

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Київський національний університет будівництва і архітектури

М. М. Осетрін, Д. О. Беспалов, В. П. Тарасюк

МІСЬКІ ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНІ ВУЗЛИ І СПОРУДИ

Конспект лекцій

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

Київ 2023

УДК 711.1
О-72

Рецензент П. П. Чередніченко, доцент

*Затверджено на засіданні навчально-методичної ради
Київського національного університету будівництва і архітектури,
протокол № 1 від 22 вересня 2022 року.*

Осетрін М. М.

О-72 Міські дорожньо-транспортні вузли і споруди : конспект лекцій /
М. М. Осетрін, Д. О. Беспалов, В. П. Тарасюк. – Київ : КНУБА,
2023. – 56 с.

Розглянуто основні принципи та вимоги до проєктування й
експлуатації міських дорожньо-транспортних вузлів і споруд.

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

УДК 711.1

© М. М. Осетрін,
Д. О. Беспалов,
В. П. Тарасюк, 2023
© КНУБА, 2023

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| ВСТУП | 4 |
| Лекція 1. Вступ. Об'єкт, предмет і мета вивчення дисципліни. Місце дорожньо-транспортних вузлів і споруд у транспортній системі міста | 5 |
| Лекція 2. Міські дорожньо-транспортні вузли в різних рівнях | 9 |
| Лекція 3. Техніко-економічне обґрунтування доцільності влаштування міських дорожньо-транспортних вузлів у різних рівнях | 11 |
| Лекція 4. Проектування міських дорожньо-транспортних вузлів і споруд у різних рівнях | 14 |
| Лекція 5. Інженерно-планувальні схеми міських дорожньо-транспортних вузлів у різних рівнях | 17 |
| Лекція 6. Інженерно-планувальні схеми міських дорожньо-транспортних вузлів у різних рівнях | 20 |
| Лекція 7. Проектування поперечних профілів міських магістралей у межах перетину магістралей у різних рівнях | 22 |
| Лекція 8. Проектування поздовжніх профілів міських магістралей у межах перетину в різних рівнях | 24 |
| Лекція 9. Проектування з'їздів на перетині міських магістралей у різних рівнях | 26 |
| Лекція 10. Вертикальне планування території в межах перетину магістралей у різних рівнях | 28 |
| Лекція 11. Благоустрій та інженерне облаштування МТДВС | 30 |
| Лекція 12. Техніко-економічні і транспортно-експлуатаційні показники МТДВС у різних рівнях | 34 |
| Лекція 13. Міські мости як елементи транспортної системи міста | 37 |
| Лекція 14. Міські мости як елементи транспортної системи міста | 40 |
| Лекція 15. Міські естакади як елементи транспортної системи міста | 41 |
| Лекція 16. Міські тунелі як елементи транспортної системи міста | 47 |
| Лекція 17. Міські тунелі як елементи транспортної системи міста | 49 |
| Лекція 18. Міські площі як елементи транспортної системи міста | 52 |
| Запитання для самоконтролю | 54 |
| Список літератури | 55 |

ВСТУП

Вивчення дисципліни базується на знаннях, отриманих після вивчення дисциплін «Інженерна геодезія», «Планування та благоустрій міст», «Міські вулиці та дороги», «Міський транспорт» та інших. Засвоєння змістовних модулів дисципліни в подальшому сприятиме навчанню в аспірантурі, а також виконанню курсового проєкту й магістерської роботи.

У дисципліні комплексно розкриваються теоретичні та прикладні основи формування системи міських дорожньо-транспортних споруд у планувальній структурі міста.

За результатами вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

знати: роль і місце міських дорожньо-транспортних споруд у планувальній структурі міста; основні принципи організації руху транспорту та пішоходів на перетинах міських вулиць і доріг; основні вимоги до проєктування вузлів міських вулиць і доріг в одному та різних рівнях; підходи до організації пішохідного та велосипедного руху в містах;

уміти: збирати й аналізувати дані для проєктування та розробки відповідної проєктної документації з використанням потрібних інженерних розрахунків, дотримуючись державних будівельних норм і правил; виконувати містобудівну та техніко-економічну оцінку проєктних рішень; здійснювати оцінку ефективності містобудівних рішень з використанням сучасних підходів і методів.

Для придбання практичних навичок у проєктуванні за тематикою навчальної дисципліни виконується курсовий проєкт на тему «Проєктування дорожньо-транспортного вузла у різних рівнях». Існує можливість виконання проєкту на реальній основі.

У процесі викладання навчальної дисципліни використовуються словесний, інформаційно-ілюстративний, наочний і практичний, проблемний і пошуковий методи навчання із застосуванням лекцій, задач, ситуаційних завдань, комплексних розрахункових завдань.

Лекція № 1

ВСТУП. ОБ'ЄКТ, ПРЕДМЕТ І МЕТА ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ. МІСЦЕ ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНИХ ВУЗЛІВ І СПОРУД У ТРАНСПОРТНІЙ СИСТЕМІ МІСТА

План лекції

1. Місце дисципліни в системі підготовки фахівців інженерів зі спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» ОПП «Міське будівництво та господарство».
2. Шляхи вдосконалення роботи транспортної системи міста.
3. Фактори, які впливають на доцільність влаштування дорожньо-транспортних вузлів і споруд у різних рівнях.

1.1. Місце дисципліни в системі підготовки фахівців інженерів зі спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» ОПП «Міське будівництво та господарство»

Розглядаються питання стосовно ролі та місця дисципліни в підготовці фахівців, які займаються проблемами містобудування. У рамках вивчення дисципліни дається оцінка принципів і методів підвищення ефективності роботи транспортної системи міста, коли виникає потреба у створенні на вулично-дорожній мережі (ВДМ) міста дорожньо-транспортних вузлів і споруд у різних рівнях. Обґрунтування вибору типу таких вузлів на ВДМ міста є складним питанням, яке вимагає врахування багатьох умов і факторів. Це потребує комплексних знань інженерів і архітекторів, які вирішують інженерно-планувальні завдання на території міста.

Ці умови базуються на факторах, які впливають на ефективність роботи ВДМ міста, а також забезпечують процес обґрунтування як доцільності, так і реалізації дорожньо-транспортних вузлів у різних рівнях. Йдеться про такі фактори:

- категорія та призначення вулиць і доріг, що перетинаються;
- характеристика транспортного і пішохідного потоку з розподілом обсягу за напрямками руху;
- схема організації руху;
- безпека руху транспорту і пішоходів;
- вплив на навколишнє середовище;

- наявність вільної території, її конфігурація та характер прилеглої забудови;
- характер рельєфу місцевості;
- архітектурно-композиційні вимоги;
- наявність, характер, типи й розміщення в плані та профілі наявних і запроєктованих інженерних підземних комунікацій;
- геологічні та гідрогеологічні умови;
- характер зелених насаджень;
- багатофункціональне використання території вузла;
- можливості поетапного будівництва;
- вартість будівництва й експлуатаційні витрати.

1.2. Шляхи вдосконалення роботи транспортної системи міста

Забезпечення економічної та соціальної життєдіяльності населення будь-якої держави значною мірою визначається ефективністю діяльності його транспортної системи. Аналіз регіональних транспортних систем як основа прийняття рішення щодо формування транспортної системи міста методологічно обумовлює потребу розглядати міста як дорожньо-транспортні вузли в системі міжрегіональних транспортних зв'язків.

Основні напрями розвитку міста. Зростання населення й території міста. Розселення населення і його демографічна структура, перспективні зміни в розташуванні підприємств промисловості, будівництва, транспорту, великих торгових та інших відомств містоутворювального значення і кількість у них працівників, дислокація місць масового відпочинку.

Розподіл території міста на транспортно-розрахункові райони, очікувана кількість у них населення і місць праці, зокрема містоутворювальних кадрів, показники транспортної рухомості населення, у тому числі за метою пересування і з урахуванням населення, що приїздить у місто.

Міський пасажирський транспорт. Конструювання мережі за варіантами транспортної системи на підставі прогнозувального розвитку міста (з урахуванням проробок генплану) із забезпеченням очікуваних перевезень масовим пасажирським транспортом. Визначення кількості пересувань населення до місць праці і з культурно-побутовими цілями та дальності їх сполучення методом взаємних кореспонденцій між

транспортно-планувальними районами з обґрунтуванням вибору розрахункової моделі; розрахунки очікуваного обсягу перевезень (річних, середньодобових) і роботи пасажирського транспорту, сумарні витрати часу; виявлення напрямків пасажиропотоків, визначення їх розмірів (у максимальну добу і години пік) за напрямками та відрізками мережі, порівняння й аналіз одержаних розмірів пасажиропотоків із наявними, з урахуванням змін у розселенні жителів і розташуванні місць праці, визначення добового пасажирообігу.

Обґрунтування видів транспорту. Виявлення потреб в організації ліній швидкісного транспорту (метрополітен, швидкісний трамвай, залізниця або монорейкова дорога, експрес-автобус), які функціонують у тісному зв'язку зі звичайними видами наземного транспорту. Пасажирообіг зупинок (станцій) запроєктованих ліній позавуличного швидкісного транспорту. Розподіл перспективного (на першу чергу і розрахунковий період) обсягу пасажироперевезень між різними видами транспорту.

Розроблення раціональної схеми маршрутів наземних видів міського пасажирського транспорту на першу чергу і встановлення послідовності її реалізації.

Визначення кількості рухомого складу з окремих видів транспорту (з урахуванням підвищення якості перевезень пасажирів) і потреб у ремонтно-експлуатаційній базі та її виробничій потужності, спеціальних транспортних обладнаннях і спорудах, диспетчерському зв'язку і його лінійному облаштуванню.

Легковий автомобільний транспорт. Загальна чисельність і склад парку – таксомотори, службовий та індивідуальний, у тому числі мотобелотранспорт; характер і розміри очікуваних пасажирських перевезень, пробіг транспортних засобів (за рік і за добу); розподіл парку легкових автомобілів по транспортно-планувальних районах міста, потрібна для їх збереження територія.

Вантажний автомобільний транспорт. Обсяги перевезень і вантажні кореспонденції між районами міста. Розподіл вантажопотоків по магістральній вулично-дорожній мережі. Інтенсивність і організація вантажного руху. Розвиток автотранспортних підприємств і їх розташування.

Вибір раціонального варіанта транспортної системи міста здійснюється на основі всебічного техніко-економічного порівняння декількох варіантів з урахуванням натуральних і якісних показників

(витрати часу, зручність поїздки), рівня впровадження нової техніки, можливості забезпечення ефективного захисту навколишнього середовища від забруднення. Для розрахунку порівняльної економічної ефективності визначаються експлуатаційні збитки, капітальні вкладення та транспортні витрати, включно з енерговитратами й економічними збитками щодо навколишнього середовища, у тому числі нанесеними здоров'ю населення через зниження продуктивності праці.

1.3. Фактори, які впливають на доцільність влаштування дорожньо-транспортних вузлів і споруд у різних рівнях

Вибір типу дорожньо-транспортного перетину в місті пов'язаний із потребою в урахуванні багатьох умов. До них насамперед слід віднести дорожньо-транспортні, територіальні й вартісні характеристики перетину.

Обґрунтування вибору типу перетину є складним завданням, що потребує комплексних знань інженерів і архітекторів. Обсяг цих знань визначається факторами, що характеризують вимоги до проектування, будівництва й експлуатації міських перехрещень з розв'язкою руху в різних рівнях. Йдеться про такі фактори:

1. Категорії вулиць і доріг, що пересікаються:
 - характеристика за складом і обсягом прямих, ліво- і правоповоротних потоків транспорту у вузлі;
 - схема організації руху громадського транспорту на перетині;
 - забезпечення безпеки руху транспорту і пішоходів.
2. Вплив транспорту на навколишнє середовище.
3. Наявність вільної території та її конфігурація, розташування й характеристика наявної та прилеглої до перетину забудови, що проектується.
 2. Характер рельєфу місцевості; архітектурно-композиційні вимоги:
 - наявність, характер, типи й розміщення в плані та профілі наявних інженерних підземних комунікацій і таких, що проектуються, розташування та характеристика зелених насаджень, геологічних і гідрогеологічних умов.
 3. Багатофункціональне використання території перетину.
 4. Організація руху транспорту в період будівництва вузла.
 5. Можливості поетапного будівництва.
 6. Вартість будівництва й експлуатаційні витрати.

Лекція № 2

МІСЬКІ ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНІ ВУЗЛИ В РІЗНИХ РІВНЯХ

План лекції

1. Світова та вітчизняна містобудівна практика реалізації міських дорожньо-транспортних вузлів і споруд (МДТВС) у різних рівнях.
2. Функціональне призначення МДТВС.
3. Класифікація міських дорожньо-транспортних вузлів у різних рівнях.

