахункового автомобіля (приймається – 5 м);

l_b – безпечна відстань між автомобілями, що зупинилися (2 - 5 м);

k_e – коефіцієнт нормальних експлуатаційних умов гальмування (1,5 - 1,7);

k_1 – коефіцієнт гальмування переднього автомобіля в екстремальних умовах (1,0 - 1,2);

g – прискорення вільного падіння (9,81 м/с²);

φ – коефіцієнт зчеплення колеса з покриттям проїжджої частини;

f – коефіцієнт опору кочення; i – поздовжній похил ділянки магістралі.

Максимальна пропускна здатність однієї смуги руху транспорту забезпечується при швидкості руху транспорту 40 - 50 км/год, а в межах діапазону 30 - 60 км/год вона змінюється несуттєво. Фактично, за діючими умовами дорожнього руху вона може бути прийнята ≈ 60 км/год.

З економічних міркувань, без певних територіальних обмежень, розрахункові швидкості для ліво- і правоповоротних потоків на з'їздах можуть прийматись різними. Їх величини можна прийняти згідно п. 6.3.5 (табл. 6.3) ДБН [2] (див. табл. 5.1).

Таблиця 5.1

Визначення розрахункових швидкостей для ліво- і правоповоротних потоків на з'їздах

Розрахункова швидкість руху в середній частині з'їздів, км/год	Найменші радіуси, м, за умови поперечного похилу віражу, ‰				
	20	30	40	50	60
15	12	12	12	-	-
20	15	15	15	15	15
30	35	35	35	35	30
40	65	65	60	55	55
50	110	105	100	95	90
60	160	150	140	135	130

У міських умовах за наявності територіальних обмежень використовують радіуси заокруглень з'їздів 15 - 35 м і навіть 12 м, забезпечуючи таким чином швидкість руху транспорту на цих ділянках 15 - 30 км/год.

Після розміщення в плані елементів перетину та встановлення величин радіусів заокруглень необхідно встановити допустиму швидкість руху транспорту $V_{\text{доп}}$ на з'їздах за формулою:

$$V_{\text{доп}} = \sqrt[2]{gR \cdot (\varphi_{\text{п}} + i_{\text{п}})}, \quad (5.2)$$

де $\varphi_{\text{п}}$ – коефіцієнт поперечного зчеплення колеса з покриттям проїжджої частини (беруть у межах 0,10 - 0,30; за $\varphi_{\text{п}} = 0,10$ повністю

забезпечується стійкість автомобіля і зручності пасажирів під час руху, а за $\varphi_{\text{п}} = 0,30$ – поворот здається небезпечним, водій і пасажирів відчувають себе некомфортно; можливість руху транспорту за більших величин $\varphi_{\text{п}}$ передбачати не слід, а доцільніше на цій ділянці передбачити можливість влаштування віражу);

$i_{\text{п}}$ – поперечний похил покриття проїжджої частини.

Остаточні рішення у процесі вибору величин радіусів заокруглень, а з цим і розрахункової швидкості на з'їзді, приймають після відповідного техніко-економічного обґрунтування.

6. Проектування поперечних профілів магістралей

6.1. Розрахунок ширини проїжджої частини магістралі

Підхід до проектування поперечних профілів магістралей аналогічний підходу до їх проектування на перегонах магістралей [4].

Для визначення ширини проїжджої частини магістралі знаходимо необхідну кількість смуг руху транспорту за алгоритмом:

а) визначаємо пропускну здатність однієї смуги руху транспорту на перегоні:

$$N_{\text{см}} = \frac{3600V_p}{l_a + l_b + V_p t_p + (k_e - k_1) V_p^2 / [2g(\phi + f \pm i)]}, \quad (6.1)$$

де V_p – розрахункова швидкість транспорту, м/с; t_p – час реакції водія та період спрацювання гальмівної системи автомобіля (0,5 - 2,0 с).

Решта позначень така ж, як у формулі (5.1).

б) встановлюємо коефіцієнт впливу світлофорного регулювання на пропускну здатність магістралі:

$$\delta = \frac{L}{L + V_p^2 / (2a) + V_p^2 / (2b) + V_p (t_{\text{ч}} + 2t_{\text{ж}}) / 2}, \quad (6.2)$$

де L – відстань між сусідніми перехрестями магістралі, що регулюються, м;

a – прискорення автомобіля за розгону ($0,8 - 1,2 \text{ м/с}^2$);

b – сповільнення автомобіля при гальмуванні ($0,6 - 1,5 \text{ м/с}^2$);

$t_{\text{ч}}, t_{\text{ж}}$ – тривалість червоного та жовтого сигналів світлофора для магістралі (задає індивідуально керівник проєкту на відповідних етапах контролю процесу його виконання), в секундах.

в) визначаємо пропускну здатність смуги руху транспорту з врахуванням впливу світлофорного регулювання:

$$N'_{\text{см}} = N_{\text{см}} \cdot \delta. \quad (6.3)$$

г) визначаємо необхідну кількість смуг руху транспорту (в одному напрямку):

$$n = \frac{N_{\text{розрах}}}{N'_{\text{см}}}, \quad (6.4)$$

де n – необхідна кількість смуг руху транспорту (за наявності значущих цифр після коми округлення слід зробити в більший бік);

$N_{\text{розрах}}$ – розрахункова інтенсивність руху транспорту на магістралі, авт./год.

Отриману величину кількості смуг руху транспорту порівнюємо з вимогами ДБН [2] і для подальшого проєктування приймаємо більшу величину, але не більше 4 смуг в одному напрямку для магістралей загальноміського значення безперервного і регульованого руху, та 3 смуг у одному напрямку для магістралей районного значення.

д) пропускну здатність магістралі (в одну сторону) визначаємо за формулою:

$$N_{\text{маг}} = N'_{\text{см}} \cdot k_n, \quad (6.5)$$

де k_n – коефіцієнт ефективності використання смуг руху транспортом, величину якого приймають для однієї смуги руху за 1,0 (за відсутності на перегоні зупинок громадського транспорту або якщо їх влаштовано за межами проїжджої частини), для двох – 1,9, для трьох – 2,7, для чотирьох – 3,5.

За наявності зупинок громадського транспорту величину коефіцієнта ефективності завантаження рухом транспорту крайньої смуги уточнюють із врахуванням маршрутних інтервалів усіх видів громадського транспорту на магістралі (тобто необхідну кількість зупинок екіпажів громадського транспорту протягом «години-пік» перемножуємо на затрати часу одного екіпажу на гальмування, стоянку для обслуговування пасажирів, розгін і визначаємо частку цього часу в годині для пониження величини коефіцієнта використання крайньої смуги руху) [3].

е) перевіряємо виконання умови:

$$N_{\text{маг}} \geq N_{\text{розр}}. \quad (6.6)$$

Якщо умова виконується, то переходимо до пункту *ж*), а якщо ні, тоді збільшуємо кількість смуг руху транспорту на одну в один бік і повертаємося до пункту *е*).

У разі, коли смуг руху в один бік стає більше чотирьох, для подальшого проектування приймаємо чотири смуги руху і робимо рекомендації як організувати рух транспорту в години «пік» – чи за рахунок обмеження руху окремих видів транспорту (вантажного, легкового, але не громадського) та організації їх руху по дублюючих магістралях, чи влаштуванні зупинок громадського транспорту за межами проїжджої частини магістралі, чи за рахунок влаштування перетинів з іншими магістралями в різних рівнях та ін.

є) для визначення ширини проїжджої частини $B_{\text{маг}}$ використовуємо формулу:

$$B_{\text{маг}} = 2nb + r + 2\Delta, \quad (6.7)$$

де n – прийнята для проектування кількість смуг руху транспорту;

b – ширина однієї смуги руху транспорту (приймаємо відповідно до п. 7.27 ДБН [1]), м;

r – ширина розподільчої смуги між напрямками руху транспорту (приймаємо відповідно до п. 5.1.14 ДБН [2]), м;

Δ – ширина запобіжної смуги між крайньою смугою руху і бортовим каменем (приймаємо відповідно до п. 5.12 ДБН [2]), м.

6.2. Розрахунок ширини пішохідної частини тротуарів

Ширину тротуарів магістралей слід визначати з урахуванням їх категорій та розмірів пішохідного руху на них. Якщо задані розміри перспективної розрахункової інтенсивності пішохідного руху, то необхідну кількість смуг руху на пішохідній частині тротуару n визначаємо за формулою:

$$n = N_{\text{зад}}/N_{\text{п.см.}}, \quad (6.8)$$

де $N_{\text{зад}}$ – задана величина інтенсивності пішохідного руху в години «пік», піш./год;

$N_{\text{п.см.}}$ – пропускна здатність однієї смуги руху (необхідну величину беремо згідно з табл. 6.1), піш./год.

$B_{\text{тр}}$ – ширина пішохідної частини тротуару, м.

Дані про пропускну здатність смуги руху пішохідної частини тротуарів (піш./год) наведено в табл. 6.1.

Таблиця 6.1

Пропускна здатність смуги руху пішохідної частини тротуарів

Тротуари, розташовані уздовж забудови за наявності в прилеглих будинках магазинів	700
Тротуари, віддалені від будинків з магазинами, а також уздовж громадських будинків і споруд	800
Тротуари в межах зелених насаджень вулиць і доріг	1000
Пішохідні вулиці та доріжки (прогулянкові)	600
Переходи через проїжджу частину в одному рівні	500
Пішохідні тунелі	1000 (750)
Пішохідні містки	2000 (1500)
Сходи	1500 (1250)

За наявності значущих цифр після коми отримані величини округлюємо в більший бік.

Ширину пішохідної частини тротуару $B_{\text{тр}}$ визначаємо за формулою:

$$B_{\text{тр}} = n \cdot 0,75. \quad (6.9)$$

Отриману величину порівнюємо з вимогами ДБН [1] і для подальшого проектування приймаємо більшу величину.

Якщо не задано розміри інтенсивності пішохідного руху, то слід прийняти ширину пішохідної частини тротуарів згідно з ДБН [1] та встановити пропускну здатність. Величину пропускну здатності пішохідної частини тротуару $N_{тр}$ встановлюємо за формулою:

$$N_{тр} = N_{п.см.} \cdot B_{тр} / 0,75, \quad (6.10)$$

де $B_{тр}$ – прийнята ширина пішохідної частини тротуару, м.

6.3. Проектування поперечних профілів магістралей в межах їх перетину в різних рівнях

Для вулиць і доріг в цілому або для окремих їх ділянок розробляють типовий поперечний профіль, у межах червоних ліній яких набір окремих елементів, розміри та взаємне розташування не змінюється по довжині магістралі або окремої її ділянки у вказаних межах.

Обов'язковими елементами поперечного профілю є: проїжджа частина та пішохідна частина тротуарів. Бажаними: організація велосипедної мережі або її ділянки, розподільча смуга між проїжджою частиною і пішохідною частиною тротуарів, смуги для розміщення підземних інженерних комунікацій (на них не дозволяється розміщувати споруди, висаджувати дерева та високорослі чагарники), смуги озеленення для зниження негативного впливу транспорту на навколишнє середовище магістралі.

Згідно з п. 5.1.13 ДБН [2] ширину розподільчих смуг між елементами поперечного профілю вулиць і доріг треба визначати з огляду на умови розміщення підземних комунікацій, озеленення, потреби зниження негативної дії транспорту на навколишнє середовище, але не менше розмірів, наведених у табл. 5.5 ДБН [2].

На рис. 6.1 показано приклад типового поперечного профілю для магістральної вулиці (в курсовому проекті для кожної магістралі розробляється три можливі варіанти типових поперечних профілів) з прийнятим варіантом прокладання інженерних мереж на підході до перетину магістралей (в курсовому проекті прокладання інженерних мереж показується тільки на прийнятому варіанті типового поперечного

профілю для кожної магістралі). Викреслюючи типовий профіль, дотримуються тільки горизонтальних масштабів, як правило 1:100 або 1:200.

