

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО**  
**ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

**С. М. Гордієнко**

**МІСЬКІ ВУЛИЦІ ТА ДОРОГИ**

**КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ**

*(для студентів денної та заочної форм навчання  
та слухачів другої вищої освіти,  
спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія)*

**Харків – ХНУМГ ім. О. М. Бекетова – 2019**

**Гордієнко С. М.** Міські вулиці та дороги : конспект лекцій (для студентів денної та заочної форм навчання та слухачів другої вищої освіти, спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія) / С. М. Гордієнко; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 105 с.

Автор С. М. Гордієнко

Рецензент

Линник І. Е., д-р техн. наук, професор кафедри міського будівництва Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова

*Рекомендовано кафедрою міського будівництва, протокол № 2 від 17.09.2013.*

© С. М. Гордієнко, 2019  
© ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019

## ЗМІСТ

	Стор.
<b>Мета і завдання дисципліни</b> .....	4
<b>Змістовий модуль 1 ПЛАНОВО-ВИСОТНЕ РІШЕННЯ ВУЛИЦІ</b>	
Лекція 1 Вступ. Вулиці та дороги у сучасному місті .....	5
Лекція 2 Класифікація міських вулиць та доріг. Планувальні схеми міст.....	12
Лекція 3 Проектування міських вулиць у плані .....	19
Лекція 4 Основні характеристики транспортного потоку та пропускна спроможність .....	23
Лекція 5 Поперечні профілі міських вулиць та доріг.....	31
Лекція 6 Проектування поздовжнього профілю вулиці.....	38
Лекція 7 Висотні поперечні профілі. Баланс земляних робіт.....	44
Лекція 8 Планування та обладнання перехресть і майданів	
Частина 1 Перехрещення міських вулиць і доріг.....	49
Частина 2 Вертикальне планування міських вулиць та доріг..	51
Частина 3 Організація та безпека руху. Транспортні розв'язки у різних рівнях. Площі та майдани.....	58
<b>Змістовий модуль 2 ПОКРИТТЯ ВУЛИЦЬ ТА ДОРІГ</b>	
Лекція 9 Дорожні покриття, природні та штучні матеріали для покриттів.....	69
Лекція 10 Конструювання та розрахунок нежорстких дорожніх покриттів.....	75
Лекція 11 Жорсткі дорожні покриття .....	83
Лекція 12 Сучасні дорожні технології, покриття тротуарів та майданів	
Частина 1 Сучасні покриття. Переваги та недоліки покриттів..	90
Частина 2 Покриття тротуарів, велодоріжок та майданів.....	97

## **Мета і завдання дисципліни**

**Метою** вивчення дисципліни є: знайомство з основними характеристиками міських вулиць і доріг, нормами і методами їх проектування, а також сприяння формуванню у студентів практичних навичок з вирішення завдань вертикального планування міських вулиць та доріг.

**Основним завданнями** вивчення дисципліни, є теоретична та практична підготовка бакалавра з вивчення основ проектування міських вулиць та доріг, їх основних характеристик і методів проектування.

При цьому вирішуються наступні питання:

- визначення елементів плану та поздовжнього профілю міських вулиць і доріг;
- формування поперечного профілю міських вулиць та доріг;
- визначення робочих поперечних профілів та балансу земляних робіт;
- вертикального планування територій вулиць і доріг;
- захисту житлових територій від шуму та загазованості;
- вибору та розрахунку дорожнього одягу;
- улаштування автостоянок і місць зберігання автомобілів.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

### **знати:**

- норми проектування міських вулиць і доріг, їх основні характеристики і методи проектування, сучасні технології будівництва вулиць і доріг;
- основні елементи вулиць та доріг;
- сучасні матеріали і технології, що застосовуються на міських вулицях та дорогах.

### **вміти:**

- визначати основні характеристики плану та поздовжнього профілю траси;
- проектувати поздовжній та поперечний профіль вулиць та доріг;
- обчислювати баланс земляних робіт;
- вирішувати вертикальне планування міських вулиць та доріг і їх окремих ділянок методом червоних горизонталей і методом проектних відміток;
- підбирати склад та визначати потрібну товщину шарів нежорсткого дорожнього одягу
- визначати основні техніко-економічні показники проектних рішень;
- виконувати необхідні інженерні креслення.

### **мати компетентності у:**

- проектуванні плану траси та його елементів;
- проектуванні поздовжнього та поперечних профілів міських вулиць та доріг;
- визначенні оптимального балансу земляних робіт;
- вертикальному плануванні міських вулиць та доріг.

# Змістовий модуль 1 ПЛАНОВО-ВИСОТНЕ РІШЕННЯ ВУЛИЦІ

## Лекція 1 ВСТУП. ВУЛИЦІ ТА ДОРОГИ У СУЧАСНОМУ МІСТІ

### Основні терміни й поняття

**Вулиця** – автомобільна дорога, призначена для руху транспорту і пішоходів, прокладання наземних і підземних інженерних мереж у межах населених пунктів.

**Автомобільна дорога** – лінійний комплекс інженерних споруд, призначений для безперервного, безпечного та зручного руху транспортних засобів;

**Проїзна частина** – частина автомобільної дороги, безпосередньо призначена для руху транспортних засобів;

**Смуга відведення** – земельні ділянки, що надаються в установленому порядку для розміщення автомобільної дороги;

**Смуга руху** – смуга проїзної частини, позначена або не позначена розміткою, яка має ширину, визначену нормами для руху транспорту в один ряд;

**Технічні засоби** – спеціальні технічні засоби, призначені для організації та регулювання дорожнього руху (дорожні знаки, інформаційні табло, дорожня розмітка, сигнальні стовпчики, транспортні та пішохідні огороження різних типів, світлофорне обладнання тощо).

**Штучні споруди** – інженерні споруди, призначені для руху транспортних засобів і пішоходів через природні та інші перешкоди, а також сталого функціонування автомобільної дороги (мости, шляхопроводи, естакади, віадуки, тунелі, наземні та підземні пішохідні переходи, наплавні мости та поромні переправи, розв'язки доріг, підпірні стінки, галереї, уловлювальні з'їзди, снігозахисні споруди, протилавинні і протисельові споруди тощо).

*«Автомобільна дорога, вулиця (дорога) – частина території, в тому числі в населеному пункті, призначена для руху транспортних засобів і пішоходів, з усіма розташованими на ній спорудами (мостами, шляхопроводами, естакадами, надземними і підземними пішохідними переходами) та засобами організації дорожнього руху, і обмежена по ширині зовнішнім краєм тротуарів чи краєм смуги відводу».*

ЗАКОН УКРАЇНИ «Про автомобільні дороги»

*Міські дороги і вулиці – важлива складова частина міста і міського господарства, яка є системою складних інженерних споруд, призначених для організації доставки пасажирів і різного роду вантажів, відведення поверхневих вод, прокладки підземних (наземних і надземних) комунікацій, створення умов для аерації територій.*

*Вулиці і дороги мають велике значення для загального сприйняття міського простору і архітектурних об'єктів.*

ЗАКОН УКРАЇНИ «Про дорожній рух»

Нормальне життя сучасного міста неможливе без розвинутої системи вулиць. Вулична мережа є найбільш стійким елементом міста, вона історично розвивається разом з ним. Розташування вулиць, що виникло одного разу, як правило, зберігається на віки. Міські вулиці й дороги – життєво необхідні складові частини сучасного міста.

Збільшення міських територій, розвиток транспортних засобів обумовлюють підвищення рухомості населення, збільшення відстані його пересування, а також зростання міських вантажних перевезень. Чітка й безперебійна робота міського транспорту може бути забезпечена лише за умови добре розвинутої мережі міських шляхів сполучення, раціонального розташування в плані міста основних транспортних магістралей і належного зв'язку цих магістралей між собою і вулицями другорядного значення. Крім того, необхідно, щоб окремі елементи вулиці (проїзна частина, тротуари, пішохідні доріжки) забезпечували пропуск транспортних засобів і пішоходів.

Розмаїття функцій, які виконуються міськими вулицями і дорогами, визначає їх економічну особливість і як основних фондів народного господарства. Економічна природа міських вулиць і доріг характеризується тим, що при одній і тій же матеріальній формі вони одночасно виступають як виробничі фонди і як основні фонди споживчого призначення. Таке поєднання двох економічних категорій обумовлено широким колом послуг, які вони надають.

Якщо розглядати міські вулиці і дороги як архітектурний елемент міста і складову його зовнішнього благоустрою, а також як об'єкт особистою споживання населення (пішоходами, власниками особистого транспорту) міські вулиці й дороги виступають як фонди споживчого призначення: використання міських вулиць і доріг являє собою процес задоволення різноманітних матеріальних і культурно-побутових потреб міського населення.

У вигляді шляхів сполучення, по яких здійснюються необхідні вантажні і пасажирські перевезення, міські вулиці й дороги виступають як основні виробничі фонди. У цьому плані вони становлять складову частину транспортної системи міста, тобто її матеріальні умови, без яких неможливий виробничий процес сучасного транспорту.