2.1. Світова та вітчизняна містобудівна практика реалізації міських дорожньо-транспортних вузлів і споруд (МДТВС) у різних рівнях

Історія будівництва дорожньо-транспортних вузлів у різних рівнях почалася з 1928 року, коли вперше було реалізовано варіант пересічення автомагістралей у різних рівнях. Перший вузол такого типу в місті побудовано в 1934 році в Стокгольмі. В Україні вперше дорожньо-транспортний вузол у різних рівнях реалізовано 1947 року в Києві на перетині Набережного шосе і бульвару Дружби Народів біля моста Патона. На сьогодні в Києві існує понад 50 дорожньо-транспортних вузлів у різних рівнях, які забезпечують розділення транспортних, у тому числі рельсових, і пішохідних потоків.

Міські дорожньо-транспортні вузли в різних рівнях являють собою просторову структуру площ і перехресть, яка за допомогою штучних споруд дає змогу, не знижуючи швидкості руху, пропустити через вузол конфліктуєчі потоки транспорту і пішоходів.

2.2. Функціональне призначення МДТВС

Комплекс дорожньо-транспортних вузлів і споруд у різних рівнях на площах і перехрестях міських вулиць і доріг покликаний забезпечувати:

- безперервний і регульований рух транспорту і пішоходів;
- безперервний рух транспорту за основними напрямками, що перетинаються;
- безперервний саморегульований і регульований рух за другорядними та поворотними напрямками руху транспорту.

2.3. Класифікація міських дорожньо-транспортних вузлів у різних рівнях

Міські дорожньо-транспортні вузли слід класифікувати за такими ознаками:

- клас вузла;
- цільове призначення;
- за конструкцією основних штучних споруд;
- за ознакою висотного рішення;
- за організацією руху лівоповоротного потоку транспорту;
- за повнотою розв'язки потоків транспорту і пішоходів.

Усі перетини міських вулиць і доріг з організацією руху в різних рівнях поділяються на три групи:

- пересічення;
- примикання;
- розгалуження.

За цільовим призначенням перетини в різних рівнях можна поділити залежно від потоків руху, що потребують розв'язки:

- автомобільний рух;
- рух автомобільного та рейкового транспорту;
- автомобільний і пішохідний рух;
- рух рейкового транспорту і пішоходів;
- рух міського транспорту і пішоходів через різні природні перешкоди (річки, підвищення, яри тощо).

За конструкцією основних штучних споруд перетини в різних рівнях поділяються на такі:

- з улаштуванням тунелю;
- з улаштуванням естакади;
- з улаштуванням мосту;
- з улаштуванням кількох типів штучних споруд.

За ознакою висотного рішення пересічення в різних рівнях бувають у:

- двох рівнях;
- трьох рівнях;
- чотирьох і більше рівнях.

Лекція № 3

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВЛАШТУВАННЯ МІСЬКИХ ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНИХ ВУЗЛІВ У РІЗНИХ РІВНЯХ

План лекції

1. Принципи та методи обґрунтування доцільності влаштування міських дорожньо-транспортних вузлів у різних рівнях.
2. Пропускна здатність як критерій доцільності влаштування міських дорожньо-транспортних вузлів у різних рівнях.
3. Транспортні витрати як критерій доцільності влаштування міських дорожньо-транспортних вузлів у різних рівнях.
4. Оцінка ефективності інвестицій в будівництво міських дорожньо-транспортних вузлів у різних рівнях.

3.1. Принципи та методи обґрунтування доцільності влаштування міських дорожньо-транспортних вузлів у різних рівнях

Доцільність влаштування МДТВС у різних рівнях визначається умовами руху, які передбачається реалізувати на ВДМ міста. Якщо ці умови за технічними або архітектурно-планувальними вимогами передбачають розподіл потоків у різних рівнях, то техніко-економічне обґрунтування доцільності організації руху транспорту і пішоходів у різних рівнях не вимагається. У цьому випадку здійснюється лише оцінка економічної ефективності капіталовкладень на будівництво вузла прийнятого варіанта.

Методика техніко-економічного обґрунтування потреби в будівництві МДТВС у різних рівнях побудована на порівнянні приведених витрат на будівництво й експлуатацію під час організації руху транспорту і пішоходів в одному чи двох рівнях.

На першому етапі вирішується питання відповідності пропускну́ї здатності вузла варіанта організації руху у його межах.

Економічна ефективність будівництва вузла в різних рівнях встановлюється з огляду на економічні збитки, характерні для експлуатації вузла. Основною складовою цих економічних збитків є втрата часу транспортом і пасажирами на вузлі.

Оцінку ефективності інвестицій в будівництво МДТВС може бути виконано за розрахунком терміну окупності капіталовкладень:

$$T_o = \frac{K}{\sum \epsilon - ((K*n)/100) + m},$$

де K – капітальні вкладення;

n – щорічні амортизаційні відрахування, %;

m – щорічні експлуатаційні витрати, %;

ϵ – сумарна економія в разі усунення втрат від вимушених затримок.

3.2. Пропускна здатність як критерій доцільності влаштування міських дорожньо-транспортних вузлів у різних рівнях

Єдиного показника, який характеризує пропускну здатність (ПЗ) усього дорожньо-транспортного перехрещення з організацією руху в різних рівнях, немає. Як правило, пропускна здатність прямих напрямків і з'їздів здійснюється окремо з урахуванням типу та класу вузла. Це пояснюється тим, що ПЗ на прямих напрямках характеризується переважно дорожніми умовами, а на з'їздах – інтенсивністю і режимом руху основного напрямку. Важливим є також те, що закономірності формування та руху прямих і поворотних потоків різні.

Показником недостатньої ПЗ перехрещення в різних рівнях можуть бути короткочасні затори чи черги автомобілів на елементах цього перехрещення. Найчастіше це буває на з'їздах перетину.

Пропускна здатність дорожньо-транспортного перехрещення в різних рівнях залежить від його планувального рішення, кількості смуг руху, окреслення з'їздів, наявності й розмірів перехідно-швидкісних смуг.

На повних дорожньо-транспортних перехрещеннях ПЗ прямого напрямку розраховується так само, як і на магістралі, з урахуванням складу транспортного потоку й кількості смуг руху. Особливістю в цьому випадку є оцінка пропускну здатності правої крайньої смуги, з якою сполучаються з'їзди розв'язки. Умови руху на цій смузі більш складні, ніж на інших смугах. На підході до розв'язки на неї переходять поворотні потоки, які знижують швидкість руху перед входом на з'їзд чи перехідно-швидкісну смугу.

У місці примикання з'їзду до правої смуги через рух автомобілів, які виїжджають зі з'їзду, виникають труднощі в режимі прямого руху, збільшується щільність і знижується швидкість транспортного потоку на смузі. Із цим пов'язано зниження ПЗ правої смуги, яка становить від пропускну здатності в разі вільного руху 60–80 %, залежно від інтенсивності руху на з'їздах. У разі встановлення ПЗ прямого напрямку на перехрещенні в різних рівнях крайня права смуга не враховується.

Передбачається, що вона використовується для громадського транспорту й організації руху потоків, що повертають.

3.3. Транспортні витрати як критерій доцільності влаштування міських дорожньо-транспортних вузлів у різних рівнях

Потреба в будівництві перехрещень з організацією руху в різних рівнях визначається умовами руху, які передбачається реалізувати на цьому перетині. Якщо ці умови за технічними або архітектурно-планувальними вимогами передбачають розподіл потоків у різних рівнях, то техніко-економічне обґрунтування на перехрещення в різних рівнях не вимагається. У цьому випадку здійснюється лише оцінка економічної ефективності капіталовкладень на будівництво перехрещення в різних рівнях.

Така потреба характерна для швидкісних доріг, магістральних вулиць безперервного руху, пересікання міських магістралей із залізничними лініями, лініями швидкісного трамвая, наземними лініями метро, водними шляхами сполучення. В усіх інших випадках принцип організації руху на перетині повинен бути обґрунтований техніко-економічним розрахунком.

Методика техніко-економічного обґрунтування потреби в будівництві перехрещення в різних рівнях заснована на порівнянні приведених витрат на будівництво й експлуатацію для організації перетину в одному чи двох рівнях.

Під час вирішення питання щодо улаштування перехрещень у різних рівнях можуть зустрітися два випадки.

Перший – коли перспективна інтенсивність руху на перетині вища, ніж пропускна здатність перехрестя будь-якого типу.

За таких умов нормальну й економічну роботу транспорту може бути забезпечено тільки з влаштуванням перехрещень у різних рівнях. Техніко-економічні розрахунки при цьому виконуються для оцінки економічного ефекту будівництва.

У другому випадку розрахункова інтенсивність руху на перетині менша за пропускну здатність перехрестя.

Доцільність улаштування перехрещень з організацією руху в різних рівнях за таких умов визначається техніко-економічними розрахунками.

3.4. Оцінка ефективності інвестицій в будівництво міських дорожньо-транспортних вузлів у різних рівнях

Принциповою основою методів визначення ефективності капіталовкладень у будівництво штучних споруд є порівняння витрат і очікуваних наслідків у період експлуатації збудованої споруди. У проєктах дорожньо-транспортних перетинів витрати можна визначити, проаналізувавши потребу в капіталовкладеннях (тобто в інвестиціях у поновлення основних фондів і збільшення матеріально-технічних запасів).

Дорожньо-транспортні перетини не дають прямого прибутку. Умовно отримати оцінку прибутку можна шляхом порівняння варіантів поточних витрат під час будівництва перетину. Різниця між поточними витратами за різними варіантами проєктних рішень і буде оцінкою прибутку.

Строк окупності капіталовкладень у будівництво перетину дає змогу отримати порівняльну оцінку варіанта рішення, що пропонується.

Лекція № 4

ПРОЄКТУВАННЯ МІСЬКИХ ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНИХ ВУЗЛІВ І СПОРУД У РІЗНИХ РІВНЯХ

План лекції

1. Послідовність виконання проєкту міського дорожньо-транспортного вузла в різних рівнях.
2. Вибір типу міського дорожньо-транспортного вузла в різних рівнях.
3. Принципові схеми міських дорожньо-транспортних вузлів у різних рівнях.

4.1. Послідовність виконання проєкту міського дорожньо-транспортного вузла в різних рівнях

Склад завдання на проєктування містобудівного об'єкту може змінюватися відповідно до його особливостей, умов будівництва й експлуатації.

Послідовність проєктування МДТВС така:

- визначення доцільності влаштування об'єкта;
- ТЕО обґрунтування доцільності принципу організації руху транспорту і пішоходів на вузлі;
- вибір розрахункових швидкостей;

- вибір принципової схеми планувального рішення МДТВС;
- проектування поперечних профілів магістралей, що перетинаються;
- проектування поздовжніх профілів магістралей, що перетинаються;
- виконання інженерно-планувального рішення вузла;
- вертикальне планування території вузла;
- проектування штучних споруд вузла;
- розташування підземних інженерних комунікацій і елементів наземного обладнання та благоустрою;
- визначення обсягів будівельних робіт;
- кошторисно-фінансовий розрахунок;
- визначення транспортно-експлуатаційних і техніко-економічних показників проекту;
- транспортне моделювання вузла;
- експертиза проекту.

4.2. Вибір типу міського дорожньо-транспортного вузла в різних рівнях

Обґрунтування типу вузла виконується з урахуванням факторів, що впливають на ефективність його роботи. Пріоритет того чи іншого фактора визначає особливості інженерно-планувального рішення вузла. Найбільш суттєвими факторами є:

- рельєф місцевості;
- геологічні та гідрогеологічні умови;
- планувальні умови й характер забудови;
- наявність і характер підземних інженерних мереж;
- безпека руху, вплив транспорту на навколишнє середовище;
- техніко-економічні показники.

Принциповим питанням вибору типу транспортного вузла є організація руху лівоповоротного потоку в межах вузла:

- «клеверні» повороти;
- «кільцеві» повороти;
- «петльові» повороти;
- повороти «через центр» вузла.

Згідно із цим існує багато різних схем інженерно-планувальних рішень дорожньо-транспортних вузлів на ВДМ міст.

Хоча умови роботи транспорту в межах цих типів вузлів відрізняються, принцип вибору їх планувальних рішень залишається незмінним – забезпечення пропускнуої здатності й безпеки руху. Вирішення цієї проблеми знайшло своє відображення в наукових публікаціях, моделях ВДМ, проте залишається і далі вкрай складною з огляду на специфіку кожної конкретної групи міських дорожньо-транспортних вузлів. Одним із способів вибору планувальних рішень є використання транспортного моделювання.

4.3. Принципові схеми міських дорожньо-транспортних вузлів у різних рівнях

Схеми дорожньо-транспортних перехрещень у різних рівнях.