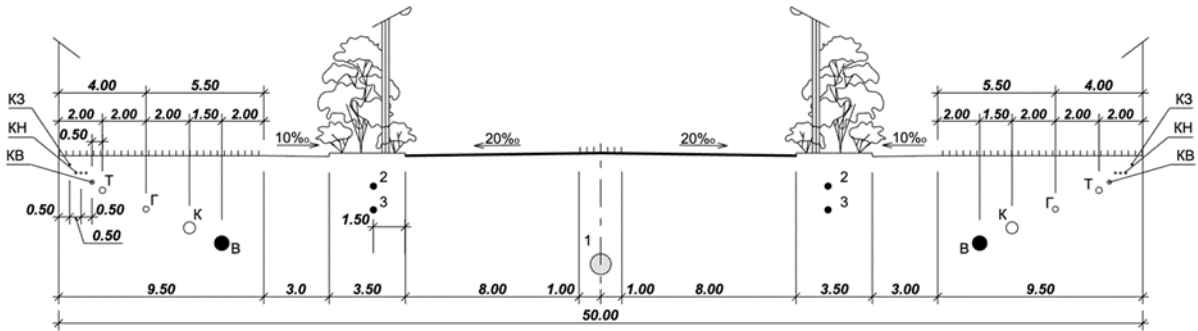


Рис. 6.1. Приклад типового поперечного профілю

Як правило, перетини міських магістралей в різних рівнях проектують в обмежених умовах, коли немає можливості збільшити його територію. Тому в межах перетину у поперечному профілі магістралей, які перетинаються, потрібно передбачати тільки проїжджу частину магістралей з врахуванням вимог до розподільчої смуги між зустрічними напрямками руху транспорту (ці смуги можуть бути використані для влаштування проміжних опор штучних споруд) та пішохідну частину тротуарів з розмірами, прийнятими в типовому поперечному профілі магістралі. Як виняток, в обмежених умовах ширина пішохідної частини тротуарів у межах перетину може бути прийнята меншою згідно з нормативними вимогами до магістралі, у якої категорія менша на одну ступінь. Бажано, щоб ця величина була не меншою ніж 2,25 м.

На рис. 6.2 показано поперечні профілі магістралей в межах перетину для випадку влаштування однопрогонного шляхопроводу (а) та двопрогонного (б).

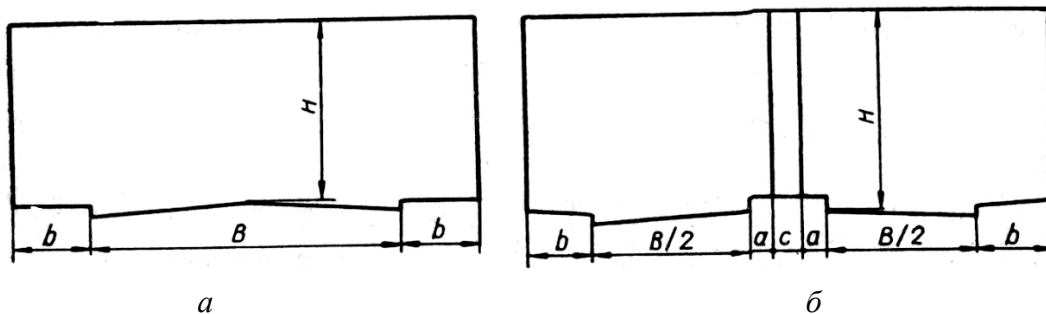


Рис. 6.2. Приклад поперечного профілю магістралей в межах перетину
Ширину отвору F однопрогонного шляхопроводу визначаємо за формулою 6.11, а двопрогонного – за формулою 6.12:

$$F = B_{\text{маг}} + 2b; \quad (6.11)$$

$$F = B_{\text{маг}} + 2b + c + 2a, \quad (6.12)$$

де $B_{\text{маг}}$ – ширина проїжджої частини магістралі, м;
 b – прийнята величина ширини тротуару на магістралі, м;
 c – ширина опори, м;
 a – ширина захисної смуги біля опор (не менше 0,25 м), м.

У разі, коли пішохідний рух у межах перетину не допускається або не передбачається, проєктують тільки службовий тротуар завширшки 1,0 м (0,75 м – смуга руху пішоходів і 0,25 м – захисна смуга).

За формулами 6.11 та 6.12 будуть отримані найменші допустимі величини отворів шляхопроводів. Необхідно проаналізувати і прийняти рішення про доцільну ширину отвору штучної споруди перетину магістралей з врахуванням можливих перспектив розширення проїжджої частини та пішохідної частин тротуарів, а також з врахуванням можливості підприємств будівельної індустрії міста виготовити відповідні конструкції прогонів цієї штучної споруди.

7. Проєктування поздовжніх профілів магістралей

Проєктування поздовжніх профілів міських магістралей в межах їх перетину в різних рівнях здійснюють за тими ж нормативними вимогами, які необхідно дотримуватися залежно від їх категорій. Але в межах перетину в обмежених умовах ДБН [2] допускається найменші величини радіусів вертикальних кривих: випуклих – 2000 м, а увігнутих – 500 м. Поздовжні профілі магістралей оформляють у вигляді креслень (рис. 7.1).

Особливістю проєктування поздовжніх профілів магістралей є необхідність ув'язки цих профілів у точці перетину їх осей в плані таким чином, щоб була забезпечена безпека та безперебійність руху транспорту через отвір штучної споруди. Тому спочатку проєктують поздовжній

профіль осі магістралі, яка буде проходити в рівні поверхні землі й отримують величину відмітки H_1 цієї магістралі в точці перетину осей магістралей в плані X_M^{II} . Потім переходять до проектування поздовжнього профілю магістралі, що проходить за рівнем поверхні землі [4, 6].

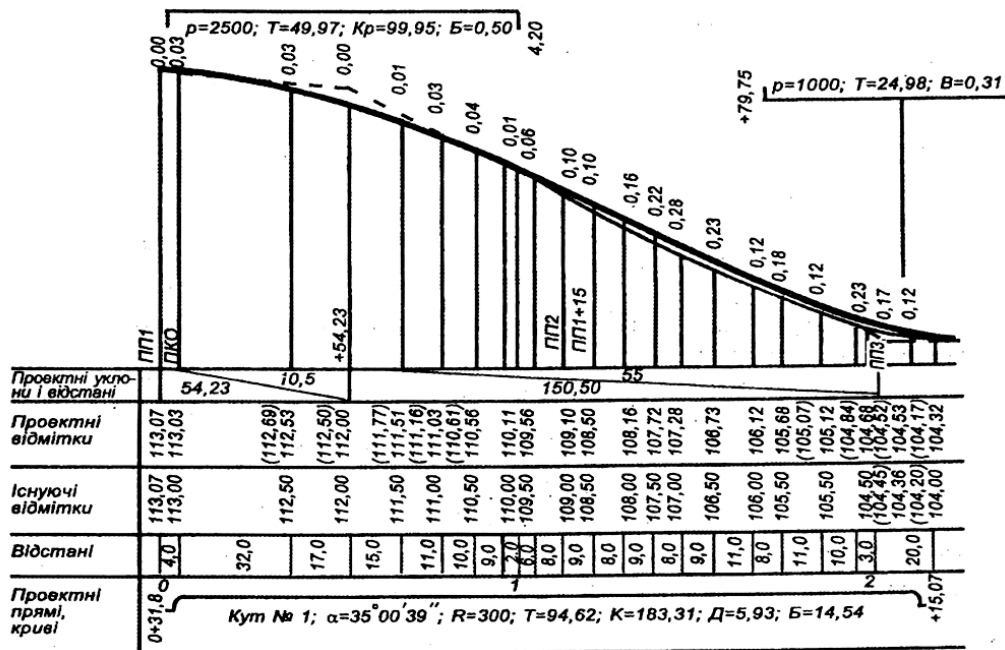


Рис. 7.1. Приклад оформлення поздовжнього профілю магістралі

У процесі розв'язання задачі необхідно, щоб проектна лінія поздовжнього профілю осі магістралі, яка проектується над (під) поверхнею землі (розрахункова схема її проектного профілю показана на рис. 7.2), пройшла через точку з відміткою H_2 .

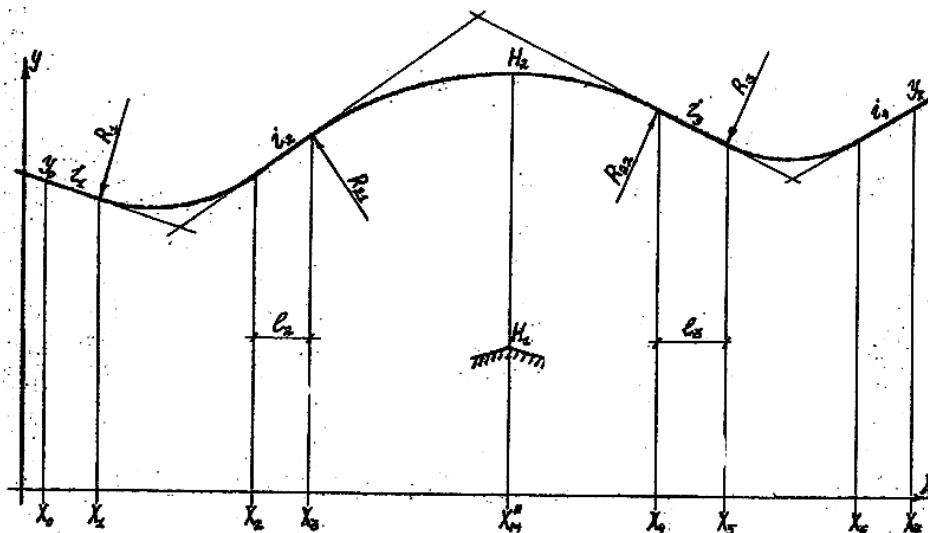


Рис. 7.2. Розрахункова схема проектного поздовжнього профілю
Величину відмітки H_2 визначають за виразом

$$H_2 = H_1 + h_{\text{габ}} + h_{\text{буд}} + d + B_{\text{маг}} \cdot i_{\text{п}}/2, \quad (7.1)$$

де $h_{\text{габ}}$ – габаритна висота отвору штучної споруди (шляхопроводу, естакади або тунелю), м;

$h_{\text{буд}}$ – будівельна висота конструкцій прогонів штучної споруди (приймається за аналогом або укрупненими розрахунками), м;

d – товщина шару дорожнього одягу на штучній споруді (фактично шарів асфальтобетону), м;

$B_{\text{маг}}$ – ширина проїжджої частини магістралі, яка проходитиме по штучній споруді, м;

$i_{\text{п}}$ – величина поперечного похилу проїжджої частини цієї магістралі.

Як видно з ф. 7.1 такий підхід дозволить забезпечити безперебійний та безпечний проїзд транспорту через отвір штучної споруди та влаштувати її конструкції. Це завдання можна вважати вирішеним, якщо будуть отримані необхідні величини прямих вставок (не менше 10 - 20 м) між протилежними кривими (l_2) та (l_3) залежно від величини їх поздовжніх похилів (i_2) та (i_3), які не повинні перевищувати допустимих граничних величин. Розрахункові формули мають вигляд:

$$l_2 = \frac{2[H_2 - i_1(X_M^{\text{п}} - X_0) - Y_0] + (i_2^2 - 2i_1i_2)R_{21} - R_1(i_2 - i_1)^2}{2(i_2 - i_1)}; \quad (7.2)$$

$$l_3 = \frac{2[H_2 - i_4(X_M^{\text{п}} - X_7) - Y_7] + (i_3^2 - 2i_3i_4)R_{22} - R_3(i_4 - i_3)^2}{2(i_4 - i_3)}; \quad (7.3)$$

де X_0 , Y_0 та X_7 , Y_7 – координати окремих точок прямих ділянок поздовжнього профілю на підходах до перетину магістралей, які доцільно приймати як обмеження ділянки проектування, м;

i_1 , i_4 – поздовжні похили цих прямих ділянок;

R_1 , R_3 – радіуси вертикальних спряжених кривих на підходах до перетину магістралей, м;

R_{21} , R_{22} – радіуси вертикальної спряженої кривої на штучній споруді, м.

Якщо ділянка проектування цієї магістралі має вказані обмеження щодо довжини, зафіксовані абсцисами X_0 та X_7 , то необхідно зробити перевірку виконання наведених умов:

$$X_M^{\text{п}} - X_0 \geq R_1(i_2 - i_1) + l_2 - i_2 R_{21}; \quad (7.4)$$

$$X_7 - X_M^{\text{п}} \geq R_{22}i_3 + l_3 + R_3(i_4 - i_3). \quad (7.5)$$

У разі невиконання зазначених умов, далі підрахунки можна виконувати, зменшивши радіуси вертикальних кривих до найменших можливих величин або збільшивши граничні межі поздовжніх похилів прямих вставок до виняткових величин за відповідного техніко-економічного обґрунтування.

Схеми алгоритмів, програми підрахунків з допомогою програмованих мікрокалькуляторів і контрольні приклади до них наведено в роботі.

У процесі проектування штучних споруд над ділянкою увігнутої кривої слід перевірити, чи забезпечить його габаритна висота видимість руху на необхідній відстані. Якщо умова не виконується, то визначають необхідну для цього відмітку низу конструкцій штучних споруд як викладено в [5] для випадку, коли штучна споруда розміщена над найнижчою частиною увігнутої кривої, і необхідно забезпечити достатню видимість до предмета з заданими розмірами, що знаходиться на проїжджій частині.

Ці задачі, крім вказаних підходів [5], можна розв'язати методом геометричного моделювання ситуації забезпечення видимості і для випадків, коли магістраль, що проходить по штучній споруді, протрасована на схилі, а ділянка вертикальної увігнутої кривої нижньої магістралі розташована з боку штучної споруди (характерно для міських умов). Розв'язання такої задачі розглянуто в роботі [6]. У цій роботі розглянуто забезпечення видимості поверхні проїжджої частини через отвори штучних споруд на необхідній відстані при високій посадці водія в транспортних засобах.