Розвиток міського транспорту з метою забезпечення швидкого і зручного сполучення між окремими районами міста ставить до міських вулиць і доріг вимоги, що систематично підвищуються. Зокрема, сучасні вулиці й дороги повинні:

- а) відповідати потребам і розмірам руху;
- б) враховувати перспективи його розвитку;
- в) забезпечувати найкращі умови для руху транспорту;
- г) відповідати вимогам безпеки руху транспорту і пішоходів;
- д) при найменших витратах на будівництво і експлуатацію мати можливість більшого строку служби, тобто нормальної експлуатації з моменту будівництва до капітального ремонту.

Побудова мережі вулиць і доріг являється найважливішою, а подекуди і визначальною частиною загальної містобудівної проблеми. Вона невід’ємна від питань розміщення основних складових міста і організації міського руху.

Планування міста, яке не забезпечує доцільність розподілу транспортних потоків по місту, викликає великі витрати часу у населення на пересування. При плануванні міста намагаються по можливості скоротити ці втрати. Основними шляхами досягнення правильної організації руху є:

а) доцільне розміщення по території міста промислових і житлових районів, загальноміського центру, рівномірний розподіл культурно-побутових і торгових закладів;

б) правильна побудова вуличної мережі, що забезпечує надійний зв’язок між окремими районами міста. З технічним удосконаленням засобів транспорту збільшується рухомість населення. Тому при побудові вуличної мережі повинні ретельно вивчатись і враховуватись вимоги міського руху.

Великий вплив на безпеку руху транспорту і пішоходів справляє планування елементів вулиць (проїжджої частини і тротуарів), які повинні відповідати характеру і розмірам руху транспорту і пішоходів. Спостереження показують, що дорожньо-транспортні пригоди в основному виникають там, де вулиці мають недоліки планування. Найбільш поширеними серед них є:

- недостатня ширина проїжджої частини;
- погана видимість на крутих поворотах вулиць і перехресть;
- поганий стан дорожнього покриття;
- наявність крутих уклонів на перехрестях;
- недостатня ширина тротуарів.

Вулична мережа міста включає магістралі й вулиці місцевого значення. Основою вуличної мережі є магістралі, які з’єднують важливі частини міста з центром і заміськими дорогами.

### **Транспортні проблеми міста**

Простежується історичний взаємозв’язок між розмірами міста і розвитком міського транспорту. Із зростанням чисельності населення міста і його території відбувається збільшення обсягу транспортної роботи. Підвищується транспортна рухливість населення і одночасно росте дальність поїздок. Це вимагає відповідного розвитку транспорту, підвищення швидкості руху, збільшення провізної спроможності.

В останнє десятиліття в нашій країні проблеми транспорту у великих містах значно ускладнилися через зростання числа легкових автомобілів і їх активного використання для трудових, культурно-побутових і рекреаційних поїздок. У Москві, наприклад, загальне число легкових автомобілів наблизилося до 2,5 млн. проти 0,55 млн. в 1991 р., у Харкові – 360 тис. проти відповідних 120 тис. автомобілів.

Вулично-дорожня мережа особливо в центрах міст, не в змозі вмістити весь потік автомобільного транспорту, відбувається зниження швидкості руху, зростає шумове і хімічне забруднення навколишнього середовища, зростає аварійність. Відсутність необхідних засобів для альтернативного розвитку

громадського транспорту посилює зазначене становище. Практично зупинено будівництво нових ліній метрополітену, швидкісного трамвая. Не вистачає засобів на оновлення автобусного парку, трамваїв і тролейбусів.

У часи пік в центрах крупніших міст швидкість руху автомобільного транспорту знижується до 10—15 км/год. Зростають витрати часу населення на транспортні пересування. У найбільших і великих містах середній час поїздки від місць мешкання до роботи перевищує 60 хв. при нормі для 90% пасажирів не більше 40 хв.

У сучасному місті інтенсивність господарських зв'язків і потреба в транспортних пересуваннях населення настільки великі, що їх потенційна реалізація можлива тільки при комплексному, взаємозв'язаному розвитку різних видів транспорту і транспортних комунікацій. Світовий досвід вчить, що навіть вклавши величезні кошти в розвиток вулично-дорожньої мережі, неможливо вирішити проблему транспортних пересувань в найбільших містах лише за допомогою легкових автомобілів. Не випадково містобудівельники розвинутих країн світу все більше займаються системами пасажирського міського транспорту, намагаючись до 10—15% населення пересадити на громадський транспорт.

Фактично структуру міських шляхів сполучення зумовлюють планувальна структура поселення, його розмір і географічне положення. Першими шляхами сполучень були гужові дороги, що віялом розходяться від центрів до кріпосних воріт.

Розміри міст залежали від безлічі факторів, але визначальними були наступні:

- середня швидкість зростання чисельності населення;
- час, який населення здатне витратити на щоденні пересування.

До XIX в. людина по місту в основному пересувалася пішки (зі швидкістю 4—5 км/год.). В добовому циклі життєдіяльності вона в середньому витратила на пересування близько 2 год.

Кінець XX ст. ознаменований не тільки розвитком масового пасажирського транспорту, але й небаченим зростом числа індивідуальних автомобілів. Індивідуальний автомобіль кардинально змінює сам спосіб життя населення, висуває нові вимоги до проектування шляхів сполучення, характеру розселення, організації трудової, культурно-побутової і рекреаційної діяльності городян. Надаючи населенню небачені раніше можливості для пересування, легковий автомобіль привів до значного розповзання територій міст, закупорки вулично-дорожньої мережі центрів міст, погіршення екології, зростання аварійності та інших негативних наслідків.

У найбільших містах за кордоном рівень автомобілізації досяг 350—450 індивідуальних автомобілів на 1000 жителів, а у країнах Північної Америки і Європи вже 70—90% всіх транспортних пересувань городян здійснюється індивідуальним транспортом. Це привело до зміни структури міських шляхів сполучення на користь прискореного розвитку автомобільних доріг.



Нині наземний громадський транспорт почав зникати з міст (що правда, переважно з їхніх центрів).

Класичним прикладом орієнтації на активне використання легкових автомобілів для щоденних поїздок є американське місто Лос-Анджелес, в якому вже більше двох третин його території віддано під автомобільні дороги, розв'язки, паркінг і систему обслуговування автомобільного транспорту. Однак, навіть за таких умов містобудівельники не зуміли створити ефективну транспортну систему і в останні десятиліття змушені активно формувати систему швидкісного громадського транспорту.

Для міст із давнім історичним минулим, щільно забудованою центральною частиною, орієнтація на індивідуальні автомобілі, як масовий засіб пересування, неможлива взагалі.

### **Реконструкція вулиць та доріг сучасних міст**

Питання реконструкції транспортно-дорожньої мережі невід'ємні від загальної концепції розвитку міста. До основних чинників, що впливають на реконструкцію транспортної системи і вулично-дорожньої мережі міста, відносяться:

- перспективна чисельність населення міста і прилеглої території;
- адміністративне, господарське і культурно-історичне значення міста;
- конфігурація й існуючий стан шляхів сполучення і споруд зовнішнього транспорту.

Пристаюючи до загальної реконструкції транспортно-дорожньої мережі міста в цілому, проектувальники в першу чергу повинні звертати увагу на:

- більш рівномірне завантаження і розподіл транспортних потоків по всій вулично-дорожній мережі;
- зменшення коефіцієнту непрямої лінійності мережі (мінімізацію препробігу транспорту);
- диференціацію дорожньої мережі за типами переважаючих видів транспорту (вантажний транспорт, легковий і пасажирський, швидкісний рух і т. п.) і відповідну організацію руху;
- максимально можливе обмеження транзитного руху центральною частиною міста;
- зручність зв'язків з приміською зоною;
- зниження шкідливої дії транспортних потоків.

У **Харкові** історично сформована радіально-кільцева вулично-дорожня, яка має наступні недоліки:

- змішаність потоків на важливіших магістральних вулицях міста;
- перевантаження транспортними потоками центру міста;
- значне зниження швидкості руху на підходах до центру;
- значні перепробіги транспортних потоків при сполученні поміж окремими зонами міста.

Реконструктивні заходи в Харкові повинні бути пов'язані з реконструкцією забудови та винесенням з нього частини підприємств і установ,

які екологічно небезпечні або потребують для свого функціонування значних вантажних чи пасажирських перевезень .

Для зменшення транзиту через центр генеральним планом розвитку Харкова 2005 р. передбачається:

– доповнити її кільцевим обходом центра по межі центральної і серединної зон міста (по вул. Весніна, вул. Кірова, вул. 1-й Кінної армії, вул. Котлова, вул. Новгородська);

– створити схему тангенціальних (дотичних) зв'язків по межі серединної і периферійної зон міста, щоб забезпечити зручні міжзонні зв'язки;

– реконструкція існуючої і будівництво нової магістральної мережі з збільшення її смуг руху та доведенням показника щільності до нормативного (2,5 км/км<sup>2</sup>);

– будівництво нових мостів, шляхопроводів, транспортних розв'язок у різних рівнях, особливо по кільцевих і тангенціальних напрямках;

– замкнути зовнішній кільцевий обхід міста на південно-західній ділянці від Сімферопольської траси до пр. Гагаріна.

Що стосується власне транспортних потоків, то зусилля містобудівників повинні бути спрямовані на максимально можливе скорочення поїздок на легкових автомобілях у центр міста, прискореному розвитку систем громадського транспорту, в тому числі спеціальних транспортних систем для центральної частини міста.