Перехрещення:

- «клеверний лист» з однопутними з'їздами;
- «клеверний лист» із двопутними з'їздами;
- розширений «клеверний лист»;
- розширений «клеверний лист» із вливанням потоків із правого боку проїзду;
- неповний «клеверний лист» біля річки;
- неповний «клеверний лист»;
- «гачкоподібний» тип;
- розподільне кільце з двома шляхопроводами;
- розподільне кільце з п'ятьма шляхопроводами;
- поліпшене розподільне кільце;
- «грушевий» тип;
- ромбовидний тип;
- подвійна петля;
- лінійний тип перехрещення з двома шляхопроводами;
- витягнуте розподільне кільце.

Примикання:

- листовидний тип;
- примикання «труба»;
- грибоподібний тип;
- кільцевий тип;
- «грушевий» тип;

- половина неповного «клеверного листа»;
- Т-подібний тип.

Розгалуження:

- листовидний тип;
- розгалуження «труба»;
- кільцевий тип;
- лінійний тип;
- половина неповного «клеверного листа».

Лекція № 5

ІНЖЕНЕРНО-ПЛАНУВАЛЬНІ СХЕМИ МІСЬКИХ ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНИХ ВУЗЛІВ У РІЗНИХ РІВНЯХ

План лекції

1. «Лист конюшини» – планувальна схема дорожньо-транспортного вузла.
2. «Розподільне кільце» – планувальна схема дорожньо-транспортного вузла.
3. «Ромбовидний тип» – планувальна схема дорожньо-транспортного вузла.

5.1. «Лист конюшини» – планувальна схема дорожньо-транспортного вузла

Комплексна оцінка схем організації руху транспорту і пішоходів у межах міських-дорожньо-транспортних вузлів у різних рівнях надає змогу вибору оптимального інженерно-планувального рішення вузла.

Найбільш розповсюдженою схемою дорожньо-транспортного вузла на ВДМ міста є «лист конюшини»:

- повний «лист конюшини»;
- неповний «лист конюшини»;
- «лист конюшини» із сумісним рухом правих і лівих поворотів;
- «лист конюшини» з роздільним рухом правих і лівих поворотів.

Розв'язка «повний лист конюшини» включає проїжджі частини й земляне полотно доріг, що перетинаються; шляхопровід, лівоповоротні і правоповоротні з'їзди, смуги гальмування розгону.

Під час проєктування транспортних розв'язок радіуси горизонтальних кривих на з'їздах слід встановлювати залежно від розрахункової швидкості.

Розрахунок мінімально допустимого радіуса з'їзду:

$$R = \frac{V^2}{g * 3,6^2 (\mu + i_v)}$$

де V – розрахункова швидкість на з'їзді, км/год;
 g – прискорення вільного падіння, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$;
 $3,6^2$ – коефіцієнт переходу від км/год до м/с;
 μ – коефіцієнт поперечної сили,
 i_v – поперечний ухил проїзної частини на віражі.

Коефіцієнт поперечної сили за умови забезпечення стійкості автомобіля на кривих і зручності для пасажирів залежно від швидкості змінюється від 0,18 зі швидкістю 20 км/год до 0,12 зі швидкістю 150 км/год. Мінімально допустимі радіуси слід розрахувати для всіх ліво- і правоповоротних з'їздів розв'язки. Відповідно до вимог ДБН В.2.3-4-2015 з'їзди з транспортних розв'язок потрібно проєктувати з використанням перехідних кривих. Якщо з'їзд проєктують на змінну швидкість руху (лівоповоротний), слід використовувати гальмівні криві, а якщо на постійну (правоповоротний) – клотоїду.

Головним недоліком таких схем планувальних рішень транспортних вузлів є перепробіг транспорту в разі лівоповоротного й розворотного руху.

5.2. «Розподільне кільце» – планувальна схема дорожньо-транспортного вузла

Схеми транспортних розв'язок, що мають у своїй основі елементи кільця, застосовуються для перетинання доріг однакових категорій, вони можуть бути виконані трьома способами:

1. Правоповоротні з'їзди дотичні до кільця. Такі розв'язки мають 4 точки перехрещення – у точках дотику правоповоротних з'їздів кола. На кільці змішуються лівоповоротні потоки з правими, на правоповоротних з'їздах – лівоповоротні потоки з правими. Лівоповоротні потоки до половини з'їзду спочатку їдуть праворуч, а на кільці звертають ліворуч. Таким чином, кожен лівоповоротний потік зустрічає на своєму шляху дві точки перехрещення в одному рівні, що створює досить великі незручності для користувачів (рис. 1, а).

2. Осі правоповоротних з'їздів дотичні до осі кільця. Розв'язки, побудовані за такою схемою, мають однаковий із попереднім видом недолік (рис. 1, б).

3. Правоповоротні з'їзди вливаються в кільце (рис. 1, в).

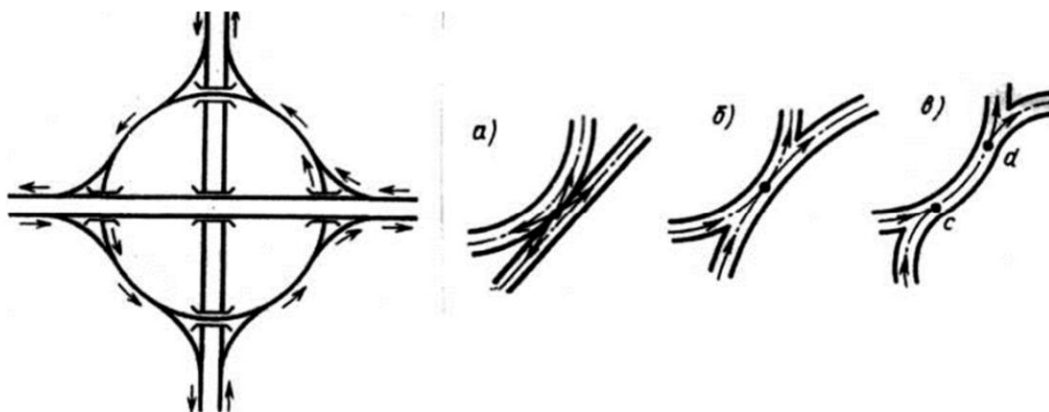


Рис. 1. Розподільче кільце з п'ятьма шляхопроводами та можливі примикання правоповоротних з'їздів до кільця: а – правоповоротні з'їзди дотичні до кільця; б – осі правоповоротних з'їздів торкаються осі кільця; в – правоповоротні з'їзди вливаються в кільце

Кільцеві перетинання автомобільних доріг дають змогу поліпшити умови лівоповоротного руху, оскільки швидкість руху збільшується порівняно з транспортною розв'язкою «повний лист конюшини». Проте недоліком кільцевих перетинів є їх висока вартість у зв'язку з потребою у влаштуванні п'яти шляхопроводів, а також велика площа займаних земель.

Улаштування розподільного кільця надає ряд переваг:

- усі потоки безперервні й саморегульовані;
- можливість здійснення розвороту за всіма напрямками;
- розділення транспортних потоків прямих напрямків від потоків, які здійснюють лівоповоротні маневри;
- відсутні точки перехрещення в одному рівні;
- проста конфігурація, легко орієнтуватися водіям.

5.3. «Ромбовидний тип» – планувальна схема дорожньо-транспортного вузла

«Ромбовидний тип» дорожньо-транспортного вузла має схему руху лівоповоротного потоку транспорту, яка дає змогу мінімізувати транспортні витрати, тому що лівий поворот здійснюється найкоротшим

шляхом. Кожний потік транспорту має окремий з'їзд. У вузлі відсутні сумісні ліво- і правоповоротні потоки транспорту. Планувальна схема «ромбовидний тип» забезпечує хорошу орієнтацію та безпеку руху транспорту. Недоліком цього типу інженерно-планувального рішення є потреба в будівництві кількох (до 9) штучних споруд, що суттєво впливає на будівельні витрати.

Лекція № 6

ІНЖЕНЕРНО-ПЛАНУВАЛЬНІ СХЕМИ МІСЬКИХ ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНИХ ВУЗЛІВ У РІЗНИХ РІВНЯХ

План лекції

1. Аналіз інженерно-планувальної схеми МДТВС типу «примикання».
2. Аналіз інженерно-планувальної схеми МДТВС типу «розгалуження».
3. Аналіз інженерно-планувальної схеми МДТВС типу «ускладнена».

6.1. Аналіз інженерно-планувальної схеми МДТВС типу «примикання»

«Примикання» і «розгалуження» як планувальні схеми дорожньо-транспортних вузлів (розв'язок) реалізують чотири принципи організації лівоповоротного руху в межах вузлів:

- «клеверні» повороти;
- «кільцеві» повороти;
- «петльові» повороти;
- повороти «через центр» вузла.

•

У містобудівній практиці використовують такі типи «примикань»:

- «листоподібний» тип;
- «труба»;
- «грибоподібний»;
- «кільцевий»;
- «грушовидний»;
- половина неповного «листа конюшини»;
- «Т-подібний».

Кожен із них має відповідні особливості організації руху транспорту.

6.2. Аналіз інженерно-планувальної схеми МДТВС типу «розгалуження»

У містобудівній практиці використовуються такі типи «розгалужень»:

- «листоподібний» тип;
- тип «труба»;
- «кільцевий» тип;
- «лінійний» тип;
- половина неповного «листа конюшини».

Вплив різноманітних містобудівних умов іноді викликає потребу в комбінуванні під час вибору планувальних схем організації руху транспорту. Це є підґрунтям для прийняття інженерно-планувального рішення «ускладненого» типу.

6.3. Аналіз інженерно-планувальної схеми МДТВС типу «ускладнена»

«Ускладнені» або комбіновані перехрещення міських вулиць і доріг з організацією руху в різних рівнях виникають шляхом сполучення окремих розглянутих вище типів перехрещень у різних рівнях або їх елементів.

Місцеві умови будуть визначати особливості такого типу перетину. У зв'язку з цим та сама планувальна схема перетину може ефективно працювати в одних умовах, а в інших – бути абсолютно неприйнятною.

Найбільшого поширення цей тип інженерно-планувальних рішень дорожньо-транспортних вузлів у різних рівнях набув у США, країнах Близького Сходу, Китаї тощо.

Деякі схеми планувальних рішень комбінованих перетинів наведено на рис. 2.

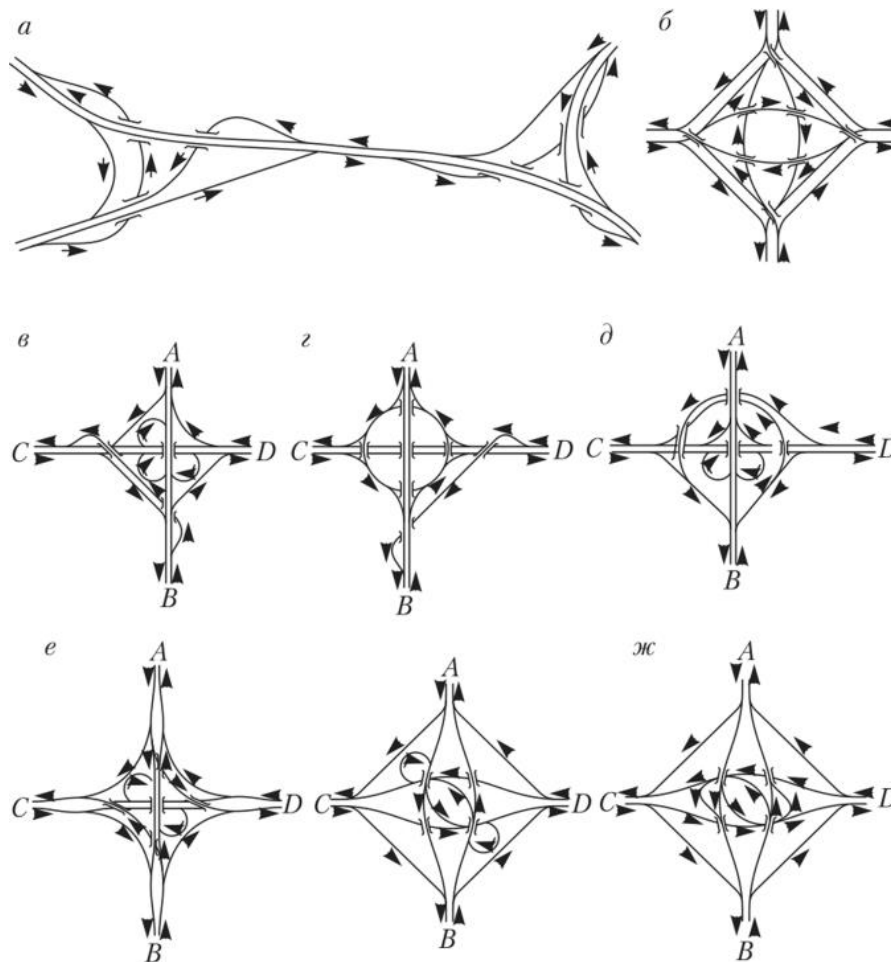


Рис. 2. Схеми комбінованих або «ускладнених» перетинів автомобільних доріг: *а* – лінійного типу з 6 шляхопроводами; *б* – криволінійного типу; *в* – з 1 потужним лівоповоротним потоком; *г* – з розширеним розподільним кільцем; *д* – грушоподібний тип з 2 потужними лівоповоротними потоками; *е* – з розширеним «листом конюшини»; *ж* – за типом потрійної петлі

Лекція № 7

ПРОЄКТУВАННЯ ПОПЕРЕЧНИХ ПРОФІЛІВ МІСЬКИХ МАГІСТРАЛЕЙ У МЕЖАХ ПЕРЕТИНУ МАГІСТРАЛЕЙ У РІЗНИХ РІВНЯХ

План лекції

1. Вибір розрахункових швидкостей транспорту на міських магістралях, які перетинаються в різних рівнях.
2. Встановлення ширини проїзної частини міських магістралей, які перетинаються в межах МДТВС.
3. Встановлення розмірів конструктивних елементів поперечного профілю міських магістралей у межах МДТВС.