Коли на ділянці увігнутої кривої необхідно влаштувати тунель, то потрібно сформулювати його стелю таким чином, щоб теж забезпечити необхідну видимість руху, якщо це не буде досягнуто при дотриманні

габаритної висоти. Для цього теж можна використати рекомендації з роботи [6].

8. Вертикальне планування території магістралей

Вертикальне планування території магістралей як на підходах до перетину магістралей, так і в його межах, виконують з однаковими підходами, як це викладено в [4-6].

У межах перетину магістралей сполучення проектною поверхні території магістралей з існуючою поверхнею здійснюють з влаштуванням укосів виїмок чи насипу ґрунту або підпірних стінок. Похили укріплених укосів насипу ґрунту беруть 1:1,0; для злежалих ґрунтів – 1:1,5; для порушених і ущільнених свіжонасипаних 1:1,75. У місцях сполучення укосів насипів з стоянами шляхопроводів влаштовують конусоподібні укріплені поверхні для переходу від похилу поверхонь ущільнених свіжонасипаних ґрунтів 1:1,75 до похилу укріплених насипів ґрунту.

За вертикального планування територій магістралей слід чітко дотримуватися вимог безпеки і зручності руху транспорту і пішоходів, вимог організації поверхневого стоку та забезпечення естетики навколишнього середовища.

9. Вертикальне проектування з'їздів на перетині магістралей в різних рівнях

Важливою особливістю вертикального планування міських магістралей, що перетинаються в різних рівнях, є планово-висотна прив'язка з'їздів для організації руху транспорту з одного рівня на інший з врахуванням доцільної їх довжини за дорожніми та транспортно-експлуатаційними показниками (фактично за оцінкою пробігів транспорту та обсягів будівельних робіт) з врахуванням обмежених умов міської території.

Враховуючи, що нормативні документи допускають найменші величини радіусів заокруглень з'їздів, які набагато менші ніж для магістралей (наприклад для лівоповоротних з'їздів 30 м), то і до прийняття величин найбільших поздовжніх похилів для цих ділянок є відповідні рекомендації. Так, найбільша величина повздовжнього похилу на заїздах повинна бути не більшою ніж допускається для даних магістралей, а на

криволінійних ділянках за радіусу 50 м ця величина повинна бути зменшена на 10 %. За менших величин цих радіусів на кожні 5 м зменшення їх величини повинно бути додатково зменшено величину найбільшого можливого повздовжнього похилу на 5 % цієї ділянки. Крім того, нормативними документами заборонено попадання вертикальних випуклих кривих на ділянки горизонтальних кривих при проектуванні поздовжніх профілів вулиць, доріг та їх окремих елементів.

Проблема вертикального планування з'їздів вирішується після того, як уже виконано проектування вертикального планування проїжджої частини магістралей перетину, що проектується, проектними горизонталями. Висотне вирішення з'їзду, залежно від його планового положення, доцільно вирішувати методом повздовжніх профілів, а прийнятий варіант з'їзду слід показати на плані вертикального планування проектними горизонталями. На рис. 9.1 показано варіант планового положення лівоповоротного з'їзду для магістралей, що перетинаються подібно «листу конюшини», як найбільш складного для проектування в обмежених умовах його влаштування. За довільних умов доцільніше проектувати з'їзд однієї кривини.

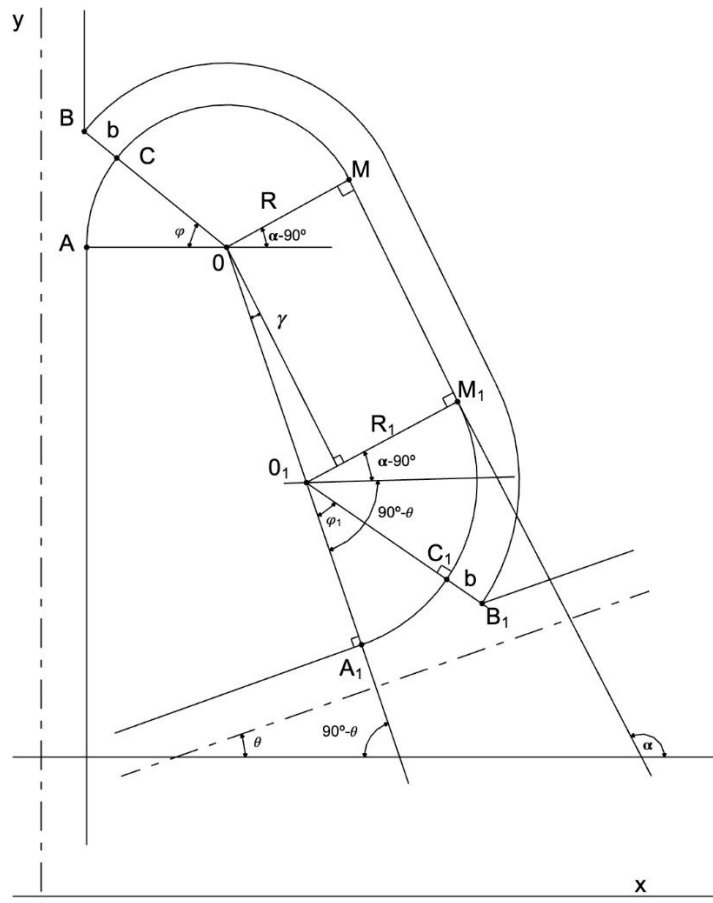


Рис. 9.1. Приклад планового положення лівоповоротного з'їзду

Для проектування вертикального планування з'їзду попередньо намічають його планове положення так, щоб задовольнити як ці, так і інші вимоги нормативних документів. Потім розглядають місця доцільного примикання з'їздів і проектують поверхню їх проїжджої частини в межах трикутників $\triangle ABC$ та $\triangle A_1B_1C_1$ (див. рис. 9.1, 9.2) залежно від поверхні проїжджої частини магістралі, до якої вони приєднуються, як її логічне продовження. Ця поверхня повинна забезпечити ефективне стікання води до лотків, щоб у холодний період не утворювалась льодяна поверхня за рахунок повільного стікання води, що значно погіршує умови руху транспорту і пішоходів (саме в цих місцях передбачають переходи через проїжджу частину з'їздів для пішоходів) і призводить до виникнення дорожньо-транспортних пригод.

Принцип можливого примикання з'їздів на прикладі примикань лівоповоротних з'їздів на перетині типу «лист конюшини», як найбільш складних при проектуванні, показаний на рис. 9.2.

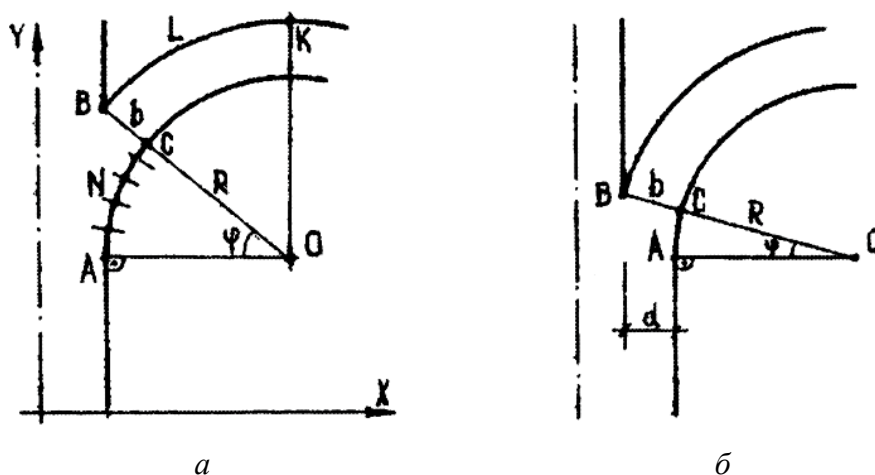


Рис. 9.2. Приклад примикань лівоповоротних з'їздів на перетині типу «лист конюшини»

На рис. 9.2 а показано примикання заокруглення з'їзду безпосередньо до основної проїжджої частини магістралі, а на рис. 9.2 б до додаткової смуги для лівоповоротних потоків на перетинах типу «лист конюшини», яка влаштовується у разі, коли інтенсивність цих потоків перевищує 500 од. на год.

Останній випадок вирішення примикань з'їздів більш доцільний, так як дозволяє в межах трикутника ΔABC забезпечити більший поперечний похил, ніж у першому випадку, за можливості влаштування більшого поперечного похилу на цій смузі ніж на основній проїжджій частині. Розглянувши вказані трикутники, знаходять координати точок C і C_1 у Декартовій системі координат, їх відмітки і кути φ та φ_1 (див. рис. 9.1, 9.2) за формулою для випадку показаному на рис. 9.2 *a* та за формулою (9.2) для випадку, показаному на рис. 9.2 *б*.

$$\varphi = \arccos\left[\frac{R}{R+b}\right], \quad (9.1)$$

де R – радіус заокруглення з'їзду, м;
 b – ширина проїжджої частини з'їзду, м.

$$\varphi = \arccos\left[\frac{R+d}{R+b}\right], \quad (9.2)$$

де d – ширина додаткової смуги для лівоповоротних потоків, м.

Коли ж поздовжній похил лотка проїжджої частини верхньої магістралі більший ніж допустимий поздовжній похил лотка з'їзду на заокругленні, слід примкнути з'їзд до магістралі горизонтальною кривою, радіус якої повинен бути більшим 50 м (або підібрати його необхідну величину залежно від поздовжнього похилу магістралі в точці A), довжиною, яка б дозволила вписати вертикальну увігнуту криву, починаючи з точки C , для переходу від поздовжнього похилу магістралі до необхідного поздовжнього похилу заокруглення з'їзду, а вже далі починаючи з точки C' заокруглення запроєктувати з необхідним поздовжнім похилом (рис. 9.3) відповідно до прийнятої величини його радіуса.

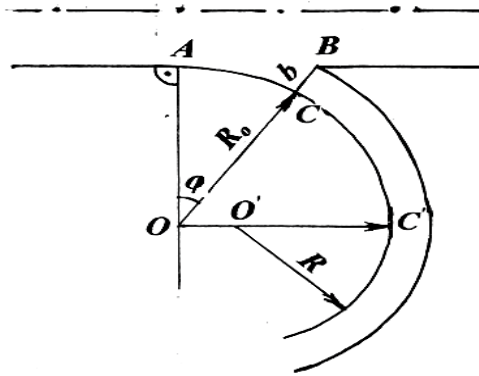


Рис. 9.3. Розрахункова схема вписування поздовжнього похилу на з'їзді

На цій розрахунковій схемі (див. рис. 9.3) показано початок заокруглення з'їзду, яке в межах дуги AC' запроєктоване радіусом R_0 більшим 50 м, що дозволяє проєктувати цю ділянку заокруглення з найбільшими поздовжніми похилами для прямолінійних ділянок, а, починаючи з точки C' – з радіусом R меншим 50 м, який відповідає необхідній величині поздовжнього похилу наступної ділянки заокруглення. Дуга CC' відповідає довжині вертикальної увігнутої кривої, яка сполучає поздовжній похил в точці C з поздовжнім похилом заокруглення з'їзду в точці C' . Для даного випадку кут φ знаходиться за формулою (20).

Величини відміток точок A , B , C , окремих точок дуги і $\triangle ABC$ знаходимо з рівнянь ліній поздовжнього профілю і відповідних ліній поперечного окреслення проїжджої частини магістралей, задаючись величинами абсцис у локальній системі координат поздовжніх профілів осі магістралей, до яких приєднується з'їзд [6].

Координати окремих точок дуги AC , для визначення їх відміток, знаходимо з параметричних рівнянь кола в системі координат показаній на рис. 9.3, які мають такий вигляд:

$$X = X_0 + R \cdot \cos t; \quad (9.3)$$

$$Y = Y_0 + R \cdot \sin t, \quad (9.4)$$

де X_0 та Y_0 – координати центра кривої в указаній на рис. 7.2 локальній системі координат, м;

t – кутовий параметр, величину якого слід змінювати від $180^\circ - \varphi$ до 180° , з кроком $2-3^\circ$ (початок відліку цього параметра співпадає з позитивним напрямком осі абсцис), у градусах.

Для підрахунків відміток цих точок слід зробити перехід від цієї локальної системи координат до локальної системи координат поздовжнього профілю магістралі, до якої приєднується з'їзд (фактично знайти відстані Z від осі проїжджої частини магістралі до знайдених точок). Підрахунок величини відміток цих точок розглянуто в [4, 6].