Слід також передбачити можливість парковки індивідуальних автомобілів на підходах до центральної частини міста міста з тим, щоб далі можна було пересуватися на громадському транспорті або пішки. Така система під назвою «Park and ride» добре себе зарекомендувала у ряді великих міст Західної Європи, і сприяла розвантаженню центрів таких міст від легкового транспорту.

Серйозну проблему, що стосується сучасних міст становить необхідність розміщення і збереження автомобілів.

Також гостро стоїть питання охорони навколишнього середовища. Захист від шуму, вібрації, забруднення повітряного басейну міста шкідливими домішками, що містяться у відпрацьованих газах автомобіля відносяться до найгостріших проблема сучасних міст.

Таким чином, високе зростання рівня автомобілізації міст і відповідне збільшення дорожнього руху на вулицях потребує створення мережі швидкісних доріг і магістралей безупинного руху, раціональної організації і керування дорожнім рухом, разом із забезпеченням безпеки учасникам дорожнього руху. Без неможливе нормальне функціонування життєдіяльності міста.

### **Запитання для самоконтролю:**

1. В чому полягає основне призначення міських вулиць і доріг?
2. Які фактори мають пріоритет в розвитку сучасного міста?
- 3 В яких одиницях вимірюється рівень автомобілізації?

#### 4. Назвіть транспортні проблеми сучасного міста.

##### Джерела

1. Проектування міських територій : підручник : у 2 ч. Ч.1 / [за ред. В. Т. Семенова, І. Е. Линник] ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 449 с. (Серія «Міське будівництво та господарство»)
2. Безлюбченко О. С. Планування міст і транспорт : навч. посібник / О.С. Безлюбченко, С.М. Гордієнко, О.В. Завальний. – Харків : ХНАМГ, 2008. – 156 с.
3. Державні будівельні норми України споруди транспорту автомобільні дороги частина І. Проектування Частина ІІ. Будівництво. – Обн в 3-4: 2007
4. ДБН Б.2.2-12:2018 «Планування і забудова територій» - Чинний від 2018-09-01. – Київ, 2018. – 179 с.
5. Генеральний план города: веб-сайт. URL: <http://www.city.kharkov.ua/ru/dokumentyi/generalnyij-plan-goroda.html>

## **Лекція 2 КЛАСИФІКАЦІЯ МІСЬКИХ ВУЛИЦЬ ТА ДОРІГ. ПЛАНУВАЛЬНІ СХЕМИ МІСТ**

*«Вулиці і дороги міст та інших населених пунктів знаходяться у віданні органів місцевого самоврядування і є комунальною власністю».*

*«Вулиці і дороги міст та інших населених пунктів поділяються на магістральні дороги (безперервного руху та регульованого руху), магістральні вулиці загальноміського значення (безперервного руху та регульованого руху), магістральні вулиці районного значення, а також вулиці і дороги місцевого значення».*

### **ЗАКОН УКРАЇНИ «Про автомобільні дороги»**

Сучасні вулиці та дороги мають велике значення для міста. Вони забезпечують швидкість та інтенсивність руху транспорту й обумовлюють витрати часу на пересування.

Міські вулиці і дороги відрізняються за своїми характеристиками і за значенням поділяються на декілька категорій (табл. 1).

Система міських магістралей, вулиць і площ вирішує комплекс планувальних, технічних і естетичних задач, що визначають обличчя та життя міста. Основними з них є:

- забезпечення найкоротших і зручних шляхів для руху міського транспорту і пішоходів між різними функціональними зонами міста і усередині них;
- організація поверхневого стоку і видалення зливових вод;
- розміщення інженерних сіток і комунікацій;
- забезпечення нормального провітрювання або захисту від вітрів;
- архітектурно-просторова побудова міста і створення композиційних осей.

Однією з найважливіших функцій сучасного міста є рух. В умовах міста у наш час прийнято розділяти транспортний і пішохідний рух. Масові пересування населення і вантажів здійснюються міським транспортом. Ступінь рухливості населення міста і інтенсивність завантаження транспорту залежать від величини міста, його функціонального профілю, планувальної структури. Скоротити до мінімуму витрати часу населення на пересування – основна задача планувальників. За діючими нормами в крупних і найбільших містах сумарні витрати часу на проїзд в один кінець (від місця мешкання до місця роботи) не повинні перевищувати 40 хв., а в решті населених місць – 30 хв.

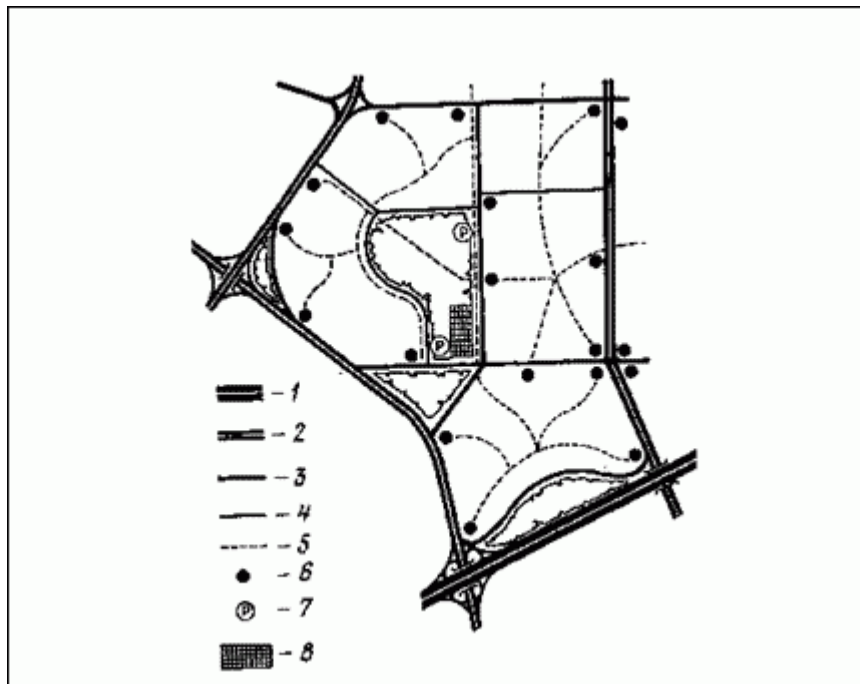
В сучасних містах використовуються різні види громадського вуличного транспорту: трамвай, тролейбус, автобус, таксі. Проте в найбільших містах великого значення набуває метрополітен. У містах майбутнього можливі також інші види транспорту – монорейкові дороги, електроавтобуси, вакуумні потяги, тротуари, що рухаються.

**Таблиця 1 – Класифікація магістралей і вулиць**

Категорії вулиць і доріг	Розрахункова швидкість руху одиничного легкового автомобіля, км/год.	Розрахункова інтенсивність руху, прив. од./год. на смугу
<b>Міські вулиці та дороги</b>		
Магістральні дороги:		
безперервного руху	120	1200
регульованого руху	90	800
Магістральні вулиці загальноміського значення:		
безперервного руху	100	1200
регульованого руху	90	700
Магістральні вулиці районного значення	80	500
Вулиці та дороги місцевого значення:		
житлові вулиці	60	200
дороги промислових і комунально-складських зон	60	300
проїзди	30	150
<b>Селищні та сільські вулиці (дороги)</b>		
Селищні дороги	60	500
Головні вулиці	60	500
Житлові вулиці	60	100
Дороги виробничого призначення	30	–
Проїзди	30	25
<p><b>Примітка 1.</b> Розрахунковою швидкістю руху одиничного легкового автомобіля визначаються геометричні параметри плану та поздовжнього профілю, а розрахунковою інтенсивністю руху – кількість смуг руху.</p> <p><b>Примітка 2.</b> За розрахункову інтенсивність руху прийнято 80% транспортний потік, під час якого забезпечується зниження розрахункової швидкості не більше 30%.</p> <p><b>Примітка 3.</b> Пропускна здатність багатосмугової проїзної частини на перегонах визначається з урахуванням коефіцієнта багатосмуговості, який залежно від кількості смуги в одному напрямку, приймається: за однієї смуги – 1,0; двох – 1,9; трьох – 2,7; чотирьох – 3,5.</p>		

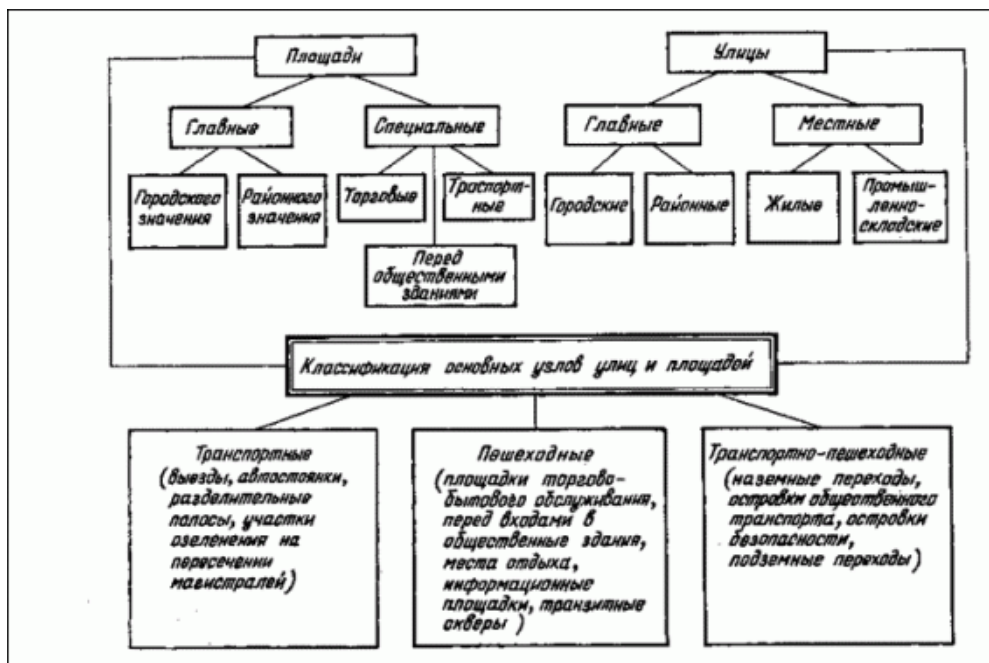
Зручне обслуговування населення міським транспортом, достатньо висока швидкість руху, безпека і економічність можуть бути досягнуті за умови строгої диференціації вулиць за призначенням і видам руху транспорту (рис. 1).