7.1. Вибір розрахункових швидкостей транспорту на міських магістралях, які перетинаються в різних рівнях

Геометричні розміри елементів перетинів міських магістралей у різних рівнях визначаються величиною розрахункової швидкості руху і ступеня комфортності проїзду через ці елементи. Розрахункова швидкість повинна бути такою, щоб перетин загалом і окремі його геометричні елементи забезпечували максимальну пропускну здатність за найменших територіальних вимог. Перетини в різних рівнях насамперед розділяють по вертикалі прямі напрямки транспортних потоків, що пересікаються. Таким чином, бажано, щоб розрахункова швидкість у прямих напрямках відповідала нормативним розрахунковим швидкостям залежно від категорії магістралей, що пересікаються.

Під час проєктування пандусів і з'їздів на перехрещенні в різних рівнях магістралей розрахункова швидкість приймається, як правило, менше за нормативну. Для вибору розрахункової швидкості в цих випадках потрібно враховувати такі вимоги:

- розрахункова швидкість повинна забезпечити максимальну пропускну здатність перетину, тобто має бути не меншою за оптимальну швидкість руху;
- розрахункова швидкість не повинна перевищувати фактичну;
- найбільша швидкість руху для найбільш тихохідних транспортних одиниць у потоці.

Першу умову може бути виконано, коли транспортні засоби рухаються з оптимальною швидкістю, величину якої визначають за формулою:

$$V_{\text{опт}} = \sqrt{\frac{a+l}{c}},$$

де a – довжина автомобіля, м;

l – безпечна відстань між автомобілями, м;

c – коефіцієнт, який визначається з виразу:

$$c = \frac{K_e^H - K_e^i}{2g(\varphi + f \pm i)},$$

де K_e^H , K_e^i – коефіцієнти ефективності гальмування заднього і переднього автомобілів відповідно;

φ – коефіцієнт зчеплення колеса автомобіля з дорожнім покриттям (0,2–0,4);

f – коефіцієнт опору кочення колеса (0,02–0,03);

i – поздовжній похил ділянки, що розглядається.

Таким чином, величина оптимальної швидкості на з'їздах перехрещення в різних рівнях може бути визначена за формулою:

$$V_{\text{опт}} = \sqrt{\frac{(a+l)2g(\varphi+f\pm i)}{K_e^H - l}}$$

6.4. Встановлення ширини проїзної частини міських магістралей, які перетинаються в межах МДТВС

Ширина проїжджої частини на перехрещеннях міських магістралей з організацією руху в різних рівнях визначає геометричні розміри штучної споруди на перетині. У зв'язку з цим під час проектування перетину передусім слід встановити потрібну ширину проїжджої частини магістралей, що пересікаються. Для визначення ширини проїжджої частини міських вулиць і доріг повинні бути розглянуті дві умови:

- відповідність розрахунковим параметрам вулиць і доріг, які регламентовані нормами;
- забезпечення розрахункової пропускної здатності, яка відповідає перспективній інтенсивності руху транспорту.

6.5. Встановлення розмірів конструктивних елементів поперечного профілю міських магістралей у межах МДТВС

На підходах до дорожньо-транспортного вузла в різних рівнях вибір поперечних профілів міських магістралей виконується за тією самою методикою, як і вибір поперечних профілів міських вулиць і доріг відповідної категорії на перегоні.

У межах вузла геометричні елементи поперечного профілю приймаються залежно від конструктивного й інженерно-планувального рішення вузла. При цьому організація транспортного і пішохідного руху в межах вузла має розглядатись окремим питанням.

Лекція № 8

ПРОЄКТУВАННЯ ПОЗДОВЖНИХ ПРОФІЛІВ МІСЬКИХ МАГІСТРАЛЕЙ У МЕЖАХ ПЕРЕТИНУ В РІЗНИХ РІВНЯХ

План лекції

1. Основні завдання під час проектування поздовжніх профілів магістралей, що перетинаються в різних рівнях.

2. Характеристика елементів поздовжніх профілів магістралей, що перетинаються в різних рівнях.

3. Вимоги щодо проєктування поздовжніх профілів, які перетинаються в різних рівнях.

8.1. Основні завдання під час проєктування поздовжніх профілів магістралей, що перетинаються в різних рівнях

Основними завданнями під час проєктування поздовжніх профілів магістралей, що перетинаються в різних рівнях у межах МДТВС, є:

- забезпечення зручності руху транспортних засобів;
- безпека руху транспорту і пішоходів;
- безперешкодне водовідведення поверхневих вод;
- розділення по вертикалі, у межах вузла, проїзних частин магістралей, що перетинаються;
- найбільша економічна ефективність будівництва.

8.2. Характеристика елементів поздовжніх профілів магістралей, що перетинаються в різних рівнях

Характеристика елементів поздовжніх профілів магістралей, що перетинаються в межах МДТВС, визначається за такими факторами:

- категорія і призначення магістралі;
- інтенсивність і структура транспортного потоку;
- тип дорожньо-транспортного вузла в різних рівнях;
- рельєф місцевості;
- види й розташування інженерних мереж;
- мінімізація будівельних витрат.

8.3. Вимоги щодо проєктування поздовжніх профілів, які перетинаються в різних рівнях

Під час проєктування поздовжніх профілів магістралей у межах МДТВС повинні бути виконані такі вимоги:

- максимальні поздовжні ухили не повинні бути більшими за допустимі для магістралей на перегонах;
- мінімальні поздовжні ухили повинні забезпечувати ефективне водовідведення поверхневих вод;
- забезпечувати розрахункову швидкість руху транспорту;

- забезпечувати розрахункову відстань видимості в поздовжньому профілі магістралей;
- увігнуті вертикальні криві повинні закінчуватися за 10–20 м до початку штучних споруд вузла.

Лекція № 9

ПРОЄКТУВАННЯ З'ЇЗДІВ НА ПЕРЕТИНІ МІСЬКИХ МАГІСТРАЛЕЙ У РІЗНИХ РІВНЯХ

План лекції

1. Основні принципи проєктування з'їздів на перетині магістралей у різних рівнях.
2. Обґрунтування радіуса кривих елементів з'їзду на перетині магістралей у різних рівнях.
3. Вимоги щодо проєктування з'їздів на перетині магістралей у різних рівнях.

9.1. Основні принципи проєктування з'їздів на перетині магістралей у різних рівнях

З'їздами в межах МДТВС прийнято називати шляхи, що сполучають різні рівні руху транспорту. Конфігурація з'їздів, їх розташування в плані і профілі встановлюються згідно з вибраним інженерно-планувальним рішенням МДТВС.

Радіус кривих у плані на з'їздах МДТВС залежить від розрахункової швидкості й повинен забезпечувати безпеку руху, відповідну пропускну здатність і мінімізацію експлуатаційних і транспортних витрат.

Найбільш економічним радіусом заокруглення з'їзду буде такий, за якого дорожньо-транспортні витрати (M) будуть найменшими:

$$M = D + S_{mp} ,$$

де D – річні дорожні витрати;

S_{mp} – річні транспортні витрати.

Проєктування з'їздів у межах МДТВС регламентується вимогами, які закладені відповідними нормами й розрахунками. Це стосується встановлення таких показників, як швидкість руху транспортного потоку, ширини проїзної частини і пішохідної частини, допустимі ухили,

забезпечення зони видимості в плані на кривих малих радіусів з'їздів, виконання віражів.

9.2. Обґрунтування радіуса кривих елементів з'їзду на перетині магістралей у різних рівнях

Під час проектування з'їздів насамперед встановлюють радіуси заокруглень з'їздів у місцях приєднання їх до магістралей.

У складних умовах величини радіусів заокруглень із розрахунковою швидкістю руху визначаються за формулою:

$$R = \frac{V_p^2}{127 (\varphi_n \pm i_n)},$$

де φ_n – коефіцієнт поперечного зчеплення колеса з дорожнім покриттям;

i_n – поперечний похил віражу;

V_p^2 – розрахункова швидкість руху, км/год.

У складних умовах величина радіуса заокруглення визначається наявністю вільної території. За заданої величини радіуса заокруглення визначається допустима швидкість руху на заокругленні відповідно до формули.

У практиці відомі випадки використання радіусів заокруглень у складних умовах величиною 15 м.

Найбільш економічним радіусом заокруглення буде такий, за якого дорожньо-транспортні витрати будуть найменшими.

9.3. Вимоги щодо проектування з'їздів на перетині магістралей у різних рівнях

З'їздами прийнято називати шляхи, що сполучають різні рівні руху. До проектування з'їздів можна приступати, коли завершено проектування поздовжніх і поперечних профілів магістралей, що пересікаються, і прийняті рішення знайшли відображення на плані перетину.

Спочатку виконується розміщення з'їздів у плані. При цьому основною вимогою є забезпечення розв'язки руху із забезпеченням його повної безпеки.

Лекція № 10

ВЕРТИКАЛЬНЕ ПЛАНУВАННЯ ТЕРИТОРІЇ В МЕЖАХ ПЕРЕТИНУ МАГІСТРАЛЕЙ У РІЗНИХ РІВНЯХ

План лекції

1. Основні принципи виконання вертикального планування на перетинах магістралей у різних рівнях.
2. Умови виконання вертикального планування на перетинах магістралей у різних рівнях.
3. Проектування водовідведення в межах МДТВС.

10.1. Основні принципи виконання вертикального планування на перетинах магістралей у різних рівнях

Вертикальне планування території надає змогу встановлювати планово-висотне положення території МДТВС. Вертикальне планування МДТВС може бути реалізовано двома методами:

- методом профілів;
- методом проектних горизонталей.

У містобудівній практиці переважно використовується метод профілів.

Під час виконання проекту вертикального планування перехрещень у різних рівнях за допомогою червоних горизонталей на першому етапі здійснюється вертикальне планування магістралей, що пересікаються, за такою самою методикою, як і вертикальне планування під час проектування міських магістралей на перегоні.

Вертикальне планування кожної з магістралей, що пересікаються, виконується окремо з висотою перерізу горизонталей через 0,2 м.

У межах вертикальних кривих розбивають ділянки завдовжки 20–25 м і для кожної з них встановлюють похил, а потім, як для прямолінійної ділянки, проводять розбивання червоних горизонталей.

На наступному етапі розбивають червоні горизонталі на з'їздах. Для цього встановлюють відмітки в точках пересічення осей з'їздів і осей лотків магістралей, заміряють на плані довжину з'їздів і розраховують їх поздовжній похил. Проектні горизонталі на з'їздах спочатку наносяться без урахування характеру червоних горизонталей на магістралях. Враховуються тільки поздовжні і поперечні профілі з'їздів.

10.2. Умови виконання вертикального планування на перетинах магістралей у різних рівнях

Виконання вертикального планування вузла має забезпечувати умови ефективності водовідведення поверхневих вод і безпеки руху транспорту. Під час проєктування водовідведення в межах вузла слід дотримуватися таких основних вимог:

- злилова вода, що надходить із проїзної частини магістралей, повинна бути перехоплена перед з'їздами чи пандусами й відведена в зливовий колектор;
- злилова вода, що надходить з проїзної частини з'їздів чи пандусів, не повинна витікати на проїзну частину магістралі й навпаки;
- повинно бути забезпечене відведення зливових вод із понижених точок проїзної частини магістралей і з'їздів.