Продовжуючи проектування поздовжніх профілів з'їздів (доцільно це роботи по лінії їх лотків), знаходять величину поздовжнього похилу в точці C , щоб виконати плавне сполучення суміжних ділянок. Його величину знаходимо за формулою:

$$i_c = (H_n - H_c)/S, \quad (9.4)$$

де H_n і H_c – відмітки точок N і C (для більшої точності визначення величини цього похилу точку N слід брати найближчу до точки C), м;

S – довжина дуги NC , м.

Порівнюючи величину цього похилу з величиною похилу, який передбачається на заокругленні з'їзду, вибирають схему його приєднання до проїжджої частини магістралі. Розв'язавши зазначені задачі приєднання з'їздів до магістралей, у всіх наведених випадках (рис. 9.2, 9.3), на кінцях заокруглень з'їзду в точках M і M_1 (див. рис. 9.1) визначають відмітки та уточнюють похили.

У всіх випадках, у процесі проектування поздовжнього профілю з'їздів, потрібно буде вписувати вертикальні криві. Тому необхідно визначити їх характеристики: тангенс T , довжину кривої K і бісектрису B залежно від величини їх радіуса R та похилів, що сполучаються, скласти її рівняння для визначення відміток окремих точок, в тому числі і їх кінців.

Координати кінця вертикальної кривої можна знаходити з відповідних рівнянь, підставивши замість виразу $(X - X_{2n-1})$ довжину кривої K . Для визначення координат точок M і M_1 , як і їх відміток, знаходимо рішення можливого сполучення ділянок цих двох кіл прямим дотичним відрізком MM_1 (див. рис. 9.1). Задачу можна вважати розв'язаною, якщо будуть знайдені координати точок дотику цього відрізка M і M_1 , а у вертикальному положенні з'їзду знайдено доцільне сполучення цих точок відповідними лініями його поздовжнього профілю.

Розглянемо планове положення з'їзду (див. рис. 9.1) і прямокутну трапецію OMM_1O_1 , яку створено центрами колових кривих і точками дотику їх спільного відрізка MM_1 . У цій трапеції паралельні сторони OM і O_1M_1 мають довжину, рівну величинам відповідних радіусів цих колових кривих. Довжину бічної сторони OO_1 знаходимо через координати їх центрів

$$OO_1 = \sqrt{(X_0 - X_{01})^2 - (Y_0 - Y_{01})^2}, \quad (9.5)$$

де X_0, Y_0 та X_{01}, Y_{01} – відповідно координати центрів заокруглень з'їзду (див. рис. 9.1), м.

Відстань між точками M і M_1 за формулою:

$$MM_1 = OK = \sqrt{OO_1^2 - (R - R_1)^2}, \quad (9.6)$$

де R і R_1 – радіуси заокруглень з'їздів, м.

Формула визначення кута нахилу бічної OO_1 до відрізка MM_1 має вигляд:

$$\gamma = \arccos\left(\frac{MM_1}{OO_1}\right). \quad (9.7)$$

Склавши рівняння лінії відрізка OO_1 як такого, що проходить через точки з заданими координатами, можемо через кутовий коефіцієнт знайти її кут нахилу до осі абсцис, а з врахуванням величини кута γ можемо визначити величину кута нахилу лінії відрізка OK до осі абсцис α , який паралельний відрізку MM_1 .

Оскільки відрізки OM і O_1M_1 перпендикулярні до MM_1 , то можемо знайти кут їх нахилу до осі абсцис і відповідний кутовий коефіцієнт їх ліній.

Потім визначимо величину кутів $\sphericalangle COM$ і $\sphericalangle C_1O_1M_1$ для наступного визначення довжини відповідних дуг CM і C_1M_1 (див. рис. 9.1).

$$\sphericalangle COM = 270^\circ - \alpha - \varphi; \quad (9.8)$$

$$\sphericalangle C_1O_1M_1 = \alpha - \theta - \varphi_1. \quad (9.9)$$

На рис. 9.1 показано, що кут θ відповідає величині кута нахилу другої магістралі до осі абсцис (передбачається, що вісь першої магістралі, яка проходить вище цієї магістралі, співпадає з напрямком осі ординат).

Після цього маємо можливість у межах лінії CC_1 (див. рис. 9.1) отримати величини окремих ділянок CM , MM_1 і M_1C_1 , і, маючи відмітки точок C і C_1 , розробити модель поздовжнього профілю з'їзду по його лотку та виконати його вертикальне планування проектними горизонталіями.

Положення лівоповоротних з'їздів на перетинах типу «лист конюшини» суттєво вплине на підхід до проектування планового положення їх правоповоротних з'їздів. Але підхід до проектування поздовжніх профілів правоповоротних з'їздів на перетині типу «лист конюшини» та з'їздів на решті типів перетинів магістралей в різних рівнях та на ділянці MM_1 наведеного виду з'їзду може бути загальним.

На рис. 9.4 показано випадок, коли рельєф території перетину підказує рішення проектування на ділянці MM_1 (з'їзд знаходиться на схилі) вертикальної увігнутої кривої, яка б сполучила прямі лінії з похилами i_1 та i_2 , що продовжують поздовжній профіль ділянок заокруглень. У даному випадку похили в місцях примикання з'їзду до магістралей та на заокругленнях не перевищують допустимі. Тому для вписування цієї вертикальної кривої необхідно, щоб її кінці не виходили за межі відрізка MM_1 , або в дуже скрутних умовах не накладались на сусідні вертикальні криві.

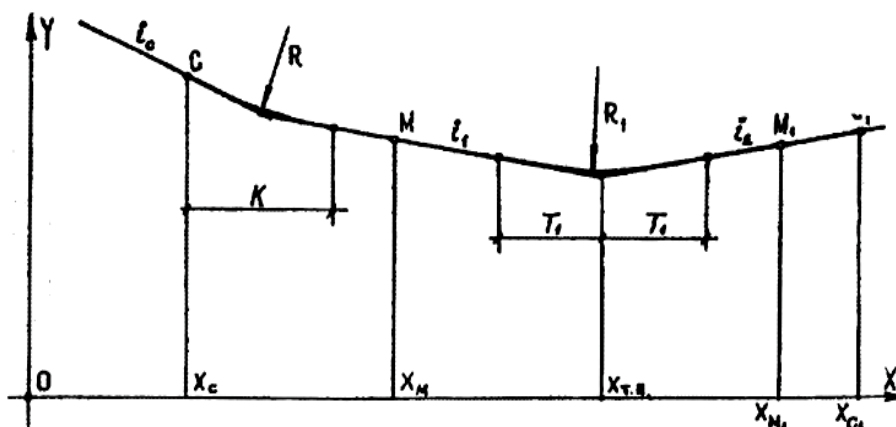


Рис. 9.4. Схема проектного поздовжнього профілю (рельєф території перетину підказує рішення проектування)

Коли ж у процесі проектування поздовжнього профілю з'їзду умови рельєфу території магістралей, що перетинаються в різних рівнях (перетин знаходиться на рівнинній території) змушують знайти рішення з мінімізацією земляних робіт при його влаштуванні (рис. 9.5), знаходять величину прямої вставки між вертикальними кривими L залежно від її поздовжнього похилу i_x .

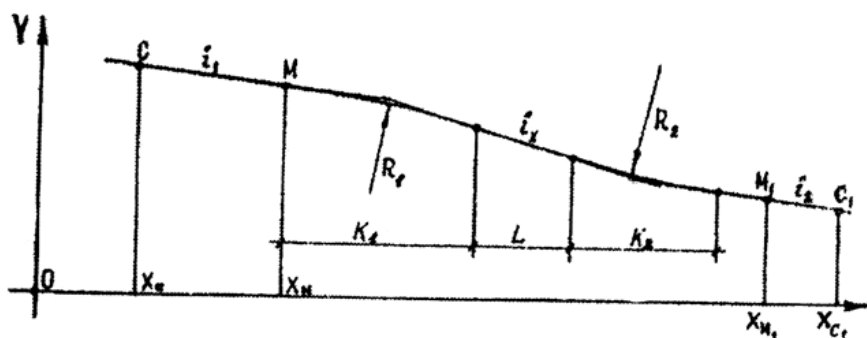


Рис. 9.5. Схема проектного поздовжнього профілю (перетин знаходиться на рівнинній території)

У даному випадку, заокруглення запроєктовані з найбільшими допустимими поздовжніми похилами i_1 та i_2 . Для розв'язання цієї задачі слід досягти, щоб сума довжин вертикальних кривих і отриманої величини прямої вставки не перевищувала довжину відрізка MM_1 . Ця умова може бути записана як:

$$R_1(i_x - i_1) + L + R_2(i_2 - i_x) \leq X_{M_1} - X_M. \quad (9.10)$$

Усі умовні позначки у формулі 32 відповідають позначкам на рис. 9.5.

Для розв'язання цієї задачі може бути використаний такий підхід.

Спочатку задаємо початкову величину поздовжнього похилу i_x , який можемо встановити графічно, зафіксувавши положення верхньої вертикальної опуклої кривої, помітивши положення нижньої вертикальної кривої, кінець якої співпадає з точкою M_1 , та положення прямої, що повинна їх сполучити. Потім, з умови (30) знаходимо величину прямої вставки L (бажано, щоб вона була в межах 10-20 м), а похил i_x не перевищував допустимий або винятковий для обмежених умов. Якщо пряма вставка більша бажаних меж, то величину поздовжнього похилу

прямої вставки слід поступово збільшувати, поки він не прийме граничних меж або не буде отримана бажана величина прямої вставки. Якщо умова (30) не виконується вже на початковому етапі, то слід змінити планове положення з'їзду.

Може трапитись випадок, коли вертикальні криві, що проходять через точки M і M_1 зафіксованого положення (тобто їх положення зафіксоване: відомі координати цих точок, радіуси цих кривих та величини поздовжніх похилів в цих точках) і їх слід сполучити прямою лінією (див. рис. 9.5). Тоді необхідно знайти величину поздовжнього похилу цієї лінії.

Основна умова – щоб отримана величина поздовжнього похилу не перевищувала нормативні або винятково допустимі величини для проєктування з'їздів на перетинах магістралей різних рівнів. В усіх наведених випадках проєктування поздовжніх профілів з'їздів, коли не виконуються нормативні та наведені умови, необхідно змінити планове положення з'їзду так, щоб зменшилась різниця відміток в точках примикань до магістралей, або збільшити радіуси заокруглень, що дасть можливість запроєктувати їх з більшими поздовжніми похилами.

Варто звернути увагу, що при проєктуванні вертикального планування тротуарів з'їздів їх поверхневий стік слід направляти у бік ліній лотків з'їздів.

10. Проєктування поверхневого стоку в межах перетину магістралей

Дотримання вимог до найменших величин поздовжніх похилів магістралей (для асфальтобетонних покриттів 5 ‰), рекомендованих поперечних похилів для проїжджої частини (20 ‰) та тротуарної частини (15 ‰) забезпечить необхідний водостік вздовж лотків магістралей та з'їздів.

Басейни збору поверхневого стоку в межах перетину магістралей визначати не доцільно (на примагістральній території можливе незалежне вирішення організації поверхневого стоку), тому гідрологічні та гідравлічні розрахунки гілок і колекторів (діаметри труб гілок і колекторів приймають як правило мінімальні) в межах перетину не проводять як недоцільні, а для вирішення проблеми водовідведення з поверхні території магістралі передбачають конструктивне розміщення зливоприймальних

споруд, які розміщують у лотках проїжджої частини, за такими принципами:

- необхідно забезпечити перехват поверхневого стоку, який буде надходити з проїжджої частини та тротуарів перетинаючої магістралі на з'їзди даного перетину та в'їзди (виїзди) на примагістральну територію;

- поверхневий стік, який буде надходити з проїжджої частини та тротуарів з'їздів не повинен потрапляти на проїжджу частину магістралі, що перетинається (бажано в місцях перед наземними пішохідними переходами);

- необхідно забезпечити відведення стоку з локальних понижених точок (у цьому випадку колодязь у пониженій точці магістралі, що перетинається з'єднується спеціальним відвод-колектором з найближчим магістральним зливоприймальними колектором).

Решту зливоприймальних споруд за відсутності притоку дощової води з примагістральної території розміщують конструктивно на відстанях, залежно від поздовжнього похилу ділянки магістралі (слід виключити з цього ряду ділянки локальних найвищих точок) згідно з п. 9.3 ДБН [2]:

- у разі похилу ділянки магістралі до 4 ‰ узяти відстань 50 м;
- у разі похилу в межах 4 - 6 ‰ – 60 м;
- у разі 6 - 10 ‰ – 70 м;
- у разі 10 - 30 ‰ – 80 м.

У разі поздовжнього похилу понад 30 ‰ відстань між зливоприймальними колодязями повинна бути не більше 90,0 м.

Зазвичай, в практиці проектування перетинів міських магістралей в різних рівнях після розміщення обов'язкових зливоприймальних колодязів, якщо між ними на магістралях понад 50 - 70 м, а на з'їздах понад 100 м – проектують проміжні колодязі.