За діючими нормами проектування міст всі вулиці населених місць підрозділяють на класи: I – швидкісні дороги, II – магістралі загальноміського і районного значення, III – дороги місцевого значення: житлових, промислових і складських районів, проїзди, IV – пішохідні дороги. На рисунку 2 наведена сучасна типологія вулиць і площ.



**Рисунок 1 – Схема побудови вуличної мережі міста:**

1 – міська швидкісна дорога; 2 – магістраль загальноміського значення; 3 – те ж, районного значення; 4 – житлова вулиця; 5 – пішохідна вулиця-алея; 6 – зупинка громадського транспорту; 7 – автостоянка загального користування; 8 – громадський центр з парком або садом.



**Рисунок 2 – Сучасна типологія вулиць і майданів**

Магістральні вулиці, по яких йде основний потік руху масового міського транспорту, загальноміські і районні. Перші розділяють на магістралі: а) безперервного руху, які забезпечують транспортний зв'язок між житловими і

промисловими районами, з перетином з іншими вулицями в різних рівнях; б) регульованого руху, які забезпечують транспортні зв'язки в межах міста між житловими районами і суспільним центром міста, з перетином з вулицями в одному рівні. Розрахункова швидкість руху на магістралях 60—80 км/год. залежно від величини міста і умов містобудівної ситуації.

Магістралі районного значення забезпечують транспортний зв'язок в межах району, а також з магістралями загальноміського значення. Перетини з іншими вулицями здійснюються на одному рівні. Розрахункова швидкість руху до 80 км/год.

Вулиці і дороги місцевого значення підрозділяють на:

– житлові вулиці, що забезпечують транспортний і пішохідний зв'язок житлових районів і мікрорайонів з магістральними вулицями. Розрахункова швидкість руху до 60 км/год.;

– дороги промислових і комунально-складських районів, призначені для перевезення матеріалів і вантажів, які забезпечують зв'язок з дорогами вантажного руху. Розрахункова швидкість руху до 60 км/год.;

– пішохідні вулиці і дороги, призначені для пішохідного зв'язку з місцями праці, установами, підприємствами обслуговування, місцями відпочинку, зупинками суспільного транспорту;

– селищні вулиці, що служать для транспортного зв'язку усередині селитебної зони з суспільним центром, установами і підприємствами обслуговування селищ. Розрахункова швидкість руху до 30 км/год.;

– проїзди, призначені для транспортного зв'язку в межах мікрорайонів. Розрахункова швидкість руху до 30 км/год.

Загальна ширина вулиці визначається в червоних лініях. Червоною лінією називається зовнішня межа вулиці по стороні тротуару, звернена до забудови. Між червоною лінією і забудовою встановлюється відступ вширшки на магістралях не менше 6 м, на вулицях місцевого значення не менше 3 м.

Вулично-дорожня мережа повинна забезпечувати:

– транспортний та пішохідний рух за найбільш зручними та короткими напрямками;

– можливість розвитку міста і, зокрема, його транспортної системи;

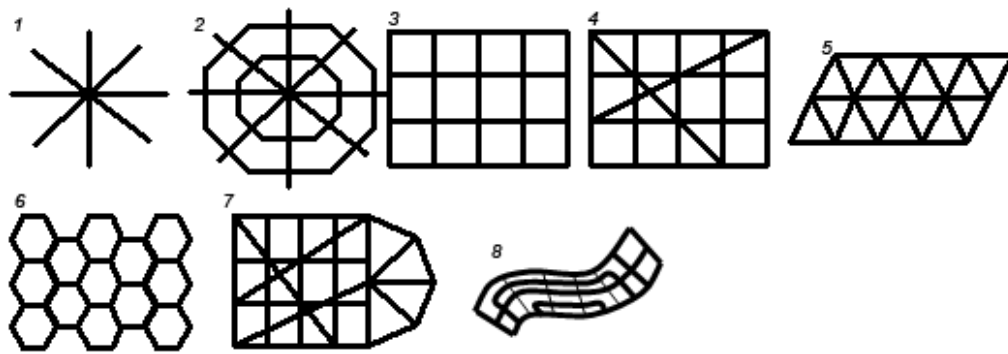
– організацію видалення поверхневих вод;

– розміщення інженерних мереж;

– провітрювання міста або його захист від вітру;

– візуальне сприймання забудови.

Завдяки поступовому розвитку транспортної системи, що склалася, а у нових містах – згідно втілення певного задуму, сучасні міста мають індивідуальну планувальну структуру. Вона утворюється з мережі магістралей, вулиць та доріг і за геометричною формою в плані може бути віднесена до наступних схем (рис. 3).



**Рисунок 3 – Узагальнені планувальні схеми вулично-магістральної мережі міста**

1—радіальна; 2—радіально-кільцева; 3—прямокутна; 4—прямокутно-діагональна;

5—трикутна; 6—гексагональна; 7—комбінована; 8—вільна

*Радіальна* формувалася вздовж основних шляхів, коли місто мало невеликі розміри, і основні торгові шляхи вели до дитинця, замку або кремля через ворота в мурах де закінчувалися майданом, або соборною площею. Така схема забезпечувала зручний зв'язок з центром міста і можливість швидкої евакуації на випадок небезпеки. Згодом, з ростом території центра міста, кріпосні стіни втрачали своє пряме призначення і поступово руйнувались, а у разі збереження обумовлювали використання історичного ядра міста лише у адміністративних, культурних та культових цілях.

Сучасні міста з такою схемою мають значне перевантаження центра транспортом і змушені частково або повністю забороняти проїзд через центр. Прикладом може бути центральна частина Львова, місто Хуст, Суми, Павловська площа в Харкові.

*Радіально-кільцева* формувалася на базі радіальної по мірі подальшого розвитку міста. Так кільцеві вулиці з'являлися практично в усіх містах (в т.ч. і у наведених), де серединна і периферійна зона міста поступово лишалися залежності від центру і вимагали більш тісних зв'язків між собою. Радіальні магістралі забезпечують рух транспортних потоків до центру, чим значно погіршують в ньому екологічну обстановку. Кільцеві магістралі, навпаки, дозволяють частково зняти навантаження з центру за рахунок перерозподілу транспортних потоків. З метою усунення транзитних потоків радіально-кільцева схема повинна мати зовнішню кільцеву магістраль поза межами міста. Найбільш типовим прикладом такого планування є Москва. Вважається також, що Харків відноситься до цієї системи планування.

*Прямокутною* схемою відрізняються відносно молоді міста, або нові райони великих міст. Елементи такої схеми зустрічаються в Полтаві, Одесі, Санкт-Петербурзі, Харкові але найчастіше її можна зустріти у містах США. При прямокутній схемі центр міста захищається від перевантаження достатньою кількістю альтернативних шляхів сполучення. Вона дозволяє також досягати більш рівномірного навантаження на мережу. Така схема відрізняється гарною просторовою орієнтацією і можливістю організації одностороннього та



координованого дорожнього руху. Але при великій кількості перетинів втрати часу і перепробіг транспорту можуть ставати досить відчутними.

*Прямокутно-діагональна* – різновид прямокутної схеми. Діагональні магістралі забезпечують найкоротший зв'язок з окремими районами міста і формуються, як правило, у випадку прокладання швидкісних доріг. Таке удосконалення мережі міста приводить до виносу значної частини такої дороги на естакади або утворює складні вузли з гострими кутами, які доводиться вирішувати транспортними розв'язками у різних рівнях. Таким чином вдається підвищити середню швидкість сполучення і зменшити непрямолінійність сполучень. Але вартість спорудження потребує дуже значних коштів. При цьому відстань між місцями візду-виїзду на магістраль перевищує 1 км і у разі необхідності зміни напрямку перепробіг транспорту може складати кілька кілометрів. Прикладом такої схеми можуть бути міста Вашингтон і Чикаго.