10.3. Проєктування водовідведення в межах МДТВС

Водовідведення на перехрещеннях у різних рівнях проєктується закритого типу, з приєднанням гілок до зливових колекторів магістралей, що пересікаються, або відведенням зливових вод у найближчий зливовий колектор.

Під час проєктування зливодіводу в межах перехрещень у різних рівнях слід дотримуватися таких основних вимог:

- злилові води, що надходять із проїжджої частини магістралі, повинні бути перехоплені перед з'їздами чи пандусами й відведені в зливовий колектор;
- злилові води, що надходять із проїжджої частини, тротуарів, з'їздів чи пандусів, не повинні потрапляти на проїжджу частину магістралі, що пересікається;
- повинно бути забезпечене відведення зливових вод із понижених точок перехрещення.

Перелічені вимоги можуть бути реалізовані за допомогою відповідного розташування водоприймальних колодязів.

Спочатку розставляються обов'язкові водоприйомні колодязі в понижених точках перетину на магістралі, що пересікається, перед з'їздами, для запобігання надходження зливових вод із магістралі на з'їзди та на з'їздах перед сполученням їх з магістраллю, яка пересікається.

Після розміщення таких водоприймальних колодязів, якщо відстані між ними більші за 50–70 м, проєктуються проміжні колодязі. Відстані між запроєктованими на магістралях, що пересікаються, колодязями повинні бути не більші ніж 50–80 м, на з'їздах і пандусах – не більші ніж 100 м (з огляду на невелику площу водозбору).

Якщо ширина магістралей понад 30 м або поздовжній похил перевищує 30 %, відстань між зливоприймальними колодязями повинна бути не більше ніж 60 м.

Для відведення поверхневих вод із пониженої точки магістралі, що пересікається, для тунельного варіанта проєктується спеціальний відвідний колектор, що приєднується до найближчого магістрального зливого колектору. Якщо за умовами рельєфу неможливо здійснити відведення поверхневих вод із пониженої точки тунелю самотічними спорудами, то проєктується автоматична насосна станція для перекачування поверхневих вод із приймальних пристроїв. Відведення поверхневих вод із проїжджої частини шляхопроводів і естакад здійснюється за допомогою металевих трубок, закладених у прогонну споруду, закритих ґратами в рівні покриття проїжджої частини.

Гідравлічний розрахунок гілок і колекторів у межах перетину з огляду на незначні витрати зазвичай не проводять. Діаметри гілок і колекторів приймаються переважно як мінімальні.

Лекція № 11

БЛАГОУСТРІЙ ТА ІНЖЕНЕРНЕ ОБЛАШТУВАННЯ МДТВС

План лекції

1. Проблеми стану комплексного благоустрою міста.
2. Інженерне облаштування МДТВС.
3. Розміщення підземних інженерних комунікацій, елементів наземного обладнання та благоустрою.
4. Оцінка безпеки руху транспорту і пішоходів у межах МДТВС.

11.1. Проблеми стану комплексного благоустрою міста

За законом благоустрій у населеному пункті має здійснюватися насамперед відповідно до затвердженої містобудівної документації, правил забудови і правил благоустрою населеного пункту, установлених державних стандартів, норм і правил, а також системи нормативів, що

встановлюється у сфері землеустрою, містобудування, озеленення територій, утримання будинків і споруд, освітлення територій, стандартів і нормативів у галузі охорони здоров'я та охорони навколишнього природного середовища.

Серед зазначеного особливе місце посідає генеральний план населеного пункту, який визначає принципові потреби в територіях для забудови й комплексного благоустрою.

Території житлових мікрорайонів, кварталів, груп житлових будинків виконують різні функції щодо забезпечення умов відпочинку різних верств населення, а також забезпечують господарські потреби жителів. На цих територіях розташовують дитячі шкільні й дошкільні заклади, підприємства комунального обслуговування, які мають свої специфічні вимоги до території.

Проект планування і благоустрою території житлового мікрорайону має забезпечити:

- раціональне проектування зручних пішохідних зв'язків, які забезпечують мінімальну відстань від входів будинків до зупинок громадського транспорту, дитячих закладів, підприємств торгівлі, культурно-побутового й комунального обслуговування;
- зонування майданчиків активного і пасивного відпочинку з урахуванням інтересів різних вікових категорій населення та характеру використання цих майданчиків;
- максимальне використання особливостей рельєфу території, організації терас, підпірних стін, зручних спусків, штучних гірок тощо;
- за допомогою різних видів посадок дерев і чагарників з метою прикриття нецікавих будинків і споруд з погляду декоративності (ТП, ЦТП тощо), ізоляції різних функціональних зон;
- максимальне використання покрівель будинків і споруд для влаштування садів, майданчиків тощо;
- використання малих архітектурних форм для підвищення рівня декоративності та зручності використання території.

Під час проектування території житлових мікрорайонів і кварталів потрібно виділяти території муніципального житла й комерційного будівництва. До складу житлової забудови входять:

- площа забудови житлових будинків, гаражів, інженерних споруд (ТП, ЦТП тощо);
- проїзди;

- відкриті майданчики тимчасового зберігання автомобілів;
- зелені насадження й майданчики відпочинку;
- для муніципальних територій – сади мікрорайонів.

11.2. Інженерне облаштування МДТВС

Магістральні підземні інженерні мережі розташовують переважно в межах поперечних профілів вулиць і доріг: під тротуарами й роздільними смугами – інженерні мережі в колекторах, каналах або тунелях; у межах роздільних смуг – теплові мережі, водопровід, газопровід, господарсько-побутову й дощову каналізацію.

Якщо ширина проїжджої частини перевищує 22 м, потрібно передбачити розміщення мереж водопроводу з обох боків вулиці.

Розміщення підземних інженерних комунікацій треба показати на типовому поперечному профілі магістралей. На плані перетину слід показати місце прокладання комунікацій і визначити довжину їх перекладки.

Освітлювальні опори (їх потрібно нанести на проєктний план магістралі) розташовуємо 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, пішохідних переходів. (п. 10.8–10.11 ДБН В.2.3-5-2018).

Зелені насадження на вулицях і дорогах захищають від шуму, пилу, вихлопних газів, покращують мікроклімат.

Зелені насадження на вулицях і дорогах не повинні перешкоджати руху транспортних засобів та пішоходів (п. 11.2–11.9 ДБН В.2.3-5-2018). Не допускається розташування дерев і чагарників висотою понад 0,5 м у межах трикутника видимості на перехрестях і пішохідних переходах. Тому в межах перетину потрібно передбачити газонне озеленення.

Конструкції дорожнього одягу вулиць, доріг, тротуарів тощо в населених пунктах слід приймати з огляду на техніко-економічні порівняння декількох варіантів дорожнього одягу з урахуванням категорії вулиці, перспективної інтенсивності руху і складу транспортного потоку, кліматичних і геолого-гідрологічних умов, наявності будівельних матеріалів, підземних комунікацій і споруд, вимог безпеки дорожнього руху.

11.3. Розміщення підземних інженерних комунікацій, елементів наземного обладнання та благоустрою

Способи прокладання підземних інженерних комунікацій для влаштування перехресть у різних рівнях визначаються як характером рельєфу в районі перетину, так і його типом. На перехрестьні в різних рівнях з влаштуванням шляхопроводу чи естакади прокладка підземних комунікацій на магістралі, яка пересікається (що проходить під спорудою), як правило, здійснюється так само, як і на підходах до перетину (роздільне прокладення або прокладення в колекторі).

Залежно від місцевих умов підземні комунікації магістралі, що проходить зверху, можуть прокладатися по магістралі або в обхід перехрестья в різних рівнях. Прокладання кабелів здійснюється переважно по магістралі. У разі прокладання по шляхопроводу їх вкладають у канали під тротуарами. Трубопроводи прокладаються в обхід перетину чи по верхній магістралі. У межах шляхопроводу вони прокладаються під прогоном будівлі: підвішуються до балок прогінної будівлі, прокладаються по безрозкісних поперечних балках або в тілі тротуару.

Прокладання трубопроводів каналізації по мостах і шляхопроводах забороняється. У разі тунельного типу перехрестья в різних рівнях прокладання підземних інженерних комунікацій магістралі, що проходить зверху (над тунелем), здійснюється переважно таким самим способом, як і у варіанті шляхопроводу. В окремих випадках напірні трубопроводи прокладаються під тунелями за допомогою дюкерів.

Підземні комунікації магістралі, що проходить у тунелі, за винятком зливостічних колекторів і деяких категорій кабелів, прокладаються в обхід тунелю по пандусах або поза перетином. Прокладання напірних трубопроводів дозволяється в пазах стін тунелів.

Освітлення на підходах до перехрестья в різних рівнях проектується за тими самими нормативами, що й для міських магістралей відповідних категорій. У межах перехрестья розташування щогл і підбір освітлювальної апаратури повинні забезпечувати добре освітлення як магістралей, що пересікаються, так і з'їздів.

По однопрогонному шляхопроводу освітлювальні щогли встановлюються на початку і в кінці споруди. Для багатопрогонного шляхопроводу (естакад) на проміжних опорах передбачаються також проміжні щогли. Забороняється встановлювати освітлювальні щогли і щогли для контактних дротів у прогоні споруд. Прокладання трубопроводів каналізації по мостах і шляхопроводах забороняється.

11.4. Оцінка безпеки руху транспорту і пішоходів у межах МДТВС

Оцінка безпеки руху і прогнозування аварійності на МДТВС побудована на розрахунках небезпечності конфліктних точок пересічення, злиття і розгалуження. Для цього можуть використовуватись як підходи, побудовані на використанні статичного підходу до розрахунків, так і інструменти імітаційного транспортного моделювання.

Лекція № 12

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ І ТРАНСПОРТНО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ПОКАЗНИКИ МДТВС У РІЗНИХ РІВНЯХ

План лекції

1. Транспортно-експлуатаційні показники МДТВС.
2. Техніко-економічні показники МДТВС.
3. Техніко-економічна і соціально-економічна оцінка варіантів інженерно-планувального рішення МДТВС.

12.1. Транспортно-експлуатаційні показники МДТВС

Техніко-економічна ефективність дорожньо-транспортних перехрещень у різних рівнях визначається насамперед транспортно-експлуатаційними показниками прийнятих рішень. Ці показники також характеризують ступінь оптимальності рішень у разі варіантності проектування. До основних транспортно-експлуатаційних показників транспортних перехрещень у різних рівнях, які встановлюються у його межах, належать:

- загальна площа території вузла;
- довжина магістралей, що перетинаються в межах вузла;
- підсумкова довжина з'їздів в односторонньому вимірі;
- загальна площа дорожнього покриття магістралей;
- загальна площа дорожнього покриття з'їздів;
- загальна довжина штучних споруд в односторонньому вимірі;
- розрахункова швидкість для окремих напрямків руху;
- тривалість руху для окремих напрямків;
- пропускна здатність вузла;
- рівень забезпечення безпеки руху на вузлі.

12.2. Техніко-економічні показники МДТВС

Транспортно-експлуатаційні характеристики дорожньо-транспортного вузла дають змогу визначити його основні техніко-економічні показники.

До таких показників перехрещень міських магістралей у різних рівнях насамперед належать: вартість будівництва перетину; річні дорожні витрати; річні транспортні витрати; річні дорожньо-транспортні витрати; строк окупності капіталовкладень.

Крім цих показників, які мають вартісний вираз і входять безпосередньо до формули, у кожному з варіантів є ще й інші, які не мають вартісного вираження, але розглядаються як важливі соціальні характеристики інженерної споруди. До них належать: можливість і зручність організації руху громадського транспорту і пішохідних потоків; оцінка планувального рішення з позиції охорони навколишнього природного середовища (зниження рівня транспортного шуму, забруднення атмосфери, збереження й покращення навколишнього ландшафту, архітектурного середовища); забезпечення високих естетичних якостей споруд.

У разі порівняння варіантів з однаковими чи близькими за величиною ці характеристики можуть мати вирішальне значення. Для техніко-економічного порівняння варіантів перехрещень у різних рівнях потрібно встановити їх рубежі, у межах яких здійснюється це порівняння. Рубіжні пункти на магістралях, що підходять до перетину, під час порівняння варіантів приймаються з таким розрахунком, щоб елементи перехрещень варіантів, які порівнюються, не виходили за рубіжні пункти.

У цих межах визначаються шляхом замірів і розрахунків насамперед такі показники, як площа перетину, довжина конструктивних елементів, площа дорожніх покриттів і довжина пробігів, кількість і характеристика основних штучних споруд на перетині.

Установлення розрахункової швидкості руху для окремих напрямків і лінійні розміри перетину дають можливість визначити одночасні затрати й поточні витрати варіантів перехрещення, які порівнюються.