Якщо за умовами рельєфу неможливо здійснити самостійне відведення поверхневого стоку з пониженої точки тунелю, то передбачається автоматична насосна станція перекачування поверхневого стоку до найближчих приймальних споруд.

Відведення поверхневого стоку з проїжджої частини шляхопроводів і естакад здійснюють з допомогою металевих трубок, вмонтованих у прогоні конструкції споруди, які повинні бути закриті решітками в рівні проїжджої частини.

11. Проектування штучної споруди перетину

Конструкцію штучної споруди розробляють відповідно до прийнятого типу перетину магістралей, як правило з використанням типових рішень.

Залежно від прийнятої величини прогону і прийнятого типу і перерізу балок визначається їх потрібна висота (в долях від величини прогону – це вже виконувалося при підрахунках за формулою 17). Ширину балок при збірних елементах приймають (у допустимих межах) залежно від підсумкової ширини проїжджої частини і тротуарів (по ширині штучної споруди повинна вклатися ціла кількість балок).

Розміри елементів стоянів і проміжних опор та їх тип (збірні, монолітні) приймають за типовими проектами. Конструкцію тротуарної частини приймають відповідно до ухваленого способу виконання робіт (монолітні тротуари чи збірні блоки). У процесі проектування штучної споруди проводять також розміщення освітлювальних опор та опор контактної електричної мережі.

У проєкті слід передбачити спряження підходів магістралей і з'їздів до штучної споруди перетину.

Якщо спряження передбачається з влаштуванням насипу ґрунту, то необхідно дотриматися похилу скосу не менше 1:1,75, що забезпечить стійкість порушеного ґрунту. Під час проведення скріплювальних робіт величина похилу скосу може бути прийнята 1:1,0.

Як правило, біля стояка шляхопроводу може бути утворена конічна поверхня з перехідним похилом скосу від величини, яку приймають для проведення скріплювальних робіт до прийнятої величини похилу скосу насипного ґрунту.

У разі влаштування виїмки ґрунту такі скоси слід передбачити з похилом не менше 1:1,5, як для злежалого ґрунту.

Розроблену конструкцію штучної споруди подають у трьох проєкціях з показом її спряження з поверхнею землі.

Для прикладу на рис. 11.1 показано два фрагменти проєкцій штучної споруди (поперечний розріз і поздовжній вигляд з частковим розрізом шляхопроводу, на якому показано тільки ті елементи, які потрапляють у площину перерізу).

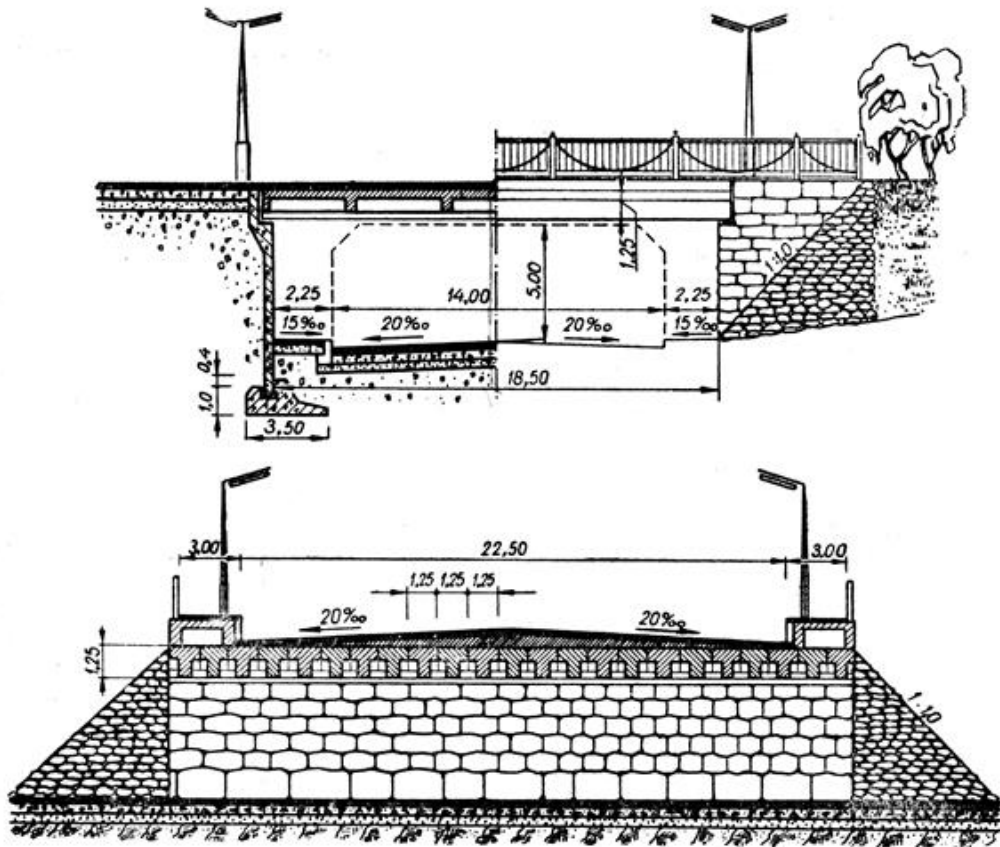


Рис. 11.1. Фрагменти проєкцій штучної споруди

У процесі прокладання інженерних мереж у конструкціях прогонів штучної споруди слід показати на кресленнях способи їх підвіски.

12. Розміщення підземних інженерних комунікацій та елементів наземного обладнання та благоустрою

Магістральні підземні інженерні мережі треба розміщувати переважно у межах поперечних профілів вулиць і доріг: під тротуарами та розділювальними смугами – інженерні мережі в колекторах, каналах або тунелях; у межах розділювальних смуг – теплові мережі, водопровід, газопровід, господарсько-побутову й дощову каналізацію [1, 2, 7].

За ширини проїжджої частини понад 22 м треба передбачати розміщення мереж водопроводу з обох боків вулиць. У межах перетину міських магістралей в різних рівнях способи прокладання підземних інженерних мереж будуть визначатися як характером рельєфу місцевості, так і його типом. У процесі влаштування шляхопроводів чи естакад

прокладання підземних інженерних комунікацій по магістралі, що буде проходити через їх отвір, як правило, здійснюють так само, як і на підходах до перетину (роздільне прокладання чи прокладання у колекторі). Залежно від місцевих умов підземні мережі магістралі, що проходить по верху, можуть прокладатися по магістралі або в обхід перетину з іншими магістралями.

Прокладання мереж по естакаді не допускається, а при прокладанні по шляхопроводу їх вкладають у канали під тротуарами або підвішують до конструкцій споруди, як показано на рис. 12.1. На схемі показано розміщення по шляхопроводу (а): 1 – трубопровід; 2 – кабелі; підвіска мереж до діафрагм (б); влаштування мереж на безроскісних поперечних балках (в).

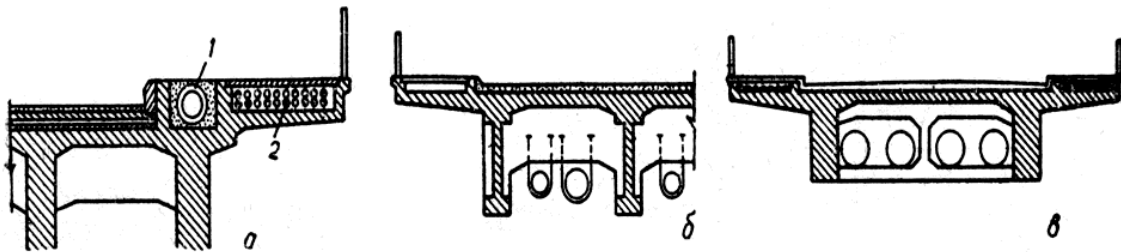


Рис. 12.1. Приклад прокладання інженерних мереж у межах перетину

Прокладання трубопроводів каналізації по мостах і шляхопроводах не допускається. Не бажане прокладання по шляхопроводах і напірних мережах великого діаметра (понад 400 мм).

У разі тунельного варіанта перетину магістралей прокладання підземних інженерних мереж магістралі, що проходить зверху (над тунелем), здійснюють, в основному, таким же чином, як і у разі варіанта шляхопроводу. За недостатньої висоти земляної товщі над тунелем (як правило менше 0,5 м) прокладання напірних трубопроводів здійснюють під тунелем за допомогою дюкерів. При висоті засипки понад 1 м, підземні інженерні мережі прокладаються в спеціальних кланах, блоках або в спеціальних футлярах.

Газопроводи під тунелями допускається розміщувати тільки у виключних випадках, за неможливості інших рішень.

Підземні інженерні мережі магістралі, що проходить у тунелі, за винятком зливоприймальних колекторів і деяких категорій кабелів, прокладають в обхід тунелю по пандусах або поза перетином.

Відстані за горизонталлю (у світлі) від найближчих підземних інженерних мереж до будинків і споруд та між сусідніми інженерними мережами за їх паралельного розміщення слід приймати з врахуванням вимог дод. И.1 ДБН [1].

Варто зазначити, що у процесі розташування інженерних мереж (наприклад, водогони, теплотраси, всі види каналізаційних мереж) треба враховувати вимоги відносно розрахункового рівня промерзання ґрунту для відповідного кліматичного району.

Розміщення підземних інженерних комунікацій треба показати на типовому поперечному профілі магістралей, а на плані їх перетину слід показати місце прокладання.

Освітлювальні опори (їх слід нанести на проєктний план магістралі) розміщуємо конструктивно з обох боків проїжджої частини з кроком 20, 40 або 50 м залежно від прийнятого типу світильників. Насамперед слід приділити увагу освітленню перехресть магістралей, наземних пішохідних переходів і примикань з'їздів і проїздів.

Забороняється встановлювати освітлювальні опори (щогли) та опори для контактних мереж у прогоні споруд. Освітлювальні прилади в тунелях вмонтовують в опори або опорядження, оскільки підвісні світильники потребують збільшення висоти тунелю.

У разі будівництва перетинів магістралей в різних рівнях почергово прокладання та перекладання інженерних підземних мереж повинно здійснюватися у суворій відповідності з проєктом перетину на перспективу, щоб уникнути необхідності їх чергового перекладання.

13. Організація пішохідного руху в межах перетину

Повна транспортна ефективність перетинів міських магістралей в різних рівнях досягається тільки при одночасній розв'язці на різних рівнях транспортного та пішохідного руху [7, 8].

Розв'язка транспортного і пішохідного руху на різних рівнях може бути здійснена за допомогою обладнання пішохідних містків підземних переходів (тунелів).

Пішохідні тунелі зазвичай розташовують безпосередньо під проїжджою частиною вулиці чи дороги, покриття якої в такому випадку влаштовується безпосередньо по верхніх конструкціях тунелю.

Заглиблення пішохідної частини тунелю на 2,5 - 3,0 м здійснюють тільки у випадках, коли над тунелем необхідно розмістити підземні інженерні комунікації. Входи в пішохідні тунелі найчастіше влаштовують зі сходами (пандуси використовують тільки з врахуванням планувальних мотивів, умов рельєфу та кліматичних умов). Влаштування закритих входів у пішохідний тунель обов'язково при встановленні ескалаторів або саморухомих тротуарів.

Ширину сходів і самого пішохідного тунелю визначають потрібною кількістю смуг руху для пропускання пішоходів у «години-пік» з врахуванням рекомендацій ДБН [2] (див. п. 6.4.9). При цьому найменша ширина тунелів може бути 3,0 м, а містків – 2,25 м.

Для пішохідних тунелів, містків, сходів і пандусів ширину однієї смуги руху приймають 1 м.

З умов будівельної індустрії при влаштуванні тунелів зі збірних елементів найчастіше використовують однопрогонові тунелі завширшки 4,0 м або двопрогонові – завширшки 8,0 м зі встановленням посередині колон з відстанню між ними 3,0 м. Габаритну висоту тунелю для пішохідного руху беруть 2,3 м.

Окремі пішохідні містки в межах перетину магістралей влаштовують тільки у випадках недоцільності суміщення з конструкціями основної штучної споруди. Найменшу ширину пішохідної частини приймають 2,25 м, а габаритну висоту для руху транспорту через отвір містка слід брати таку ж, як у найближчих штучних спорудах, залежно від категорії магістралі.

Враховуючи значну висоту підйому пішоходів (5,5 - 6,0 м), на сходах слід передбачати проміжні площадки завширшки 1,2 м через кожні 14 сходинок.

Рух пішоходів у межах перетину слід передбачати по боках магістралей та зовнішніх боках з'їздів.

У межах перетину магістралей в різних рівнях ширину пішохідної частини тротуарів на магістралях і з'їздах слід приймати за розрахунками, за відсутності даних про інтенсивність руху пішоходів за нормативами, але не менше ніж 2,25 м. На внутрішніх боках з'їздів ширину тротуарів слід брати 1,0 м для проходу службових осіб. Для руху пішоходів уздовж магістралей через з'їзди передбачають наземні пішохідні переходи.