*Трикутна схема* може формуватись як розвиток прямокутно-діагональної, або радіальної схеми. Важко знайти місто з виключно трикутною планувальною схемою, його може не існувати взагалі. Але в окремих частинах (найчастіше центральних) старовинних міст вона зустрічається досить часто. Будинки на розі вулиць такої схеми мають свій неповторний вигляд. Організація транспортного руху, навпаки, повинна вирішувати проблему забезпечення трикутників зору на перехрещеннях. Елементи трикутної схеми можна зустріти в Лондоні, Парижі, Берні, а також в італійських і американських містах.

*Гексагональна схема* формується на основі комбінації шестикутників. Вона дозволяє уникнути складних перехрещень за рахунок заміни їх трохсторонніми У-подібними. Така схема виникла, як результат сучасного містобудівельного пошуку. Вулично-дорожня мережа за таким принципом пропонувалась у житлових районах, де необхідне впровадження одностороннього, або «заспокоєного» руху.

*Комбінована схема* формується переважно у великих і найбільших містах. Вона уявляє собою поєднання різних схем, які з часом утворюються в різних районах міста.

*Вільна схема* по суті може відноситись до комбінованої. Але її формування задається природними, або штучними умовами. Ними можуть бути водні перешкоди, гори, яри та інші зовнішні фактори.

Містобудівна оцінка усіх схем може бути проведена за допомогою середньозваженого *коефіцієнта непрямолінійності*, який відображує відношення фактичної відстані по ділянці мережі до найкоротшої відстані поміж кінцевими пунктами цієї ділянки.

### **Запитання для самоконтролю**

1. Які витрати часу на пересування можуть вважатись оптимальними?
2. Чим відрізняється одна транспортна система від іншої?
3. На які основні категорії поділяються вулиці та дороги міста?

4. Яким можна вважати загальний вплив транспорту на навколишнє середовище?

#### Джерела

1. Проектування міських територій : підручник : у 2 ч. Ч.1 / [за ред. В. Т. Семенова, І. Е. Линник] ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 449 с. (Серія «Міське будівництво та господарство»)

2. Безлюбченко О. С. Планування міст і транспорт : навч. посібник / О. С. Безлюбченко, С. М. Гордієнко, О. В. Завальний. – Харків : ХНАМГ, 2008. – 156 с.

3. ДБН Б.2.2-12:2018 «Планування і забудова територій» – Чинний від 2018-09-01. – Київ, 2018. – 179 с.

4. Генеральный план города: веб-сайт. URL: <http://www.city.kharkov.ua/ru/dokumenty/generalnyj-plan-goroda.html>

### **Лекція 3 ПРОЕКТУВАННЯ МІСЬКИХ ВУЛИЦЬ У ПЛАНІ**

#### **Проектування траси дороги в плані. Визначення елементів плану**

План вулиці визначається її напрямком та лініями існуючої або проектною забудови. Вулицю проектують на основі даних технічних вишукувань і топогеодезичної зйомки. За ними будують план, поздовжній і поперечний профілі. На плані вулиці вказують пікети, поперечники, червоні лінії забудови, входи в будівлі, в'їзди у двори, щогли і стовпи, водоприймальні й оглядові колодязі підземних споруд, зелені насадження, трамвайне полотно, траси підземних мереж та інші елементи вулиці.

Магістральні вулиці і дороги утворюють певну систему транспортної інфраструктури. Її можна вважати раціональною, при дотриманні наступних трьох принципів:

- відповідності категорій перспективним розмірам і обсягам руху, визначених спеціальними розрахунками;
- підпорядкованості магістралей визначеним категоріям;
- відповідності основних вузлів і перетинів категоріям магістралей і доріг, що схрещуються.

Ці принципи взаємопов'язані і застосовуються одночасно.

На стадії проектування вони реалізуються наступним чином: траси магістральних вулиць і доріг вищої категорії (швидкісні міські дороги і магістральні вулиці безперервного руху) прокладаються на найбільш напружених і віддалених напрямках, до них приєднуються магістральні вулиці загальноміського значення, з якими в свою чергу поєднують магістральні вулиці районного значення. Слід відзначити, що магістральні вулиці вищої категорії не повинні продовжуватись вулицями нижчих категорій.

#### **1. Вихідні дані для проектування дороги.**

При проектуванні автомобільної дороги, крім розрахункової інтенсивності руху транспортних засобів, об'єму вантажних перевезень і технічних умов проектування, необхідно:

1) мати докладні дані про район прокладання траси, які нададуть змогу раціонально запроектувати земляне полотно і дорожній одяг з урахуванням дорожньо-кліматичних умов (Рис В.1 ДБН В.2.3.-4-2000), видів ґрунту, гідрогеології тощо;

2) за спеціальними додатками до ДБН В.2.3.-4-2000 встановити режим сніготанення та зливового стоку для визначення розмірів водопропускних споруд (труб і мостів).

#### **Вимоги до розробки плану та поздовжнього профілю дороги.**

Проектування плану та поздовжнього профілю доріг необхідно виконувати з урахуванням швидкості й безпеки руху.

При визначенні основних елементів основними слід враховувати наступні параметри:

- поздовжні ухили (не більше 30 ‰);
- відстань видимості для зупинки автомобіля (не менше 450 м);

- радіуси кривих у плані (не менше 3000 м);
- радіуси кривих у поздовжньому профілі: випуклих (не менше 70000 м) і увігнутих (не менше 8000 м);
- довжини кривих у поздовжньому профілі: випуклих (не менше 300 м) і увігнутих (не менше 100 м).

### Основні дані про дорогу в плані. Прямі й криві ділянки траси.

Поздовжню вісь автомобільної дороги, прокладену на поверхні землі, називають трасою. Проекція траси на горизонтальну площину є планом траси. Оскільки найменшою відстанню між двома точками є пряма лінія, трасу задають двома кінцевими пунктами (початковим і кінцевим). При необхідності її доповнюють додатковими пунктами (опорними точками). Такі точки зумовлюються природними та штучними перепонами (контурними – озера, болота тощо; лінійними – залізниці, канали, ріки, трубопроводи тощо; висотними – гори, горби, яри). Здебільше вони виникають під час прокладання траси на місцевості, що примушує відхилити трасу від повітряної лінії й таким чином збільшувати протяжність дороги.

Нерідко план траси складається з відрізків простих ліній, які проходять під певним кутом відносно друг друга і поєднуються поміж собою горизонтальними кривими (рис.4). Криві проектують для забезпечення плавного та безпечного переходу автомобіля з однієї прямої на іншу, а також для кращого вписування дороги в місцевий ландшафт.

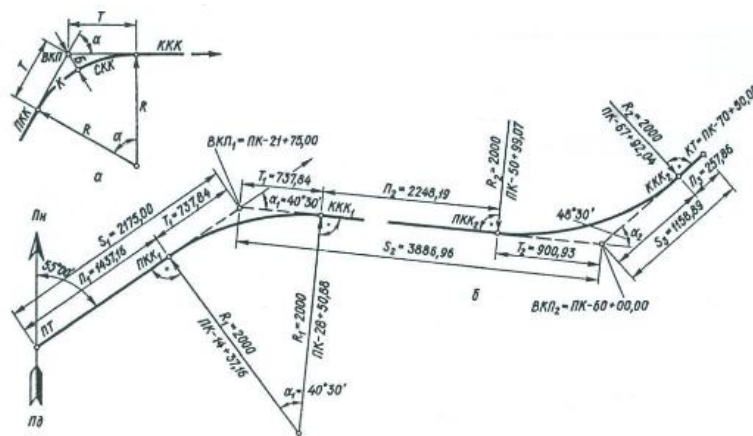


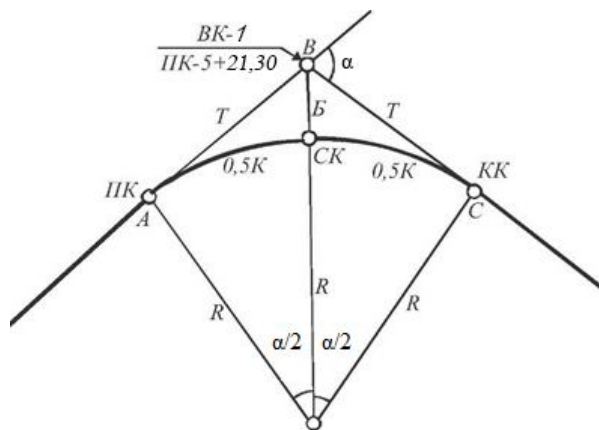
Рисунок 4 – Схема розбивки плану траси

Прямі відрізки траси П – це відстань від початку траси ПТ до початку першої кривої ПКК, а також відстань між кривими, відстань від останньої кривої до кінця траси КТ. Прямі відрізки траси характеризуються довжиною і напрямком.

В умовах міської забудови, а також на дорогах загального користування з радіусом повороту  $R \geq 2000$  м застосовують колові криві (рис. 5).

При радіусах  $R < 2000$  м можуть влаштовуватись перехідні криві та віражі, а при  $R \leq 1000$  м – крім перехідних кривих і віражів застосовуються розширення проїзної частини.