12.3. Техніко-економічна і соціально-економічна оцінка варіантів інженерно-планувального рішення МДТВС

Економічно ефективним вважається варіант, який вимагає найменших витрат, проте забезпечує відповідну пропускну здатність. Якщо ці витрати у варіантах, що порівнюються, близькі, переваги

віддаються варіанту, у якому реалізовано принцип стадійного будівництва перехрещення в різних рівнях.

Техніко-економічну оцінку варіантів дорожньо-транспортних перетинів рекомендується виконувати в такій послідовності:

1. Вибирають тип перетину і його планувальне вирішення, обов'язкові умови забезпечення розрахункової пропускну здатності всіх напрямків на перетині.

2. Для всіх варіантів встановлюють ті самі межі порівняння, які визначають відповідно до незначних лінійних розмірів.

3. Щодо кожного варіанта розраховують обсяг потрібних капітальних вкладень у будівництво. До обсягу робіт кожного варіанта перетину включають роботи з будівництва дороги чи вулиці в їх межах порівняння, а також знесення будівель і перекладання інженерних мереж. Основні види робіт, які визначають вартість будівництва: земляні роботи; зведення шляхопроводів і тунелів, зокрема і пішохідних, будівництво підземних інженерних мереж, системи водовідводу, дорожнього одягу; інженерне обладнання перетину. Крім того, на вартість будівництва великий вплив, особливо в містах, мають роботи з розчищення й відведення земель для розміщення перетину. Найбільша частка у вартості будівництва міських перетинів у різних рівнях припадає на знесення та розміщення знесених будівель, перекладання інженерних мереж і зведення шляхопроводів і тунелів (до 95 %).

4. Оцінюють соціальні характеристики варіантів. Якщо за рівнем транспортного шуму, вібрацій варіант не задовольняє чинні нормативи, передбачають шумозахисні споруди, вартість яких включають у загальну вартість варіанта.

5. Визначаються етапи стадійного будівництва за кожним варіантом планувальних рішень перетинів відповідно до зростання інтенсивності руху. Обов'язкова умова – забезпечення пропускну здатності й безпеки руху на всіх напрямках і на всіх стадіях будівництва перетину. Труднощі з цими показниками зі зростанням інтенсивності руху є підставою переходу до більш повної стадії розв'язки руху. У стадійному будівництві залежно від строків реконструкції чи подальшого розвитку планувального рішення перетину розрахунковий період підраховування всіх витрат ділять на етапи.

6. Для початкового і кінцевого років кожного етапу визначають інтенсивність руху, транспортні втрати, втрати від ДТП, середні швидкості потоків на перетині.

7. Визначають сумарні приведені витрати, до яких належать одночасні витрати (переважно це вартість будівництва з урахуванням стадійності) і поточні, пов'язані з роботою автомобільного транспорту й експлуатацією перетину. Прийнятий варіант повинен мати найбільший коефіцієнт ефективності.

Під час розрахунків сумарних приведених витрат за варіантами враховують такі складові: загальний обсяг капіталовкладень у будівництво чи реконструкцію перетину; капітальні вкладення в автомобільний транспорт, потрібні для перевезення вантажів і пасажирів. Ці дві складові є часткою одночасних витрат; до них додають вартість відведення земель і розчищення території в разі потреби.

Поточні витрати охоплюють: автотранспортні втрати, витрати на утримання й ремонт перетину, вартість перебування в дорозі пасажирів, втрати народного господарства від ДТП. Для оцінки вартості території міста всі фактори, які впливають на цю вартість, ділять на дві групи: інженерні й соціально-економічні. Перша група стосується витрат на інженерний благоустрій території, відшкодування витрат під час перенесення і знесення об'єктів і відшкодування витрат у разі відведення під забудову природних земель. До складу другої групи входять ефективність розміщення об'єктів у плані міста, функціональна зручність території, санітарно-гігієнічні умови території, архітектурно-художня цінність території і забудова на ній. Вартісна оцінка факторів першої групи полягає в підрахунку витрат на виконання робіт з інженерного обладнання території, будівництво будівель і споруд, які замінюють знос, і архітектурно-художнє оформлення території. На частку цих факторів припадає 55–57 % загальної вартості.

Фактори другої групи трудніше піддаються оцінці. Їх оцінюють посередньо через товарообіг магазинів, рентабельність культурно-видовищних закладів і закладів громадського харчування.

Крім цього, беруть до уваги зручність транспортного обслуговування й екологічний комфорт території (рівень транспортного шуму, забруднення повітря, озеленення території).

Лекція № 13

МІСЬКІ МОСТИ ЯК ЕЛЕМЕНТИ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ МІСТА

План лекції

1. Міські мости як об'єкт міського простору.
2. Класифікація міських мостів.
3. Вимоги щодо міських мостів.

13.1. Міські мости як об'єкт міського простору

Міст – штучна споруда (елемент дороги), призначений для забезпечення руху транспорту і пішоходів над природними чи штучними перешкодами: річки, канали, протоки, залізничні шляхи тощо. Міст є активним художнім компонентом природного ландшафту й міського простору, а також важливим елементом транспортної системи міста. Він суттєво впливає на формування ефективної транспортної системи, а також на естетичний облік міста.

Коли і де вперше було споруджено міст, так і не встановлено, як не відомо це і стосовно дороги. Один із найстаріших мостів, про який є достовірні дані, було збудовано в першій «світовій столиці» нашої планети – Вавілоні. Ця споруда із цегли височіла над водами Євфрату і, ймовірно, була частиною дороги для святкових процесій, яка пролягла між чотирьох- і п'ятиповерховими будинками й вела до храму верховного бога Мардука. Будівництво цього мосту датовано VII століттям до нашої ери. Міст мав довжину близько 700 м і ширину близько 9 м. 59 року до нашої ери, у період війни з галами, Юлієм Цезарем збудовано перший паливний міст в Європі – через річку Рейн.

Із часом мистецтво будувати мости набуло широкого розвитку. Це стало самостійною галуззю діяльності для інженерів і архітекторів. Людство створило безліч різних мостів, зокрема і унікальних, до яких насамперед належать вантові. З двох найбільших висячих мостів Європи один розташований в Англії на річці Северн, другий – у Франції, поблизу гирла р. Сени біля міста Танкарвіль. До унікальних мостових споруд слід віднести також міст Золоті Ворота в м. Сан-Франциско з відстанню між середніми опорами 1281 м і дворівневий міст Верразано з прогоном на 18 м більше. Навіть сьогодні нас дивує проєкт дерев'яного мосту завдовжки в 300 м, яким 200 років тому І. П. Кулібін запропонував перекрити ріку Неву. Особливо зросла роль мостів у період промислового розвитку, з будівництвом міст і підвищенням рівня автомобілізації. Мости стали життєво потрібними для нормального розвитку міст.

Відмінна риса сучасних мостів – їх висока архітектурно-художня якість. Серед кращих мостів Європи є унікальні аротні двоярусні мости,

розташовані в Україні: біля Запоріжжя, міст Метро, міст ім. Є. О. Патона, а також вантові мости через р. Дніпро в Києві.

Будівництво нових і реконструкція наявних великих мостів у містах переважно пов'язані з рішенням комплексу містобудівних і транспортних проблем. Проектуючи мостову споруду в місті, потрібно вирішити вертикальне і горизонтальне планування, визначити оптимальні розміри конструктивних елементів з використанням сучасних високоефективних будівельних матеріалів, створити умови для забезпечення високої пропускної здатності різних видів міського наземного і водного транспорту, узгодити архітектуру мосту з міською забудовою.

13.2. Класифікація міських мостів

Міські мости класифікуються відповідно до даних табл. 1.

Таблиця 1

Класифікація міських мостів

| Класифікаційна ознака | Тип |
|---------------------------------|---|
| За призначенням | Мости над водним простором; мости-греблі; шляхопроводи – мостові споруди на перетинах міських вулиць і доріг або автодоріг між собою, міських вулиць і доріг із залізничними шляхами та залізничних шляхів між собою; естакади – мостові конструкції для пропуску транспорту над поверхнею землі чи дороги; віадуки – мостові споруди, які влаштовують замість насипів у разі пересічення дорогою глибоких лощин, ярів, луговин; акведуки – споруди для прокладання каналів, трубопроводів тощо |
| За видами руху | Міські мости для всіх видів міського транспорту: автомобілів; автобусів; тролейбусів; рейкових видів транспорту (метро, трамваї, залізниця, монорельс). Спеціального призначення (для інженерних комунікацій). Автодорожні (для всіх видів транспорту автомобільних доріг). Пішохідні |
| Залежно від умов служби | Висоководні (загального типу); роздільні; низьководні; мостові пароми; наплавні мости |
| За розташуванням рівнів проїзду | Мости із проїздом зверху, з проїздом внизу, з проїздом посередині |
| За кількістю прогонів | Однопрогонові, двопрогонові, трипрогонові і багатопрогонові |
| За матеріалами | Дерев'яні, кам'яні, бетонні, залізобетонні монолітні і |

| | |
|--------------------------|---|
| виготовлення прогонів | збірні, металеві, змішані |
| За конструктивною схемою | Балочні розрізні і нерозрізні, консольні, рамні, абочні, висячі мости |

13.3. Вимоги щодо міських мостів

Міський міст відіграє важливу роль не тільки як складна інженерна споруда, але і як активний художній компонент міського архітектурного пейзажу. Це й визначає ряд вимог, які повинні бути враховані під час проектування міських мостів.

Виробничо-експлуатаційні вимоги полягають у тому, що рух по мосту повинен бути зручним і безпечним для всіх видів транспорту. Міст повинен сприяти безпечному пропуску суден, відповідати вимогам судноплавства. Конструкція мосту повинна бути раціональною для спорудження й забезпечувати потрібний термін служби та зручність експлуатації. Розрахунково-конструктивні вимоги полягають у тому, що всі споруди й окремі їх частини на весь період служби мосту повинні забезпечити відповідну міцність, жорсткість і стійкість, а також бути здатними протистояти впливу природних умов довкілля.

Економічні вимоги полягають у виборі під час проектування варіанта з найменшими витратами на будівництво й експлуатацію мосту за найменшої трудомісткості робіт.

Указані вимоги стосуються всіх типів мостів, зокрема і міських, з урахуванням умов, у яких повинні реалізуватися ці вимоги.

Архітектурно-планувальні вимоги для міських мостів мають свої специфічні особливості. Насамперед розташування мосту в плані та профілі має бути узгоджене з генеральним планом щодо транспортно-експлуатаційних зручностей і планом міських підземних мереж.

Споруда повинна мати привабливий вигляд і вписуватися в ансамбль міської забудови.

Лекція № 14

МІСЬКІ МОСТИ ЯК ЕЛЕМЕНТИ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ МІСТА

План лекції

1. Розміщення міських мостів у планувальній структурі міста.
2. Умови вертикального планування мостів.

3. Організація руху транспорту на підходах до мостів.

14.1. Розміщення міських мостів у планувальній структурі міста

Складним моментом у проектуванні міських мостів є визначення місця його розташування в плані міста. Вирішувати цю проблеми потрібно з урахуванням низки вихідних положень, серед яких слід виділити потребу в узгодженні мостового переходу із загальною системою ВДМ міста й забезпечення економічних вимог.

Підходи до мосту повинні зручно поєднуватися з найближчими вулицями, оскільки місце розташування міського мосту переважно визначається інтенсивністю транспортного потоку, а не гідрологічними умовами.

Вибір місця мостового переходу в місті визначається на стадії генерального плану міста з подальшим уточненням під час розроблення транспортної схеми ТЕО мостового переходу. Уточнення передбачає вирішення підходів, узгодження з ВДМ і забудовою прилеглої до мосту території міста.

Обґрунтування місця розташування мосту полягає в такому:

- мостові переходи потрібно проектувати в комплексі інженерно-транспортних і архітектурно-планувальних завдань міста;
- кількість і розташування мостових переходів повинні відповідати величині приведених максимальних годинних транспортних потоків між районами міста, розташованими по обидва боки водотоку;
- кількість і розташування мостів повинні забезпечувати мінімальні зведені будівельні й експлуатаційні витрати.

В архітектурно-планувальних завданнях під час проектування комунальних мостів у містах вирішують:

- поліпшення транспортної мережі всередині міського району, коли ВДМ історично склалась або планується (1-ша група);
- зв'язок із районом, що будується, чи новим містом, розташованим на іншому березі річки (2-га група);
- забезпечення безперервного руху на автомобільних дорогах державного, обласного та районного значення з винесенням руху транзитного транспорту на околицю міста (3-тя група).