У курсовому проєкті необхідно показати на схемі організації руху транспорту на перетині магістралей і схему організації пішохідного руху

(показують напрямки руху, місця розташування наземних і позавуличних пішохідних переходів). На цих схемах слід показати розрахункові обсяги руху і транспорту, і пішоходів. Якщо розрахункові обсяги пішохідного руху не були задані, то слід визначити ці обсяги відповідно до прийнятої ширини пішохідної частини тротуарів.

14. Визначення обсягів будівельних робіт

Значну частину робіт з влаштування перетину магістралей в різних рівнях будуть складати земляні роботи, до яких слід віднести роботи з влаштування виїмок і насипів ґрунту для будівництва проїжджої частини та пішохідної частини тротуарів магістралей і з'їздів, а також проведення опоряджувальних планувальних робіт всієї території перетину магістралей.

Для лінійних об'єктів, таких як автомобільні та залізничні дороги, а в окремих випадках, для міських вулиць і доріг, особливо на їх перетинах у різних рівнях, підрахунок обсягів земляних робіт доцільно здійснювати з допомогою робочих поперечних профілів (рис. 14.1), які будують на пікетажах, в «нульових точках» поздовжнього профілю та в місцях поздовжнього профілю магістралі зі значними робочими відмітками та інших характерних точках, які визначають за вертикального знімання, планування або на топографічній карті.

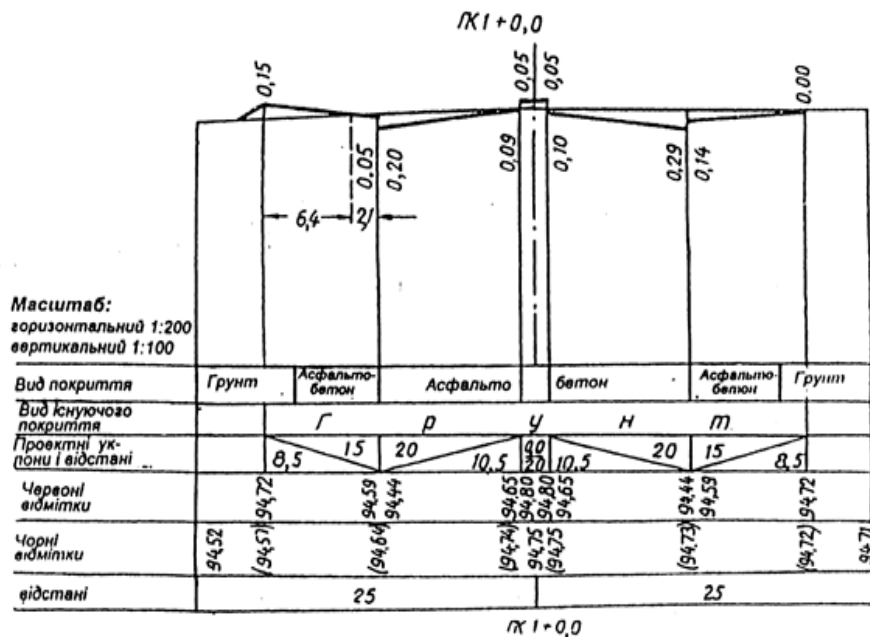


Рис. 14.1. Приклад оформлення робочого поперечного профілю

Для цього на поперечному профілі відповідного пікету (точки) у відповідних масштабах (як правило, горизонтальному 1:100 або 1:200 та вертикальному 1:100) викреслюють лінію поверхні землі (див. рис. 14.1), наносять відповідну точку з проектною відміткою осі магістралі (беруть з проектного поздовжнього профілю) і до неї прив'язують типовий поперечний профіль. Водночас, як правило, поперечний похил проїжджої частини магістралі приймають 20 ‰, похил поверхні ґрунту на її тротуарній частині – 15 ‰, а найменший поперечний похил окремих ділянок тротуарної частини з твердим покриттям за незначної їх ширини – 5 ‰, за умови забезпечення водостоку у бік лотків магістралі.

Потім визначають «чорні» (існуючі відмітки поверхні землі) та проектні відмітки в місцях лінії осі та лотка проїжджої частини, на лініях меж пішохідної частини тротуару в кожному робочому поперечному профілі. За межами магістралі (з'їзду) поверхню території сполучають з примагістральною територією таким чином, щоб був забезпечений поверхневий стік до зливоприймальних споруд. При цьому влаштовують укоси виїмки (1:1,5) або насипу ґрунту (1:1,75). Величини «чорних» і проектних відміток робочих поперечних профілів визначають як викладено в роботах [4, 6].

За межами території перетину магістралей необхідно визначитись, як буде сполучатися її проектна поверхня з поверхнею примагістральної території. Якщо з влаштуванням укосів насипу чи виїмки, то необхідно знайти точку нульових робіт з врахуванням прийнятої величини їх укосів. А якщо передбачається сполучити поверхню примагістральної території з проектною поверхнею перетину таким чином щоб забезпечувався поверхневий стік на проїжджу частину, то точку нульових робіт достатньо знайти графічним способом, що суттєво не вплине на точність підрахунків обсягів земляних робіт. У цьому випадку бажано прийняти найменшу величину поперечного похилу 15 ‰.

У кожному робочому поперечному профілі підраховують окремо площі зрізка та насипу ґрунту. Площу окремих фігур (трикутників і трапецій) знаходимо з допомогою відповідних геометричних формул. З креслень робочих поперечних профілів визначають по горизонталі висоти цих фігур, а їх основами будуть величини робочих відміток, значення яких визначають як різницю між величинами проектних та чорних відміток у відповідній точці цього профілю.

Потім розглядають два сусідні робочі поперечні профілі і визначають середні площі зрізків і насипів ґрунту, після чого перемножують отримані величини на відстань між цими перерізами. Таким чином отримують відповідні обсяги земляних робіт на даній ділянці. Для зручності підрахунків отримані результати заносять у відповідну табл. 14.1, а розглянувши всі подібні ділянки магістралі, отримують підсумковий обсяг земляних робіт.

Таблиця 14.1

Відомість обсягів земляних робіт

№ пор.	Місцерозташування поперечного профілю		Площа, м ²		Середня площа, м ²		Відстань між профілями, м	Обсяг земляних робіт, м ³	
	Пк	+	зрізок	насип	зрізок	насип		зрізання	насипання
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1					-	-	-	-	-
2									
3									
				
							Усього		

Обсяги земляних робіт з вилучення ґрунту для влаштування дорожнього одягу рекомендують підраховувати з врахуванням його розпушування за формулою:

$$V_{д.о} = \left(\frac{(1+p)}{100} \right) \cdot h_{д.о} B_{маг} L_{маг}, \quad (14.1)$$

де p – процент залишкового розпушування ґрунту (табл. 14.2);

$B_{маг}$ – ширина проїжджої частини, м;

$h_{д.о}$ – товщина дорожнього одягу, м; $L_{маг}$ – довжина ділянки проектування магістралі, м.

Ступінь розпушування ґрунту

Ґрунт	Приріст об'єму при розпушуванні ґрунту, %	
	початкове	залишкове
Піщаний	8 ... 17	1 ... 2.5
Торф	20 ... 30	3 ... 4
Суглинки	14 ... 28	1.5 ... 5
Глина	24 ... 30	4 ... 7
Тяжкі глини	26 ... 32	6 ... 9
Мергелі, опоки	33 ... 37	11 ... 15
Кам'янистий	30 ... 45	10 ... 20
Скельний	45 ... 50	20 ... 30

Врахування розпушування ґрунту при його вилученні під час влаштування корита для дорожнього одягу необхідне для організації транспортування надлишків ґрунту за межі майданчика будівництва магістралі.

За матеріалами проекту будівництва чи реконструкції перетину вулиць (доріг) визначають обсяги таких робіт: попередніх – розбирання наявного покриття проїжджої частини і тротуарів, знесення будівель і споруд; проектних – земляних, влаштування дорожнього одягу проїжджої частини, влаштування покриття тротуарів, влаштування водостічних споруд, озеленення та освітлення вулиці (дороги).

Обсяги з влаштування дорожнього одягу, покриття тротуарів, водостічних споруд, встановлення бортового каменю, озеленення та освітлення вулиці встановлюють відповідно до прийнятих проектних вирішень або шляхом відповідних вимірів на плані розміщення елементів вулиці (дороги). Зведена відомість обсягів основних будівельних робіт складається за формою, вказаною в табл. 14.1.

15. Визначення транспортно-експлуатаційних і техніко-економічних показників проекту

15.1. Кошторисно-фінансовий розрахунок

Кошторисно-фінансовий розрахунок будівництва запроєктованого перетину складають за табл. 15.1. Вихідними даними для цього є

встановлені обсяги основних будівельних робіт. У процесі його складання традиційно використовують каталоги Єдиних районних одиничних розцінок, в яких наведені вартості одиниці кожного виду будівельних робіт із врахуванням їх складності та особливостей району будівництва (у проекті це необхідно зробити з використанням вказаних розцінок).

Таблиця 15.1

Кошторисно-фінансовий розрахунок

№ пор.	Види будівельних робіт	Одиниця виміру	Вартість одиниці виміру, грн	Обсяг робіт	Загальна вартість, грн
1	Земляні роботи	тис. м ³			
2	Влаштування дорожнього одягу магістралей	м ²			
3	Влаштування дорожнього одягу тротуарів	м ²			
4	Влаштування водовідведення				
4.1	Влаштування або реконструкція дощеприймального колектора	1 м.п.			
4.2	Влаштування дощеприймальних колодязів	1 шт.			
5	Влаштування бортового каменю	1 м.п.			
6	Влаштування освітлювальних опор	шт.			
7	Влаштування позавуличного пішохідного переходу	м ²			
Проміжна сума					Σ
8	Перекладка підземних інженерних комунікацій	%	15%	Σ ₍₁₋₇₎ * 0,15	
9	Вартість штучної споруди	м ²			
Остаточна сума					Σ

Загальну вартість виконаного виду будівельної роботи визначають так, як добуток її обсягу на вартість одиниці.

Після підрахунку вартості будівництва запроєктованого перетину вулиць (доріг) слід навести або встановити транспортно-економічні показники проекту:

- обсяги земляних робіт (виїмки та насипу ґрунту);
- найбільшу величину повздовжнього похилу;
- кількість будівель та споруд, що підлягають зносу;
- кількість перетинів потоків в одному рівні;
- вартість будівництва всього об'єкта;
- вартість будівництва 1 м² проїзної частини;
- вартість 1 м² проїзної частини;
- вартість 1 м² дорожнього одягу.

Вартість будівництва всього об'єкта і 1 км вулиці (дороги) встановлюють безпосередньо за підсумковими даними кошторисно-фінансового розрахунку.

Визначаючи вартість будівництва 1 м² вулиці, враховують усі витрати на будівництво об'єкта, які відносяться до 1 м² запроєктованої вулиці.

Вартість будівництва проїзної частини визначають за величиною витрат на будівництво дорожнього одягу, водовідвідних споруд та установлення бортового каменю.

Визначаючи вартість 1 м² дорожнього одягу, враховують тільки витрати на влаштування корита, основи, підстиляючого шару та покриття.

15.2. Річні дорожні витрати

Річні дорожні витрати до реконструкції D визначають як витрати, які складаються зі щорічних витрат на реконструкцію, капітальний та поточний ремонт дорожнього одягу, а також утримання дорожнього покриття перетину, і розраховують за формулою:

$$D = 0,01 \cdot C_{од} \cdot (p_1 + p_2) + F \cdot a, \quad (15.1)$$

де $C_{од}$ – вартість будівництва дорожнього одягу;

p_1 – щорічний процент відрахувань на реконструкцію та капітальний ремонт дорожнього одягу (у курсовому проєкті рекомендується приймати 5%);

p_2 – щорічний процент відрахувань на поточний ремонт дорожнього одягу (у курсовому проєкті рекомендується приймати 1%);

F – площа дорожнього покриття;

a – вартість утримання м² дорожнього покриття перетину.

Річні дорожні витрати **після реконструкції** D' розраховують за тією ж формулою з підставленням відповідних значень.

Оскільки площа дорожнього покриття перетину в різних рівнях зазвичай є більшою за площу регульованого чи нерегульованого перетину до реконструкції, то річні дорожні витрати **після реконструкції** D' скоріше за все будуть більшими за річні дорожні витрати **до реконструкції** D :

$$D' > D. \quad (15.2)$$

Для оцінки ефективності влаштування перетину в різних рівнях порівняно з іншою схемою організації дорожнього руху, доцільно розрахувати величину ΔD , на яку буде збільшено річні дорожні витрати після реконструкції, порівняно з ситуацією до неї:

$$\Delta D = D' - D, \quad (15.3)$$

де ΔD – різниця дорожніх витрат до і після реконструкції, грн.