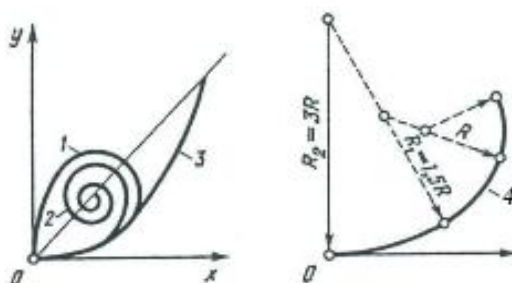
На швидкісних дорогах, а також при менших радіусах повороту ( $R < 1500$  м) в заокруглення вписують колову криву разом із двома перехідними кривими – клотоїдами, які мають змінний радіус, величиною від  $R = \infty$  (на початку заокруглення ПЗ) до відповідного значення радіусу колової кривої (в кінці перехідної кривої КПК).



**Рисунок 5 – Основні елементи колової кривої:**

$K$  – довжина кривої;  $T$  – тангенс-відстань від вершини кута до початку або кінця кривої;  $B$  – бісектриса;  $V$  – вершина кута повороту;  $ПК$  – початок кривої;  $СК$  – середина кривої;  $КК$  – кінець кривої;  $\alpha$  – кут повороту;  $R$  – радіус повороту.

Іншими видами перехідних кривих є лемніската Бернуллі, кубічна парабола та коробова крива (рис.6).



**Рисунок 6 – Основні види перехідних кривих:**

1 – лемніската Бернуллі; 2 – клотоїда; 3 – кубічна парабола; 4 – коробова крива

Найменшу довжину перехідної кривої вибирають з урахуванням умов нормативного центробіжного прискорення автомобіля, при якому забезпечується комфортабельний і безпечний рух на дорозі. Згідно із СНіП 2.05.02-85 найменша довжина перехідної кривої  $L$  залежить від радіуса  $R$  (табл. 2).

**Таблиця 2 - Мінімальні довжини перехідних кривих  $L$  в залежності від радіуса  $R$ , м**

$R$	30	50	100	200	400	500	600-1000	1000-2000
$L$	30	35	50	70	100	110	120	100

### Запитання для самоконтролю

1. Що таке план траси?
2. З яких елементів складається план траси?
3. Для чого призначені горизонтальні криві?
4. Як визначають довжину перехідної кривої?
5. Назвіть основні види перехідних кривих?

### Джерела

1. Проектування міських територій : підручник : у 2 ч. Ч.1 / [за ред. В. Т. Семенова, І. Е. Линник] ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 449 с. (Серія «Міське будівництво та господарство»)
2. Безлюбченко О. С. Планування міст і транспорт : навч. посібник / О. С. Безлюбченко, С. М. Гордієнко, О. В. Завальний. – Харків : ХНАМГ, 2008. – 156 с.
3. Лобанов Е. М. Транспортная планировка городов : учебник для студентов вузов. – М.: Транспорт, 1990. – 240 с.
4. ДБН Б.2.2-12:2018 «Планування і забудова територій» - Чинний від 2018-09-01. – Київ, 2018. – 179 с.
5. Генеральный план города: веб-сайт. URL: <http://www.city.kharkov.ua/ru/dokumentyi/generalnyij-plan-goroda.html>

## Лекція 4 ОСНОВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКУ ТА ПРОПУСКНА ЗДАТНІСТЬ

### Пропускна здатність смуги руху та її фізична суть

Загальновідоме визначення *пропускної здатності дороги* як максимальної кількості автомобілів, що можуть проїхати нею (через її поперечний переріз) в одиницю часу. Однак, оскільки транспортний потік рухається смугами в кілька рядів, найбільш універсальним показником є пропускна здатність смуги руху. Її чисельне значення знаходять зі співвідношення основних взаємозалежних змінних транспортного потоку, згідно з виразом:

$$N = U \cdot Q, \quad (4.1)$$

де  $N$  – інтенсивність руху, авт./год.;

$U$  – швидкість руху, км/год.;

$Q$  – щільність транспортного потоку, авт./км.

Співвідношення (4.1) дозволяє зрозуміти приблизну форму залежності і визначити характер зв'язку поміж трьома основними характеристиками транспортного потоку.

Узагальнений аналіз праць фахівців, які працюють в області теорії транспортного потоку, дозволяє уявити співвідношення основних змінних у графічному вигляді, як показано на рис. 7.

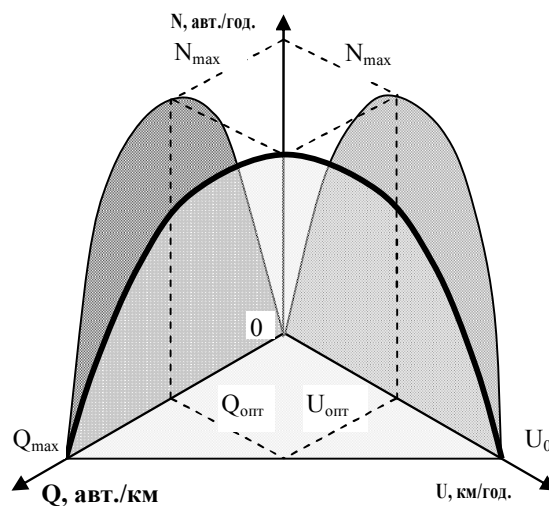


Рисунок 7 – Взаємозв'язок основних змінних транспортного потоку при лінійній формі залежності  $U(Q)$

Місця перетину кривих з осями координат, а також місця зміни кривизни є параметричними і дозволяють визначити граничні й оптимальні значення швидкості  $U$ , щільності  $Q$  і інтенсивності руху  $N$ .

Згідно з графіком пропускна здатність  $P$  як максимальна інтенсивність  $N_{max}$  може бути визначена за виразом (4.2)

$$P = N_{\max} = U_{\text{opt}} \cdot Q_{\text{opt}}, \quad (4.2)$$

де  $U_{\text{opt}}, Q_{\text{opt}}$  – оптимальні значення відповідно швидкості й щільності транспортного потоку.

### Пропускна здатність смуги руху на різних ділянках міських вулиць і доріг

Пропускна здатність змінюється залежно від ділянки руху. Її визначення можна отримувати різними способами на кожній ділянці окремо:

#### На перегоні поміж перехрестями

1. З використанням динамічного габариту автомобіля і розрахункової швидкості пропускна здатність однієї смуги руху на перегоні поміж перехрестями визначається за формулою:

$$P_{\text{пер}} = \frac{3600}{L} \cdot U_p, \quad (4.3)$$

де  $U_p$  – розрахункова швидкість руху, м/с;  
 $L$  – динамічний габарит, що має вигляд

$$L = l_a + \alpha \cdot U_p + \gamma \cdot U_p^2 + l_b, \quad (4.4)$$

$\alpha$  – час реакції, що витрачається водієм на усвідомлення необхідності гальмування (0,5—1,5 с);  
 $\gamma$  – коефіцієнт гальмування розраховується за формулою

$$\gamma = \frac{1}{2 \cdot g \cdot (\varphi \pm i)}, \quad (4.5)$$

де  $g$  – прискорення сили ваги;  
 $\varphi$  – коефіцієнт поздовжнього зчеплення колеса автомобіля з поверхнею покриття, приймається залежно від стану поверхні:

Покриття :

сухе чисте	0,5÷0,7,
вологе	0,3÷0,5,
вологе забруднене	0,2÷0,3,
вкрите ожеледдю	0,1÷0,2.

2. З використанням середньої швидкості вільного руху пропускна здатність однієї смуги руху на перегоні  $P_{\text{пер}}$  між перехрестями на основі характеристик транспортного потоку розраховується за формулою:

$$P_{\text{пер}} = \frac{1}{4} \cdot \beta_{\text{пер}} \cdot U_0 \cdot Q_{\max}, \quad (4.6)$$



де  $U_0$  – середня швидкість вільного руху, що регулюється умовами руху (згідно з ПДД в ідеальних умовах на міських дорогах не повинна перевищувати 60 км/год.);

$Q_{max}$  – щільність потоку в умовах, близьких до затору, авт./км.

$\beta_{пер}$  – узагальнений коефіцієнт зниження пропускної здатності на перегоні (в ідеальних умовах для прямолінійної ділянки  $\beta=1$ ) задається відношенням

$$\beta_{пер} = \left( \frac{U_{0пер}}{U_0} \right)^2, \quad (4.7)$$

де  $U_{пер}$  – середня швидкість вільного руху автомобіля на перегоні з урахуванням уповільнення транспортних засобів на планувальних елементах, км/год. У міських умовах падіння швидкості руху завжди спостерігається при незадовільній видимості на поворотах, при малих радіусах повороту, звуженні проїзної частини, перетинанні трамвайних і залізничних колій і т.п.

Таким чином, у загальному виді пропускна здатність смуги руху на перегоні має бути визначена, як:

$$P_{пер} = \frac{1}{4} \cdot \frac{(U_{0пер})^2}{U_0} \cdot Q_{max}. \quad (4.8)$$

Щільність потоку, у свою чергу, визначається на основі довжини розрахункового легкового автомобіля з урахуванням середньозваженого коефіцієнта приведення і відстані безпеки:

$$Q_{max} = \frac{1000}{\frac{l_a}{K_{пр}} + l_{\delta}}, \quad (4.9)$$

де  $l_a$  – довжина розрахункового легкового автомобіля м;

$l_{\delta}$  – відстань безпеки. На такій відстані транспортний потік знаходиться в хиткому стані і рухається дуже повільно, з характерними короткочасними зупинками;

$K_{пр}$  – середньозважений коефіцієнт приведення, що розраховується за даними складу транспортного потоку.