Міські (комунальні) мости мають певні відмінності від позаміських. Насамперед це пов'язано з характеристикою потоку, що пропускається через мости (трамвай, тролейбус, метрополітен, пішоходи). Як правило, ширина міських мостів більша, ніж позаміських. Ширина проїжджої

частини мостів 2-ї групи визначається співвідношенням транзитного і внутрішньоміського транспорту, з урахуванням подальшого розширення міських територій після будівництва мосту. Габарити мостів 3-ї групи здебільшого відповідають розмірам руху й ширині проїжджої частини автомобільної дороги, яка виходить на міст.

14.2. Умови вертикального планування мостів

Вертикальне планування міського мосту виконується з урахуванням ряду вимог. За умовами судноплавства потрібно забезпечити підмостовий габарит, тобто окреслення простору під мостом для вільного проходу суден. Усередину цього габариту не повинні попадати жодні елементи мосту.

За умовами судноплавства, залежно від класу водних шляхів, висота підмостового габариту коливається від 3,5 до 13,5 м. На несудноплавних річках і несудноплавних прогонах мостів висотний габарит над розрахунковим горизонтом води повинен бути не менше ніж 0,5 м, а над розрахунковим горизонтом льодоходу – 0,75 м.

У багатопрогонних мостах має бути передбачено не менше двох судноплавних прогонів. Спорудження одного судноплавного прогону можливе лише як виняток у разі малої ширини річки, а також якщо міст розвідний, наплавний чи тимчасовий.

Крім вимог судноплавства, вертикальне планування мосту залежить від рельєфу берегів і умов пропуску транспорту по набережній. За умови пропуску транспорту по набережній і висоководного мосту висотний габарит над проїжджою частиною набережної повинен становити 4,5–5,0 м.

Залежно від сукупності умов проєктування вертикальне планування міських мостів може бути виконане за такими схемами:

- в одному рівні з набережними, коли різниця відміток між розрахунковим горизонтом води й рівнем набережних достатня для розміщення конструкцій прогонів;
- з випуклим поздовжнім профілем і двостороннім похилом не більше ніж 20–30 %;
- з підходами до мосту у вигляді спеціальних в'їздів-рам্প (за великої різниці відміток набережних і проїжджої частини мосту). Похил

рампи не повинен перевищувати 40 % і тільки в окремих випадках (у разі реконструкції мосту) може досягати 50–60 %.

14.3. Організація руху транспорту на підходах до мостів

У місцях спряження мосту з підходами слід уникати вертикальних ввігнутих кривих. За наявності вертикальної кривої її кінець повинен закінчуватися за 10 м від початку мосту.

Організація руху транспорту і пішоходів на підходах до мосту, коли вулиця, що виходить на міст, і набережна перетинаються в одному рівні, виконується:

- за типом регульованого перехрестя;
- влаштування саморегульованих острівців чи організація кільцевого руху;
- влаштування дорожньо-транспортних вузлів у різних рівнях.

Особливістю влаштування передмостових площ є те, що територіально розвивати ці вузли можливо тільки в напрямку берега. Геометричні елементи площ залежать від прийнятої схеми організації руху транспорту, рельєфу й характеру забудови. Якщо рух транспорту організовується в одному рівні, то потрібно забезпечити йому безперешкодний рух по основному напрямку.

Світлофорне регулювання передбачає почерговий пропуск транспортних потоків по напрямках, що пересікаються. Тому така схема організації руху має характерні недоліки – значні затримки транспорту й накопичення транспорту на підходах до мосту, лівоповоротного потоку в центрі перехрестя. Таке рішення ніби «блокує» міст, призводить до неефективного його використання.

Організація кільцевого саморегульованого руху транспорту на передмостовій площі може бути доцільною лише за інтенсивності потоку по мосту і набережній не більше ніж 1000 автомобілів на годину в кожному напрямку.

Встановлено: якщо на підходах до мосту організувати безперервний рух транспорту з перехрещенням підходу з набережною в різних рівнях, то пропускна здатність однієї смуги руху зросте більше ніж удвічі. Отже, міст однієї ширини може пропускати транспортні потоки різної величини залежно від прийнятої схеми організації руху на підходах до мосту. У Києві на підходах до мосту ім. Є. О. Патона, збудованому 1956 року через

Дніпро, виконано перехрещення тилу «клеверного листа», ускладненого наявністю трамвайної лінії.

Аналогічно з мостовими переходами вирішуються пересічення міських магістралей із залізницями, зі спорудженням шляхопроводів під або над ними.

Лекція № 15

МІСЬКІ ЕСТАКАДИ ЯК ЕЛЕМЕНТИ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ МІСТА

План лекції

1. Міські естакади й історичний огляд їх використання.
2. Класифікація міських естакад.
3. Вимоги щодо проектування міських естакад.

15.1. Міські естакади й історичний огляд їх використання

Щораз вища інтенсивність руху на міських магістралях спричиняє невідповідність пропускну́ї здатності ВДМ потребам транспорту і пішоходів. В умовах забудови, що історично склалася, потреба у збільшенні пропускну́ї здатності магістралей часто пов'язана зі значними знесеннями будівель і споруд і потребою в переплануванні забудованих територій.

Питання щодо розмежування руху також виникає в разі створення швидкісних магістралей, магістралей безперервного руху і глибоких введень у місто приміських магістралей. Часто також потрібно розмежувати рейковий і автомобільний транспорт. Вирішення цих і низки інших проблем пов'язане з вимогою розмежування транспортних потоків по вертикалі. Одним із способів розмежування потоків по вертикалі є будівництво естакад. Багато міст світу з високим рівнем автомобілізації вже набули значного досвіду будівництва й експлуатації таких споруд. Особливо широко вони використовуються в містах США, ФРН, Японії. Приклади будівництва таких споруд є і в містах України.

Пріоритет у використанні естакадних споруд слід віддати Лос-Анджелесу. За чисельності населення близько 8 млн жителів, розвинутої ВДМ і високої щільності транспортних потоків на магістралях у місті використовуються естакади різних типів. Якщо всі транспортні шляхи цього міста розмістити один біля одного, то можна було б отримати пустелю площею близько 1500 кв. км. На цій території можна зібрати все населення планети. Швейцарський письменник і архітектор Макс Фріш сказав про Лос-Анджелес: «Це транспортна споруда, яка ніколи не стане містом». Виявилося, що «естакадні дороги» прямують у тупик. Разом із тим в окремих випадках естакади є єдиним доцільним вирішенням транспортних проблем, що виникають у містах.

Естакадою називають споруду, що слугує для безперешкодного пропуску транспорту і пішоходів, прокладання комунікацій тощо над поверхнею землі. Вона складається з ряду опор і горизонтальних або похилих прогонів. Естакадою інколи називають і шляхопровід зі значною кількістю прогонів. Але шляхопровід споруджують тільки на пересіченні міських магістралей, а сфера використання та призначення естакад набагато більша. Естакади споруджують у місцях високої концентрації транспортних і пішохідних потоків, в умовах давно сформованої забудови міських територій.

15.2. Класифікація міських естакад

За призначенням міські естакади класифікуються:

- естакади для збільшення пропускної здатності вулиць і доріг;
- естакади для прокладання магістралей швидкісного чи безперервного руху транспорту над міською забудовою, незалежно від мережі вулиць і доріг, що функціонують;
- естакади для пропуску по вулиці рейкового транспорту (наземні лінії метрополітену, швидкісний трамвай, залізничний і монорельсовий транспорт);
- естакади на підходах до мостів;
- естакади для розв'язки руху транспорту і пішоходів в різних рівнях;
- естакади для організації під'їзду до місць значного накопичення людей (вокзали, аеропорти, торгові комплекси, стадіони, готелі тощо);

- естакади для збільшення ширини набережних і організації руху транспорту та пішоходів уздовж водотоків;
- естакади, які розташовуються на складному рельєфі (косогорі) і в інших складних умовах замість насипів і підірних стінок.

За розташуванням у плані естакади поділяються на:

- прямолінійні;
- криволінійні;
- розгалужені;
- кільцеві;
- спіральні.

За кількістю рівнів руху естакади можуть бути одноярусні і багатоярусні.

Кожному із цих типів притаманні свої планувальні вирішення й конструктивні особливості.

15.3. Вимоги щодо проектування міських естакад

Загальні вимоги щодо проектування міських естакад спрямовані на забезпечення економічної доцільності, пропускної здатності, безпеки руху, естетичності міського простору.

Основні вимоги щодо проектування міських естакад:

- планувальні рішення, кількість ярусів, радіуси поворотів і довжина підходів повинні бути узгоджені з архітектурою прилеглої забудови, а також враховувати вартість міської території, потрібної для будівництва естакади;
- планувальні рішення пересічення магістралей з використанням естакадних споруд повинні визначатися переважно напрямком і інтенсивністю транспортних потоків, що пересікаються, а також способом їх з'єднання із забезпеченням швидкості й безпеки руху;
- вимоги щодо безпеки руху на естакадах повинні бути більш жорсткими, ніж на магістралі на рівні землі, у зв'язку з можливостями здійснення більш тяжких наслідків аварій. На межах проїжджої частини має бути влаштована надійна жорстка огорожа для захисту від ударів чи наїзду автомобілів на тротуар;
- загальний силует естакади, і особливо її опори, повинні бути легкими, м'якими й гармоніювати з навколишньою забудовою. Оздоблення поверхонь опор і прогонів повинні виконуватись особливо якісно й мати привабливий зовнішній вигляд;

- розташування опор естакади та вибір типу фундаментів потрібно узгоджувати з розташуванням підземних мереж і забезпечити мінімальні роботи з їх перенесення;
- естакади повинні відповідати вимогам охорони навколишнього середовища (мають бути забезпечені норми щодо шуму й загазованості найближчих до естакади будинків і на прилеглий території). Освітлення естакади не повинно перешкоджати жителям прилеглої до естакади забудови, відведення поверхневого стоку потрібно приєднувати до міської дощової мережі, не допускаючи природнього водоскиду;
- довжина прогонів міської естакади, збудованої на пересіченні магістралей, визначається завширшки магістралі, що пересікається, у межах зони перетину. На решті довжини цих естакад і для естакад інших типів довжина прогонів визначається за умовами архітектурних вимог і найменшої вартості всієї споруди;
- будівельна висота прогонів естакад повинна бути мінімально можливою для конкретних умов з урахуванням забезпечення габариту руху транспорту, який проходить під естакадою, і умовами видимості.

Лекція № 16

МІСЬКІ ТУНЕЛІ ЯК ЕЛЕМЕНТИ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ МІСТА

План лекції

1. Комплексне використання підземного простору.
2. Класифікація міських тунелів.
3. Економічне обґрунтування підземного будівництва об'єктів транспортної системи міста.

16.1. Комплексне використання підземного простору

Одним із перспективних напрямів розвитку сучасних і майбутніх міст є широке використання їх підземного простору. Тунелі та станції метрополітену, підземні автостоянки й гаражі, трансфертні, пішохідні й колекторні тунелі – без цих і багатьох інших підземних споруд неможливо уявити сучасне велике місто. Сучасні міста розвиваються не тільки по горизонталі, але й по вертикалі з використанням надземного і підземного простору.

Насамперед підземний простір повинен освоюватися в центральних районах міст, які мають дефіцит у вільних територіях і максимально завантажені транспортом, з урахуванням природного рельєфу місцевості (горбів, височин, укосів, гірських схилів).

Активне використання підземного простору міста дає змогу:

- ефективно формувати архітектурно-планувальну структуру міст;
- покращити транспортне і пішохідне обслуговування населення;
- збільшити пропускну здатність міських вулиць і доріг;
- вирішити проблему автомобільних стоянок;
- раціонально розмістити об'єкти інженерного устаткування;
- покращити інженерно-гігієнічний стан міст;
- використовувати в разі потреби підземні споруди для цивільної оборони.

16.2. Класифікація міських тунелів

Тунелями називають інженерні споруди, які розташовані на деякій глибині під поверхнею землі й використовуються для пропуску чи збереження транспортних засобів, розміщення промислових, комунально-побутових, торгівельних і виставкових споруд, а також мають багатоцільове призначення – об'єднують транспортні, інженерні об'єкти, підприємства торгівлі, споруди цивільної оборони.

Класифікація міських тунелів зорієнтована на такі ознаки:

- цільове призначення;
- глибина закладення;
- протяжність;
- місце розташування;
- спосіб будівництва.

За цільовим призначенням транспортні тунелі поділяються на:

- автотранспортні;
- метрополітени;
- гірські;
- підводні;
- пішохідні.

16.3. Економічне обґрунтування підземного будівництва об'єктів транспортної системи міста

Будівництво підземних споруд пов'язане зі значними капітальними вкладеннями. Залежно від типу підземної споруди, а також від містобудівних і інженерно-геологічних умов вартість будівництва підземних споруд може в 1,5–2 рази перевищувати вартість будівництва аналогічних надземних споруд.