15.3. Річні транспортні втрати

До реконструкції:

Витрати на проходження регульованого перехрестя будуть складатися із втрат на його проходження у вільному режимі і втрат від простоїв транспорту у світлофора. Для кожної магістралі їх визначають за такою формулою до реконструкції (ΣK) і після ($\Sigma K'$):

$$\Sigma K = (\Sigma T_{\text{год}} + \Sigma T_{\text{дод}}) \times S, \quad (15.4)$$

де $\sum T_{год}$ – сумарні втрати часу в межах стоп-ліній на перетині до реконструкції; $\sum T_{одд}$ – сумарні втрати часу на переміщення від меж перетину після реконструкції до стоп-лінії на перетині до реконструкції;

N – прийнята вартість 1 год часу, грн.

Втрати часу в межах стоп-ліній на перетині до реконструкції визначають за формулою:

$$T_{год} = N \cdot \frac{t_k + 2t_{ж}}{2 \cdot 3600 \cdot T_{ц}} ((t_k + t_{ж}) + 0,56V) \cdot \frac{365}{\beta}, \quad (15.5)$$

де $T_{год}$ – витрати через простій транспорту біля світлофорів при русі у відповідному напрямку, маш.-год;

N – інтенсивність руху транспорту у відповідному напрямку, авт./год.

t_k – тривалість червоного сигналу, с;

$t_{ж}$ – тривалість жовтого сигналу, с;

$T_{ц}$ – тривалість світлофорного циклу, с;

V – розрахункова швидкість прямування на перетині, км/год;

β – коефіцієнт добової нерівномірності руху транспорту.

Розрахунки $T_{год}$ виконують для кожного з входів на перетин окремо. Скільки вузол має входів, стільки ж буде розрахунків $T_{год}$:

$$\sum T_{год} = T_1 + T_2 + \dots + T_n. \quad (15.6)$$

Втрати часу на переміщення від меж перетину після реконструкції до стоп-лінії на перетині до реконструкції визначають за формулою:

$$T_{одд} = N_i \cdot \frac{S}{V} \cdot \frac{1}{3600} \cdot \frac{365}{\beta}, \quad (15.7)$$

де N_i – інтенсивність руху транспорту у відповідному напрямку, авт./год;

S – відстань від меж перетину після реконструкції до стоп-ліній на перетині до реконструкції у відповідному напрямку, м;

β – коефіцієнт добової нерівномірності руху транспорту.

Розрахунки $T_{\text{дод}}$ виконують для кожного з входів і виходів на перетин окремо. Скільки вузол має входів і виходів, стільки ж буде розрахунків $T_{\text{дод}}$:

$$\sum T_{\text{год}} = T_1 + T_2 + \dots + T_n. \quad (15.8)$$

Після реконструкції:

Для зручності підрахунків доцільніше спочатку визначити для кожного напрямку вулиць витрати від простою транспорту біля світлофорів, а потім вести підрахунки річних транспортних витрат, якщо заповнити форми-таблиці – 15.2, 15.3 та 15.4 (і для регульованого перехрестя, і для саморегульованого кільцевого перехрестя).

Таблиця 15.2

**Таблиця інтенсивності руху транспорту
в «години-пік» на перетині магістралей за напрямками, авт./год
(беруть згідно із завданням на проєктування)**

Напря́м в'ї́зду до перетину (<i>i</i>)	Напря́м виї́зду з перетину магістралей (<i>j</i>)			
	1	2	3	4
1	N_{ij}	N_{ij}	N_{ij}	N_{ij}
2	N_{ij}	N_{ij}	N_{ij}	N_{ij}
3	N_{ij}	N_{ij}	N_{ij}	N_{ij}
4	N_{ij}	N_{ij}	N_{ij}	N_{ij}

де N_{ij} – інтенсивність руху транспорту в *ij*-напрямку, авт./год.

Таблиця 15.3

**Таблиця витрат часу на рух транспорту через перетин магістралей
за напрямками, с**

Напря́м в'ї́зду до перетину (<i>i</i>)	Напря́м виї́зду з перетину магістралей (<i>j</i>)			
	1	2	3	4
1	T_{ij}	T_{ij}	T_{ij}	T_{ij}
2	T_{ij}	T_{ij}	T_{ij}	T_{ij}
3	T_{ij}	T_{ij}	T_{ij}	T_{ij}
4	T_{ij}	T_{ij}	T_{ij}	T_{ij}

де T_{ij} – час, який витрачає автомобіль для проходження перетину в його межах ij -напрямку, с.

Таблиця 15.4

Таблиця підрахунку витрат часу на рух транспорту через перетин магістралей за напрямками і в цілому в години «пiк», с

Напря́м в'ї́зду до перетину (<i>i</i>)	Напря́м виї́зду з перетину магістралей (<i>j</i>)				Усього за напрямками в'їзду
	1	2	3	4	
1	$N_{ij} T_{ij}$	$N_{ij} T_{ij}$	$N_{ij} T_{ij}$	$N_{ij} T_{ij}$	
2	$N_{ij} T_{ij}$	$N_{ij} T_{ij}$	$N_{ij} T_{ij}$	$N_{ij} T_{ij}$	
3	$N_{ij} T_{ij}$	$N_{ij} T_{ij}$	$N_{ij} T_{ij}$	$N_{ij} T_{ij}$	
4	$N_{ij} T_{ij}$	$N_{ij} T_{ij}$	$N_{ij} T_{ij}$	$N_{ij} T_{ij}$	
Усього за напрямками виїзду					$\sum_{i=1}^{i=n} \sum_{j=1}^{j=n} N_{ij} T_{ij}$

Для отримання показників клітинок табл. 15.4 необхідно перемножити показники відповідних клітинок табл. 15.2 і 15.3. Підбивши суму клітинок останнього рядка, отримаємо в правій нижній клітинці табл. 15.4 величину підсумкових річних витрат часу на рух транспорту в межах перетину, а зробивши суму клітинок останнього правого стовпчика, отримаємо можливість зробити контроль цих обчислень.

Річні транспортні витрати $\Sigma K'$ на рух транспорту в межах перетину визначають за формулою:

$$\Sigma K' = \sum_{i=1}^{i=n} \sum_{j=1}^{j=n} / 3600 * \frac{365}{\beta} * H, \quad (15.9)$$

де N_{ij} – річна інтенсивність руху транспорту через перетин в ij -напрямку (i -напря́м в'ї́зду до перетину, а j -напря́м виї́зду з нього), авт.;

T_{ij} – затрати одного екіпажу на рух транспорту в межах перетину в ij -напрямку, с;

H – прийнята вартість 1 год часу, грн;

β – коефіцієнт добової нерівномірності руху транспорту.

Очікуваний соціально-економічний ефект від реконструкції ΔK встановлюють так:

$$\Delta K = K' - K. \quad (15.10)$$

15.4. Термін окупності капіталовкладень

У процесі реконструкції перетину магістралей в різних рівнях термін окупності (T_0) капіталовкладень визначаємо за формулою:

$$T_0 = \frac{C}{(K+D)-(K'+D')}, \quad (15.11)$$

де C – кошторисна вартість варіанта будівництва перетину магістралей, грн;

K і K' – річні транспортні втрати до та після реконструкції відповідно, грн;

D і D' – річні дорожні втрати до та після реконструкції відповідно, грн.

Коефіцієнт ефективності капіталовкладень можна встановити за такою формулою:

$$E = \frac{1}{T_0}. \quad (15.12)$$

15.5. Щорічні економічні зведені витрати

За варіантного проектування перетину магістралей завдання оптимізації перетинів магістралей в різних рівнях можна вважати вирішеним, якщо досягнена така цільова функція:

$$Y = F \cdot a + D + M + P + Z + S_{\text{тр}} + V_{\text{дтп}} \rightarrow \min, \quad (15.13)$$

де Y – щорічні економічні зведені витрати на влаштування та експлуатацію перетинів магістралей в різних рівнях, грн;

F – площа території перетину магістралей в різних рівнях, m^2 ;
 a – ринкова річна вартість $1 m^2$ території в місці розташування перетину магістралей, грн;
 D – річні дорожні витрати на зведення перетину в різних рівнях, грн;
 M – річні експлуатаційні витрати на підтримання споруд перетину в різних рівнях в задовільному стані, грн;
 P – річні зведені витрати на заходи, які необхідно провести з огляду на перекладку підземних інженерних комунікацій, зносом будівель і споруд, їх поновленням на іншій території, переміщенням цінних історичних об'єктів та ін., грн;
 Z – річні зведені витрати на заходи пов'язані зі зниженням негативного впливу транспорту на навколишнє середовище, грн;
 $S_{тр}$ – річні транспортні витрати на рух транспорту в межах перетину магістралей, грн;
 $V_{дтп}$ – вірогідні щорічні втрати від дорожньо-транспортних пригод при влаштуванні варіантів перетину в різних рівнях, грн.

За варіантного проектування перетину магістралей потрібно визначати основні транспортно-експлуатаційні показники:

- площа території перетину магістралей в різних рівнях – F , га;
- довжина магістралей, що пересікаються, – L_m , м;
- підсумкова довжина з'їздів в одnobічному підрахуванні – L_z , м;
- площа дорожніх покриттів магістралей – F_m , m^2 ;
- площа дорожніх покриттів з'їздів – F_z , m^2 ;
- загальна довжина шляхопроводів чи тунелів в одnobічному підрахуванні – $L_{шл}$, м;
- розрахункова швидкість руху транспортних засобів через варіант перетину в прямому, правоповоротному та лівоповоротному напрямках: $V_{пр}$, $V_{прав}$, $V_{лів}$, м/с (км/год);
- час пробігу транспортного засобу через варіант перетину в прямому, правоповоротному та лівоповоротному напрямках: $T_{пр}$, $T_{прав}$, $T_{лів}$, с;
- пропускна здатність варіанта перетину в прямому, правоповоротному та лівоповоротному напрямках: $N_{пр}$, $N_{прав}$, $N_{лів}$, авт./год;
- рівень забезпечення безпеки руху на даному варіанті перетину $K_{дтп}$ (імовірна кількість ДТП на 10 млн авт.).

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Планування та забудова територій: ДБН Б.2.2-12:2019. – [Чинний від 2019–10–01]. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2019. – 177 с.
2. Вулиці та дороги населених пунктів: ДБН В.2.3-5-2018. – [Чинний від 2018–09–01]. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2018. – 55 с.
3. Споруди транспорту. Автостоянки і гаражі для легкових автомобілів: ДБН В.2.3-15:2007. – [Чинний від 2007–08–01]. – К.: Мінбуд України, 2007. – 81 с.
4. Міські вулиці і дороги: методичні вказівки до виконання практичних занять і курсового проєкту / уклад.: М.М. Осетрін, С.І. Ботвіновська, Д.І. Плотнікова, П.П. Чередніченко. – Київ, КНУБА, 2017. – 44 с.
5. Митин Н.А. Таблицы для разбивки кривых на автомобильных дорогах. – М.: Недра, 1978. – 469 с.
6. Чередніченко П.П. Вертикальне планування вулично-дорожньої мережі міст: навчальний посібник для студентів ВНЗ. – К.: КНУБА, 2002. – 180 с.; 2-е вид. стереотипне – К., КНУБА(ІПО), 2008. – 180 с.
7. Осетрін М.М. Міські дорожньо-транспортні споруди: навчальний посібник для студентів ВНЗ. – К.: ІЗМН, 1997. – 196 с.
8. Рейцен Є.О. Організація і безпека міського руху: навчальний посібник. – К.: ТОВ «СІК ГРУП Україна», 2014. – 454 с.
9. Містобудування. Довідник проєктувальника / за ред. Т.Ф. Панченко. – Укрархбудінформ, 2001. – 192 с.; 2-е вид. доп. – К.: Укрархбудінформ, 2006. – 190 с.
10. Транспортне імітаційне моделювання: методичні вказівки до виконання практичних занять і курсового проєкту / уклад.: М.М. Осетрін, В.П. Тарасюк, М.І. Дорош та ін. – К.: КНУБА, 2021 – 100 с.
11. Осетрін М.М. Інженерне обладнання та облаштування вулиць: навчальний посібник у 2 частинах / М.М. Осетрін, Т.О. Шилова, П.П. Чередніченко. – К.: КНУБА, 2011. – 96 с.
12. Осетрін М.М. Інженерне облаштування міських вулиць та доріг: навчальний посібник / М.М. Осетрін, Т.О. Шилова, П.П. Чередніченко, А.Ю. Васильєва. – К.: КНУБА, 2022. – 188 с.