### **На перехрещенні вулиць і доріг**

Значення *пропускної здатності* залежить від категорії доріг, що перехрещуються. Безпосередньо на перехресті пропускна здатність однієї смуги руху  $P_{nx}$  знижується внаслідок різних затримок. Такі втрати враховуються за допомогою *поправочних коефіцієнтів*.

1. Для смуг прямого руху чи у випадку, коли по другорядній вулиці рух незначний, тобто не потребує відчутних поворотних потоків, через поправочний коефіцієнт  $\delta$  і розрахункову швидкість автомобіля  $U_p$ , пропускну здатність знаходять за формулою

$$P_{nx} = \delta \cdot P_{пер} , \quad (4.10)$$

$$\delta = \frac{\frac{l_0}{U_p}}{\frac{l_0}{U_p} + \left( \frac{U_p}{2 \cdot a} + \frac{U_p}{2 \cdot b} + \Delta \right) \cdot P(\Delta)} , \quad (4.11)$$

де  $l_0$  – відстань між перехрестями, приймають 600÷800 м;  
 $a$  – прискорення при розгоні, приймають 0,8÷1,2 м/с<sup>2</sup> для швидкості 30÷40 км/год.;  
 $b$  – уповільнення при гальмуванні, приймають 0,6÷1,5 м/с<sup>2</sup>;  
 $\Delta$  – середня затримка на перехресті, обумовлена світлофором;  
 $P(\Delta)$  – імовірність затримки на світлофорі.

$$\Delta = \frac{t_u + 2 \cdot t_{жс}}{2} ; \quad (4.12)$$

$$P(\Delta) = \frac{t_u}{T_u} = \frac{t_u}{t_3 + 2 \cdot t_{жс} + t_u} , \quad (4.13)$$

де  $T_u$  – тривалість світлофорного циклу, с;  
 $t_3, t_{жс}, t_u$  – тривалість відповідно зеленого, жовтого і червоного сигналу світлофора, с.

2. Через основні характеристики транспортного потоку пропускна здатність смуги руху на перехресті  $P_{nx}$ . може бути визначена, як

$$P_{nx} = \frac{1}{4} \cdot \beta_{nx} \cdot U_0 \cdot Q_{max} . \quad (4.14)$$

У цьому разі коефіцієнт враховує зниження швидкості транспортного руху під час проходження перехрестя:

$$\beta_{nx} = \left( \frac{U_{0nx}}{U_0} \right)^2 , \quad (4.15)$$

де  $\beta_{nx}$  – коефіцієнт зниження пропускної здатності на перехресті;  
 $U_{0nx}$  – швидкість вільного руху автомобілів на перехресті, спостерігається під час проїзду перехрестя (враховує імовірність несподіваної появи на проїзній частині транспортних засобів і пішоходів, що рухаються в поперечному напрямку; незадовільну видимість; трамвайні колії та ін.), км/год.

Імовірність затримки на перехресті теж впливає на пропускну здатності яка може бути розрахована за формулою:

$$P(\Delta) = 1 - \frac{t_u}{T_u}. \quad (4.16)$$

У загальному вигляді пропускна здатність однієї смуги руху після перехрестя може визначатися як

$$P_{nx} = \frac{1}{4} \cdot \left( 1 - \frac{t_u}{T_u} \right) \cdot \frac{(U_{0nx})^2}{U_0} \cdot Q_{\max}. \quad (4.17)$$

*Розрахункова перевірка* пропускної здатності однієї смуги на перехрещенні міських магістралей виконується на основі врахування інтервалів руху і швидкості проходження перехрестя

$$P_{nk} = \frac{3600}{t_n} \cdot \frac{t_z - \frac{U_n}{2 \cdot a}}{T_u}, \quad (4.18)$$

де  $t_n$  – інтервал, з яким автомобілі минають «стоп-лінію» (приймається 2—3 с);

$U_n$  – середня швидкість проходження перехрещення (знаходиться в діапазоні 18—30 км/год. або 5—8,3 м/с).

### **Пропускна здатність багатосмугової проїзної частини**

Кожна із смуг проїзної частини, як правило, має різну пропускну здатність. Вона залежить від умов руху і від складу транспортного потоку. Наприклад, для різних транспортних засобів на одній смузі руху значення пропускної здатності може бути різним (табл. 3)

*Пропускна здатність* автомобільних доріг з багатосмуговою проїзною частиною повинна визначатися простим сумуванням пропускних здатностей смуг:

$$P = \sum_{i=1}^n \beta_i \cdot P_i, \quad (4.19)$$

де  $\beta_i$  – узагальнений коефіцієнт зниження пропускної здатності для відповідної смуги;

$P_i$  – пропускна здатність окремої смуги руху.

На перегоні міських вулиць і доріг ефективність використання проїзної частини залежить від організації дорожнього руху. У випадку відсутності автомобілів, що зупинились, найбільш завантаженою є перша (від тротуару) смуга. Але в центральній частині міста на крайній правій смузі майже завжди присутні декілька автомобілів, що зупинились. Через це транспортний потік зміщується у бік осі вулиці, перевантажуючи інші смуги (рис. 8).

На перехрещеннях міських доріг в одному рівні спостерігається значне зниження пропускної здатності. Особливо воно відчутне на смугах, з яких

здійснюються повороти в ліво. Для зменшення таких затримок застосовуються додаткові смуги руху, які споруджуються на підходах до перехрестя.

Таблиця 3 – Вплив умов руху і складу транспортного потоку на пропускну здатність

Тип транспортних засобів	Коефіцієнт приведення	Пропускна здатність однієї смуги, авт./год.	
		безперервний рух	регульований рух
Легкові	1,0	1000—1500	500
Вантажні	1,5—3,5	600—1000	350
Автобуси	2,5—3,5	200—300	100—150
Тролейбуси	3,0—3,5	100—130	60—90

На переважній більшості простих перехресть оптимальною кількістю можна вважати три смуги руху (по одній для кожного напрямку) але нерідко застосовується й більша кількість смуг. Слід відзначити, що розширення проїзної частини не завжди можливе в умовах щільної існуючої забудови.

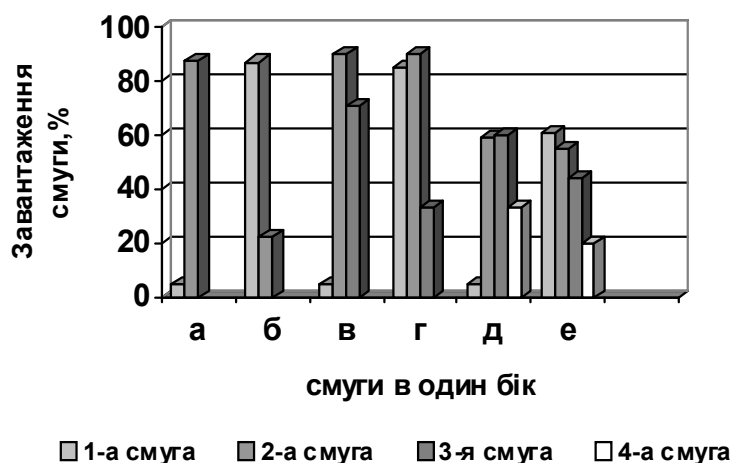


Рисунок 8 – Діаграма завантаження проїзної частини в годину пік стоянка на крайній правій смузі: а, в, д –дозволена; б, г, е –заборонена

Таким чином, загальна пропускна здатність вулиці визначається перехрестям з найменшою пропускну здатністю, через що виникає потреба в будівництві транспортних розв'язок у різних рівнях.

### Пропускна здатність і ефективність роботи мережі вулиць і доріг

Пропускна здатність міської вулично-дорожньої мережі є одним з основних показників, що дозволяють оцінити транспортно-експлуатаційні якості самої мережі.

Вона визначається пропускну здатністю магістральних доріг за основними транзитними напрямками (в'їздами-виїздами), що співпадають з так

званою планувальною схемою міста. Кожен з можливих напрямків вважається окремим елементом мережі, який слід оцінювати окремо.

Для успішної роботи вулично-дорожньої мережі необхідно створювати відповідні умови дорожнього руху уздовж всього напрямку. Недостатня пропускна здатність певних ділянок (перехресть, перегонів) обов'язково позначається на ефективності роботи всієї мережі. Через це істотно знижується швидкість сполучень, а на кожній з «вузьких» ділянок неодмінно з'являються тягучки та затори.

Ще одним показником якості роботи мережі є непродуктивні витрати часу. Вони залежать від часу доби і пори року й можуть бути достатньо великими. Зменшити такі витрати часу можна за рахунок покращання організації дорожнього руху, або шляхом реконструкції вулично-дорожньої мережі. При цьому критерієм оцінки ефективності роботи мережі може бути принцип – чим менші втрати часу на сполучення, тим краще організація руху і вище ступінь надійності вулично-дорожньої мережі.

Оскільки витрати часу на поїздку підлягають нормуванню, найбільш реальним критерієм оцінки на сьогодні є тривалість поїздки. Однак для визначення критеріїв, що дозволяють оцінити роботу тієї чи іншої ділянки мережі, необхідні широкі дослідження, пов'язані зі значними матеріально-технічними ресурсами.