Економічний ефект підземного будівництва може бути виявлено під час порівняння всіх витрат на спорудження й експлуатацію підземної і аналогічної надземної споруди. Економічну ефективність підземного будівництва в містах слід оцінювати не тільки для окремого об'єкта, а й для всього комплексу підземних споруд багатофункціонального призначення. Економічний ефект від підземного будівництва може бути отримано з різниці між загальним і соціально-економічним ефектом (у разі будівництва надземного об'єкта і будівництва підземної споруди).

$$E_n = \frac{\sum_{i=1}^n (A_i^{\text{під}} - A_i^{\text{наз}})}{\sum_{i=1}^n (C_i^{\text{під}} - C_i^{\text{наз}})} i,$$

де $A_i^{\text{під}} - A_i^{\text{наз}}$ – сукупний економічний ефект від підземного будівництва від i до n , тис. грн;

$C_i^{\text{під}} - C_i^{\text{наз}}$ – сумарні капітальні вкладення, які зумовили додатковий народногосподарський ефект з подорожчанням через підземне будівництво, тис. грн.

Лекція № 17

МІСЬКІ ТУНЕЛІ ЯК ЕЛЕМЕНТИ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ МІСТА

План лекції

1. Автотранспортні тунелі.
2. Тунелі метрополітену.
3. Підводні тунелі.

17.1. Автотранспортні тунелі

Одним з ефективних способів розосередження інтенсивності потоку транспорту на ВДМ міста за допомогою підземних споруд є будівництво автотранспортних тунелів. Вони можуть бути мілкого і глибокого закладення. Такі тунелі будуються для забезпечення:

- організації руху транспорту в різних рівнях на вузлах магістралей;
- збільшення пропускної здатності окремих ділянок міських магістралей;
- покращення структури ВДМ міст;
- підвезення пасажирів, товарів, вантажів до торгових комплексів (вокзал, аеропорт, великі автостоянки, гаражі тощо).

Автотранспортні тунелі переважно розташовують на прямолінійній у плані магістралі. Методика виконання поздовжнього профілю автотранспортного тунелю відповідає проектуванню поздовжнього профілю міських магістралей.

Розв'язки у вузлах перехрещень чи примикань підземних магістралей займають удвічі меншу територію, ніж на поверхні землі.

Поперечний переріз автотранспортного тунелю глибокого закладення визначається габаритами транспорту, величиною транспортного потоку й конструктивними вирішеннями тунелю. Ширина однієї смуги руху в автотранспортних тунелях глибокого закладення становить 3,5–4,0 м.

Важливим конструктивним елементом автотранспортних тунелів є під'їзди. Вони бувають:

- пандусні прямолінійні і криволінійні в'їзди і виїзди;
- кільцеві в'їзди і виїзди;
- головні підземні проїзди, які забезпечують підвезення пасажирів і вантажів по всій довжині підземного комплексу;
- другорядні підземні проїзди та майданчики технологічного призначення;
- спеціальні під'їзди до комплексів.

У спеціальних транспортних спорудах – гаражах, станціях обслуговування автомобілів, які розташовані в підземному просторі, слід враховувати інтенсивність руху транспорту, пропускну здатність проїздів, з'їздів і проектувати їх з урахуванням нормативних вимог до підземних споруд.

17.2. Тунелі метрополітену

У метрополітені влаштовуються тунелі як глибокого, так і мілкового закладення.

Тунелі глибоко закладання збираються з тюрінгів – бетонних або чавунних сегментів, що з'єднуються між собою пластиковими штирями. У кожному кільці 8 таких сегментів. Ця конструкція навіть гіпотетично не може обвалитися – форма тюрінгів обертає тиск собі на користь, і він утримує їх міцно.

Будівництво здійснюється закритим способом – за допомогою прохідницьких щитів. Передня частина щита оснащена ротором – обертовою гірничою пилою, що перетворює породу на уламки й відправляє їх на конвейєр, звідки вони виходять на поверхню. Задня частина – маніпулятор, що встановлює тюрінги. Там же розташовані домкрати, які, спираючись на попереднє завершене кільце, витискують щит уперед. Так, кільце за кільцем щит просувається вперед, а дійшовши до кінця наміченого маршруту, потрапляє до демонтажної камери – це називається збійкою.

Великий тиск спричинює і особливу конструкцію станцій. Найчастіше використовується тринефна схема, коли платформи відділені від центрального залу потужними пілонами. Також у Києві є єдина на цей час у СНД станція англійського типу – «Арсенальна». Вона не має центрального залу – є лише невеликий розподільний зал.

Тунелі мілкого закладання будуються практично під поверхнею землі і за сприятливої геології, тож не має сенсу використовувати щит. Замість нього все збирається з бетонних модулів – вони і дають вищезгадану прямокутність. Скріплені сегменти гідроізольються ззовні, бетонуються ще раз і засипаються ґрунтом. На жаль, у цього відносно дешевого способу будівництва є один, але вагомий недолік – воно практичне неможливе там, де є густа забудова.

Характерні конструкції станцій на таких ділянках ліній – односклепінна («Харківська», «Мінська») і колонна («Тараса Шевченка», «Почайна», «Славутич»).

17.3. Підводні тунелі

Підводні тунелі посідають особливе місце в системі таких транспортних споруд, як тунелі.

Способів споруди тунелю під товщею води розроблено дуже багато. Кожне нове будівництво має свої особливі умови; нерідко інженерам і будівельникам доводиться розробляти унікальне обладнання і змінювати звичні технології. А втім усе розмаїття використовуваних прийомів можна звести до двох основних: секційного і щитового. Це два принципово різні

методи роботи: секційний передбачає складання тунелю з готових елементів на дні водойми, а щитовий – прокладку магістралі в товщі породи глибоко під ним.

Доцільність влаштування тунелю замість мосту через водотік обумовлена такими чинниками:

- велика висота мосту на судноплавних річках і складність підходів до нього;
- близьке розташування наявних мостів;
- потреба в реалізації транспортного зв'язку через портову акваторію;
- пропуск метрополітену через водну перешкоду.

Лекція № 18

МІСЬКІ ПЛОЩІ ЯК ЕЛЕМЕНТИ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ МІСТА

План лекції

1. Міська площа як елемент вулично-дорожньої мережі міста.
2. Класифікація міських площ.
3. Вимоги до проектування міських площ.

18.1. Міська площа як елемент вулично-дорожньої мережі міста

Міська площа розглядається як простір, потрібний для пропуску пішоходів і транспорту поблизу будівель і споруд масового відвідування, для інформації населення та спілкування, організації народних свят, гулянь і торгівлі, огляду будівель і споруд, що мають архітектурно-художню цінність.

Кількість площ значною мірою залежить від планувальної схеми ВДМ міста. Чим крупніше місто, тим більша потреба в системі міських площ. Передусім це стосується транспортних площ, тобто площ, які виконують функцію перерозподілу транспортних і пішохідних потоків і призначені для розташування на них транспортних споруд.

18.2. Класифікація міських площ

За призначенням розрізняють: головні площі, площі перед театрами, стадіонами, парками, виставковими спорудами, вокзалами, передзаводські площі, транспортні, передмостові, площі біля торгових комплексів, багатофункціональні площі.

Різноманітність функціональних характеристик і можливих принципів організації руху транспорту і пішоходів передбачає реалізацію комплексу вимог до проектування міських площ. Ці вимоги відображають особливості різних типів площ.

З великої різноманітності форм транспортних площ слід виділити кільцеву, на якій може бути організований рух без зупинок по колу або близькому до нього контуру (овалу, еліпсу).

18.3. Вимоги до проектування міських площ

Розміри, форма і принцип організації руху на площі встановлюється відповідно до її призначення, положення в плані міста, розташування щодо магістральних вулиць і загальної архітектурно-планувальної композиції, а також умов ефективної організації руху транспорту і пішоходів. Площі всіх видів повинні мати благоустрій, що відповідає благоустрою вулиць, які вливаються в площу. Наприклад, місце розташування центральних, а також районних громадсько-адміністративних площ у системі магістральних вулиць має бути поза транспортними вузлами, щоб уникнути проходження через площу значних транспортних потоків, які не пов'язані з діяльністю на ній установ. У тих випадках, коли до площі примикають вулиці різних категорій, благоустрій площі за своїм рівнем має відповідати вулиці вищого класу.

На міських площах можлива реалізація таких принципових схем руху транспортних засобів:

- кільцевий саморегульований рух транспортних засобів в одному рівні;
- кільцевий регульований рух транспортних засобів в одному рівні;
- перехресний регульований рух в одному рівні з розвиненим регулюванням світлофорами лівоповоротного руху;
- перехресний безперервний рух у двох рівнях з обмеженим або віднесеним лівоповоротним рухом.

Запитання для самоконтролю

1. Які є шляхи вдосконалення роботи транспортної системи міста?
2. Якими основними факторами обумовлюється потреба у влаштуванні дорожньо-транспортних вузлів і споруд у різних рівнях?
3. Наведіть класифікацію міських дорожньо-транспортних вузлів у різних рівнях.
4. Назвіть основні особливості визначення пропускної здатності міських дорожньо-транспортних вузлів у різних рівнях і на що вона впливає.
5. Що таке транспортні витрати і як цей техніко-економічний показник визначається для проєктів міських дорожньо-транспортних вузлів у різних рівнях?
6. Як розраховується і завдяки чому досягається термін окупності капіталовкладень для міських дорожньо-транспортних вузлів у різних рівнях?
7. Назвіть основні етапи виконання проєкту міського дорожньо-транспортного вузла в різних рівнях.
8. Які існують основні планувальні рішення міських дорожньо-транспортних вузлів у різних рівнях і від чого залежить їх вибір?
9. Яким чином вибираються розрахункові швидкості транспорту на перетинах міських магістралей у різних рівнях?

10. Які основні завдання і вимоги щодо проєктування поздовжніх профілів перетинів магістралей у різних рівнях?
11. Зазначте особливості проєктування з'їздів на перетинах магістралей у різних рівнях.
12. Які основні вимоги висуваються до вертикального планування на перетинах магістралей у різних рівнях?
13. Назвіть основні транспортно-експлуатаційні показники МДТВС.
14. Які техніко-економічні показники МДТВС впливають на обґрунтування їх доцільності й вибір планувального рішення?
15. Місце, класифікація і вимоги до міських мостів.
16. Місце, класифікація і вимоги до естакад.
17. Місце, класифікація і вимоги до міських тунелів.
18. Які основні вимоги висуваються до проєктування міських площ?

Список літератури

1. Планування та забудова територій : ДБН Б.2.2-12:2019. – [Чинні 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. – [Чинні від 2018-09-01]. – К. : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2018. – 55 с.
3. Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво : ДБН В.2.3-4-2015. – [Чинні від 2016-04-01]. – К. : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2015. – 104 с.
4. Споруди транспорту. Огородження дорожнє перильного типу. Загальні технічні умови : ДСТУ Б В.2.3-11-2004. – [Чинний від 2007-07-02]. – К. : Державний комітет України з будівництва та архітектури, 2004. – 12 с.
5. Про автомобільні дороги : Закон України від 08.09.2005 № 2862-IV. – Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2005, № 51. – 556 с.
6. Про регулювання містобудівної діяльності : Закон України» від 06.02.2018 № 2276-VIII. – Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2011, № 34. – 343 с.
7. Вертикальная планировка городских территорий / В. В. Леонтович. – М. : Высшая школа, 1985. – 119 с.
8. 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.
9. Транспортні розв'язки : навчальний посібник / О. Б. Потійчук, Л. М. Піліпака. – Рівне : НУВГП, 2013. – 274 с.
10. Осетрін М. М. Міські дорожньо-транспортні споруди : навчальний посібник для студентів ВНЗ. – К. : ІЗМН, 1997. – 196 с.
11. Транспортне імітаційне моделювання : методичні вказівки до виконання практичних занять і курсового проєкту для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» спеціалізації 192.102 «Міське будівництво і господарство» / Уклад.: М. М. Осетрін, В. П. Тарасюк, М. І. Дорош, Д. О. Беспалов, П. П. Чередніченко. – К. : КНУБА, 2021 – 100 с.

Навчальне видання

ОСЕТРІН Микола Миколайович,
БЕСПАЛОВ Дмитро Олександрович,
ТАРАСЮК Володимир Петрович

МІСЬКІ ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНІ ВУЗЛИ І СПОРУДИ

Конспект лекцій

Редагування та коректура *Т. В. Івченко*
Комп'ютерне верстання *Л. В. Лабунець*

Підписано до друку 07.04. 2023. Формат 60 × 84_{1/16}
Ум. друк. арк. 3,25. Обл.-вид. арк. 3,5.
Електронний документ. Вид. № 7/І–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