13. Транспортне планування міст: підручник / за заг. ред. В.П. Поліщука; О.В. Красильнікова, О.П. Дзюба. – К.: Знання України, 2014. – 371 с.
14. Потійчук О.Б. Транспортні розв'язки: навчальний посібник / О.Б. Потійчук, Л.М. Піліпака. – Рівне: НУВГП, 2013. – 274 с.
15. Леонтович В.В. Вертикальная планировка городских территорий. – М.: Высшая школа, 1985. – 119 с.
16. Дьомін М.М. Містобудівні інформаційні системи. Містобудівний кадастр. Первинні елементи структури об'єктів містобудування та територіального планування / М.М. Дьомін, О.І. Сингаївська. – Київ: Фенікс, 2015. – 213 с.
17. Лобанов Е. М. Транспортная планировка городов. – М.: Транспорт, 1990. – 240 с.
18. Дьомін М.М. Сингаївська О.І. Містобудівні інформаційні системи. Містобудівний кадастр. Первинні елементи структури об'єктів містобудування та територіального планування / М.М. Дьомін, О.І. Сингаївська. – Київ: Фенікс, 2015. – 213 с.
19. Ключниченко Є.Є. Управління розвитком міст: навчальний посібник. – К.: КНУБА, 2015. – 160 с.
20. Шилова Т.О. Урбоекологія: навчальний посібник. – К.: КНУБА, 2016. – 261 с.

ДОДАТКИ

Додаток А

Приклад завдання

Варіант № 1

ЗАВДАННЯ

на виконання курсового проєкту з дисципліни «Міські дорожньо-транспортні вузли та споруди» студенту

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема курсового проєкту «Проект перетину міських магістралей в різних рівнях».
2. Термін здачі студентом закінченого проєкту_____.
3. Вихідні дані до проєкту:
 - 1) Місто (або дорожньо-кліматична зона) – Київ_____.
 - 2) Категорія магістралей, що перетинаються:

Таблиця А.1

Магістраль 2-4		Магістраль 1-3				
		Магістральні дороги		Магістральні вулиці		
		Безперервного руху	Регульованого руху	Загальноміського значення		Районного значення
Безперервного руху	Регульованого руху					
Магістральні дороги	Безперервного руху					
	Регульованого руху					
Магістральні вулиці	Загальноміського значення	Безперервного руху				
		Регульованого руху			х	
	Районного значення					

- 3) План перетину в масштабі 1:2000.
- 4) Характер забудови – багатоповерхова.
- 5) Тип покриття проїжджої частини – асфальтобетон.
- 6) Ґрунтові умови – суглинки.

7) Підземні інженерні мережі – водопровід, каналізація, газопровід, теплопровід, водостік, кабелі зовнішнього освітлення, кабелі низької та високої напруги.

8) Розрахункова швидкість на перетині – 30 км/год.

9) Цикл світлофорного регулювання для магістралі 1-3:

$$T_{ч} = \underline{40} \text{ с;}$$

$$T_{ж} = \underline{4} \text{ с;}$$

$$T_{з} = \underline{40} \text{ с;}$$

10) Інтенсивність руху пішоходів у години пік, чол./год:

Таблиця А.2

Напрямок магістралей		Вихід			
		1	2	3	4
Вхід	1	-	150	1500	995
	2	410	-	1005	135
	3	830	1105	-	1355
	4	1050	2050	1010	-

11) Перспективна інтенсивність руху транспорту на перетині, прив. од./год:

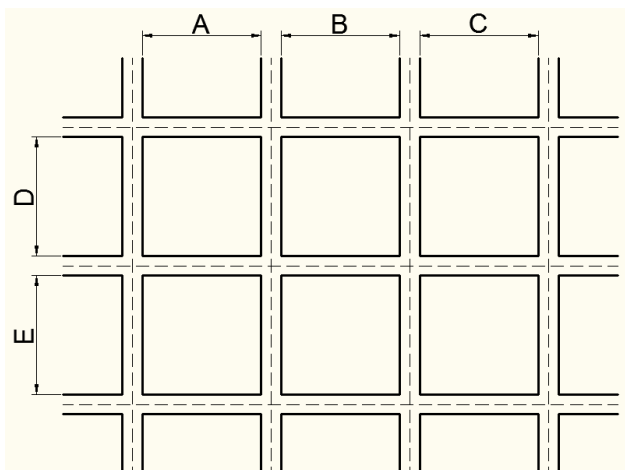
Таблиця А.3

Напрямок магістралей		Вихід			
		1	2	3	4
Вхід	1	-	155	1775	155
	2	150	-	155	1555
	3	1745	255	-	255
	4	100	1500	200	-

12) Відсоток вантажних автомобілів – 12 %.

13) Коефіцієнт добової нерівномірності руху – 0,085.

14) Перетин на ВДМ міста:



A	B	C	D	E
900	900	900	900	900

4. Принципи оцінювання:

- **60 кредитів** – виконаний згідно з вимогами завдання проєкту;
- **10 кредитів** – відвідування практичних занять (100 % відвідувань = 10 кредитів, 0 % = 0 кредитів, конкретний бал встановлюється інтерполяцією і округлюється на користь студента);
- **10 кредитів** – імітаційне мікромодельювання транспортних потоків (наприклад, за допомогою програмного забезпечення PTV Vissim) або 3D-модель перетину;
- **10 кредитів** – наукова стаття на релевантну завданням проєкту тематику;
- **10 кредитів** – участь у реальному дослідженні, пов'язаному з міською мобільністю у Києві чи іншому місті України, що потребує не менше 10 год часу. Якщо менше, то пропорційно зменшуються і кредити.
- **5 кредитів** – прочитана на 100 % 1-ша з рекомендованих книг;
- **5 кредитів** – прочитана на 100 % 2-га з рекомендованих книг.
- **10 кредитів** – своєчасна здача проєкту (до першого іспиту з даної дисципліни).

У разі неприпустимого затягування термінів здачі курсового проєкту (починаючи із наступного робочого дня після 2-го іспиту (1-ї перездачі) з дисципліни), викладач, що його приймає, залишає за собою право на виставлення 60 балів на свій розсуд, без урахування будь-яких надбавок, але за умови досягнення хоча б цього значення балу.

5. Дата видачі завдання _____

Керівник _____
(підпис)

Завдання прийняв до виконання _____
(підпис)

Приклад завдання

ЗАВДАННЯ

на виконання курсового проєкту з дисципліни «Міські дорожньо-транспортні вузли і споруди в різних рівнях» на тему «Техніко-економічне обґрунтування влаштування перетину міських магістралей в різних рівнях»

Таблиця Б.1

№ пор.	Перелік основних даних і вимог	Основні дані та вимоги
1	2	3
1	Назва та місцезнаходження	Перетин вул. Басейної з вул. Еспланадною, вул. Шовковичною, вул. Мечникова та бульв. Лесі Українки
2	Перелік документів, на підставі яких надається послуга	Генеральний план міста, Комплексна схема транспорту міста, Закон України Про дорожній рух, ДБН 360-92**: «Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень», ДБН В.2.3-5-2018: «Вулиці та дороги населених пунктів», посібник М.М. Осетрін: «Міські дорожньо-транспортні споруди», методичні вказівки: «Міські дорожньо-транспортні системи, вузли і споруди»; Чередніченко П.П.: «Вертикальне планування вулично-дорожньої мережі міст: Навчальний посібник для студентів ВНЗ».
3	Основна мета та завдання	Основні пріоритетні завдання у процесі влаштування перетину міських магістралей в різних рівнях: 1. Підвищення безпеки руху. 2. Підвищення пропускної здатності. 3. Впорядкованість. Досягається каналізуванням транспортного та пішохідного руху. 4. Скорочення часу очікування. 5. Екологічні аспекти. 6. Економічність. Досягається зменшенням витрат на утримання, якщо немає світлофорів.
4	Опис об'єкта	Перетин міських магістралей в різних рівнях – це комплекс дорожніх споруд (мостів, тунелів, доріг), призначений для мінімізації перетинів транспортних потоків і, як наслідок, для збільшення пропускної здатності доріг.
5	Основні етапи розробки та перелік вимог, встановлених даним документом	1. Збір та аналіз вихідних даних для планування: • аналіз категорій магістралей, що перетинаються; • аналіз ролі перетину за Генеральним планом та Комплексною схемою транспорту; • розрахунок інтенсивності транспорту в межах перетину. Результати надають у вигляді добової та «пікових» (зазвичай ранковий та вечірній «піки») матриць; • розрахунок пасажиропотоків у межах перетину. Результати надають у вигляді добової матриці; • аналіз пішохідного руху в межах перетину; • аналіз велосипедного руху в межах перетину; • аналіз існуючої схеми організації дорожнього руху; • аналіз інфраструктури громадського транспорту в межах перетину.

1	2	3
6	Основні етапи розробки та перелік вимог, встановлених даним документом	<p>2. Планування перетину міських магістралей в різних рівнях:</p> <ul style="list-style-type: none"> • вибір розрахункової швидкості на підходах та безпосередньо на перетині; • аналіз поперечних профілів магістралей на підходах до перетину; • коригування ширини пішохідної частини тротуарів; • коригування поперечних профілів магістралей на підходах до перетину та на його території; • вибір унікального планувального рішення; • планування пішохідного руху в межах перетину; • планування руху велосипедистів в межах перетину • планування руху громадського транспорту в межах перетину; • планування поверхневого стоку на території перетину; • проєктування повздовжніх профілів магістралей, що перетинаються; • проєктування повздовжніх профілів з'їздів (за необхідності); • вертикальне планування території перетину; • схема організація руху транспорту та пішоходів на перетині. <p>3. Планування руху громадського транспорту та його інфраструктури в межах перетину.</p> <p>4. Планування розміщення інженерного облаштування на перетині.</p> <p>5. Визначення обсягу основних будівельних робіт.</p> <p>6. Кошторисно-фінансовий розрахунок за укрупненими показниками.</p> <p>7. Визначення транспортно-експлуатаційних і техніко-економічних показників проєкту.</p>
7	Термін виконання	до _____
8	Вимоги до оформлення звіту про результати	<p>Звіт повинен вміщувати графічну частину і пояснювальну записку. У графічній частині треба виконати на окремих аркушах формату виключно А1:</p> <p>1. Аркуш № 1: план перетину магістралей (М 1:1000), що враховує:</p> <ul style="list-style-type: none"> • геометричні елементи перетину; • всі необхідні розміри елементів перетину; • межі перетину; • прив'язки до пікетів; • схему організації дорожнього та пішохідного руху на перетині; • підземне і надземне інженерне облаштування (освітлення, огороження озеленення, водовідвід, дорожні знаки, дорожня розмітка, зупиночні пункти, пішохідні переходи, конструкція дорожнього одягу тощо); • основні типові розрізи, не менше двох.
9	Вимоги до оформлення звіту про результати	<ul style="list-style-type: none"> • картограми інтенсивності транспортних і пасажиропотоків; • основні транспортно-експлуатаційні показники проєкту: середня швидкість руху транспорту на перетині до та після реконструкції [км/год], середній час затримки на перетині до та після реконструкції [с], максимальна пропускна здатність перетину до та після реконструкції [авт/год]; • основні техніко-економічні показники проєкту: вартість реконструкції [грн], різниця дорожній витрат до і після реконструкції [грн], очікуваний соціально-економічний ефект від реконструкції [грн], термін окупності капіталовкладень [років], коефіцієнт ефективності капіталовкладень; • умовні позначення.

Закінчення дод. Б

Закінчення табл. Б.1

1	2	3
		<p>2. Аркуш № 2: проектні повздовжні профілі магістралей, що перетинаються згідно з розробленим варіантом Мгор 1:1000, Мвер 1:100. Проектні повздовжні профілі з'їздів (за необхідності), Мгор 1:1000, Мвер 1:100.</p> <p>3. Аркуш №3: план перетину магістралей в проектних горизонталях у масштабі М 1:500, що враховує:</p> <ul style="list-style-type: none">• вертикальне планування перетину;• поперечні профілі магістралей існуючі та проектні (М1:100 або 1:200);• план прокладання в межах перетину магістралей підземних інженерних мереж;• водоприймальні колодязі;• умовні позначення; <p>4. Пояснювальна записка має містити описані всі етапи планування з належними розрахунками, а також список використаних джерел.</p>

Дата видачі завдання _____

Керівник _____

(підпис)

Завдання прийняв до виконання _____

(підпис)

Для нотаток

Навчально-методичне видання

МІСЬКІ ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНІ ВУЗЛИ І СПОРУДИ

Методичні вказівки
до виконання практичних завдань і курсового проєкту
для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»,
які навчаються за освітньою програмою
«Міське будівництво та господарство»

Укладачі: **ОСЕТРІН** Микола Миколайович,
БЕСПАЛОВ Дмитро Олександрович,
ТАРАСЮК Володимир Петрович та ін.

Випусковий редактор *В.С. Сасько*
Комп'ютерне верстання *Д.М. Ніколаєвич*

Підписано до друку 15.03.2023. Формат 60x84_{1/16}
Ум. друк. арк. 3,49. Обл.-вид. арк. 3,75.
Електронний документ. Вид. № 18/III-23

Видавець і виготовлювач:
Київський національний університет будівництва і архітектури
Повітрофлотський проспект, 31, Київ, Україна, 03037

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів
видавничої справи ДК № 808 від 13.02.2002 р.