Для оцінки мережі доцільно застосовувати наступні характеристики й показники:

- 1) початкову кількість автомобілів у мережі (дорівнює числу автомобілів на в'їзді мінус число на виїзді з мережі);
- 2) зростання кількості автомобілів у мережі (на в'їзді в ділянку);
- 3) зниження кількості автомобілів у мережі (на виїзді з ділянки);
- 4) кількість автомобілів у мережі (п. 1+п. 2 - п. 3);
- 5) кількість автомобілів, які користуються мережею ((п. 2+п. 3)/п. 4);
- 6) середню відстань, яку долають автомобілі (середній пробіг автомобіля, віднесений до кількості в п. 5);
- 7) середню затримку на один автомобіль (середньозважена затримка кожного автомобіля в мережі, віднесена до кількості з п. 5);
- 8) середню швидкість руху в мережі з урахуванням усіх затримок кожного автомобіля на всіх ділянках мережі.

Для оцінки ефективності роботи вулично-дорожньої мережі рекомендується застосовувати методи імітаційного моделювання з використанням обчислювальної техніки. При цьому загальний час руху потоку може бути поділений на окремі інтервали, за які відбувається просування автомобілів від елемента до елемента, від зони до зони, від перехрещення до перехрещення.

### Запитання для самоконтролю

1. Що таке пропускна здатність смуги руху?
2. В яких випадках максимальна інтенсивність руху відповідатиме пропускній здатності?
3. Для чого необхідно визначати пропускну здатність смуги руху?
4. Чим визначається пропускна здатність магістралі?
5. Як оцінити ефективність роботи міської вулично-дорожньої мережі?

### Джерела

1. Проектування міських територій : підручник : у 2 ч. Ч.1 / [за ред. В. Т. Семенова, І. Е. Линник] ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 449 с. (Серія «Міське будівництво та господарство»)
2. Безлюбченко О. С. Планування міст і транспорт : навч. посібник / О. С. Безлюбченко, С.М. Гордієнко, О.В. Завальний. – Харків : ХНАМГ, 2008. – 156 с.
3. ДБН Б.2.2-12:2018 «Планування і забудова територій» – Чинний від 2018-09-01. – Київ, 2018. – 179 с.
4. Ланцберг Ю. С. Городские площади, улицы и дороги : учеб. пособие для вузов. – М.: Стройиздат, 1983. – 216 с.
5. Сигаев А. В. Проектирование улично-дорожной сети. – М.: Стройиздат, 1978. – 263 с.
6. Сильянов В. В. Теория транспортных потоков в проектировании дорог и организации дорожного движения. – М.: Транспорт, 1977. – 303 с.

## Лекція 5 ПОПЕРЕЧНІ ПРОФІЛІ МІСЬКИХ ВУЛИЦЬ

Важливим планувальним чинником при проектуванні вулиць є визначення поперечного профілю. Поперечний профіль вулиці – це розріз в найхарактернішому або типовому місці, на якому зображені основні елементи – червоні лінії, проїзна частина, тротуари, смуги озеленення тощо.

Міські магістральні вулиці забезпечують рух пішоходів, транзитних і місцевих автомобілів, громадського пасажирського транспорту. Уздовж червоних ліній вулиць розташовуються будинки, в яких живуть і працюють люди.

Усе це вимагає розміщення в межах червоних ліній цілого ряду планувальних елементів, кожний з яких повинен виконувати власну функцію. Розміри одних елементів приймаються згідно з нормативними вимогами, інших – визначаються розрахунком.

Ширину проїзної частини визначають з урахуванням інтенсивності руху і складу транспортного потоку. Ширина однієї смуги руху приймається 3,5—3,75 м в залежності від габаритів транспорту. Мінімальна кількість смуг для магістралей – 4, для вулиць місцевого значення – 2.

На магістралях з інтенсивним рухом транспорту (близько 1000 авт./год.) доцільно проектувати дублюючий місцевий проїзд. На магістралях загальноміського значення передбачають розподільні смуги (шириною до 6 м), які підлягають озелененню і які відокремлюють тротуар від проїзної частини.

Ширина тротуару приймається кратною ширині однієї смуги пішохідного руху (0,75 м) і повинна бути не менше 4,5 м. Поблизу громадських будівель ширина тротуарів може складати понад 9 м.

Компонування поперечного профілю вирішують в межах червоних ліній і виконують після встановлення необхідної ширини основних елементів поперечного профілю вулиці (проїзної частини, тротуарів, трамвайного полотна, велодоріжок).

Проектування поперечного профілю міських вулиць і доріг необхідно проводити з урахуванням забезпечення вимог до:

- безпеки транспорту та пішоходів;
- скорочення шкідливого впливу транспорту (від шуму, вібрації, загазованості повітряного басейну);
- врахування характеру забудови вулиці;
- естетичного вигляду вулиці;
- необхідності подальшого розширення поперечного профілю;
- скорочення капітальних затрат і експлуатаційних витрат.

### **Вплив категорії вулиці на поперечний профіль.**

Основні параметри поперечного профілю проїзної частини автомобільних доріг, залежно від їх категорії та швидкості руху, приймаються за табл. 4 і табл.5.

Проте міські вулиці та дороги відповідно до категорій мають різне призначення, що в свою чергу зумовлює їхні параметри.

**Таблиця 4 – Параметри поперечного профілю автомобільних доріг (ДБН В.2.3-4-2000)**

Показник	Категорія дороги					
	I <sub>a</sub>	I <sub>б</sub>	II	III	IV	V
Кількість смуг руху, шт.	4; 6; 8	4; 6	2	2	2	1
Ширина смуги руху, м	3,75	3,75	3,75	3,5	3,0	4,5
Ширина проїзної частини, м	2x7,5; 2x11,25; 2x15,0	2x7,5; 2x11,25;	7,5	7,0	6,0	4,5
Ширина узбіччя, м, в тому числі:	3,75	3,75	3,5	2,5	2,0	1,75
- ширина зупинкової смуги	2,5	2,5	2,0	2,0	-	-
- ширина укріпленої смуги узбіччя	0,75	0,75	0,75	0,5	0,5	-
Найменша ширина розділювальної смуги, м	6,0	5,0	-	-	-	-
Ширина укріпленої смуги на розділювальній смузі, м	1,0	1,0	-	-	-	-
Найменша ширина земляного полотна, м	28,5; 36,0; 43,5	27,5; 35,0	14,5	12,0	10,0	8,0

*Примітка.* На дорозі V категорії з автобусним рухом ширина проїзної частини призначається 6 м без влаштування укріплених смуг узбіччя.

**Таблиця 5 – Параметри автомобільних доріг, що залежать від розрахункової швидкості, м (ДБН В.2.3-4-2000)**

Показник	Розрахункова швидкість, км/год.								
	150	140	120	110	100	80	60	50	30
Найбільший позовжній ухил, ‰	30	35	40	45	50	60	70	80	100
Найменша відстань видимості:									
- для зупинки автомобіля	300	300	250	250	200	150	85	75	45
- зустрічного автомобіля	-	500	450	450	350	250	170	130	90
Найменші радіуси кривих:									
- у плані	1200	1100	800	700	600	300	150	100	30
-у позовжньому профілі:									
опуклих	30000	25000	15000	13000	10000	5000	2500	1500	600
угнутих	8000	7000	5000	4000	3000	2000	1500	1200	600
Рекомендована довжина прямої у плані	3500-5000	3000-4500	2000-3500	2000-3500	2000-3500	1500-2000	1500-2000	1000-1500	-



*Примітка 1.* Найменша відстань видимості для зупинки автомобіля – відстань, що забезпечує видимість будь-якого предмету заввишки 0,2 м і більше з місця водія (1,2 м), який знаходиться у середині смуги руху.

*Примітка 2.* Найменша відстань видимості зустрічного автомобіля – відстань, на якій водій автомобіля, кут зору якого знаходиться у середині смуги руху на висоті 1,2 м над поверхнею проїзної частини, може, побачивши транспортний засіб заввишки на менше 1,2 м, що рухається назустріч, своєчасно зупинити свій автомобіль. Довжина найменшої відстані видимості зустрічного автомобіля складається з суми гальмівних шляхів автомобілів і зазору безпеки між ними.

*Примітка 3.* При проектуванні в гірській і пересіченій місцевості дороги I категорії з роздільними проїздами позовжні похили для спуску дозволяється збільшувати в порівнянні з похилами на підйомі, але не більше, ніж на 20 %.

### *Магістральні вулиці загальноміського значення.*

Основне призначення таких вулиць – забезпечення транспортного зв'язку поміж віддаленими транспортними районами, а також з центром міста. Для вулиць цієї категорії характерні великі транспортні й пішохідні потоки, що обумовлює необхідність спорудження широкої проїзної частини і тротуарів.

На магістральних вулицях загальноміського значення може бути організований безперервний рух транспорту (з розв'язками у різних рівнях та кільцевими перехрещеннями), а також регульований рух. Характер поперечного профілю в обох випадках може бути однаковий. Проте, з огляду на великі транспортні навантаження, проїзні частини на вулицях безперервного руху мають більшу ширину. З метою забезпечення достатньої безпеки руху проїзна частина відокремлюється осью розподільчою смугою, яка ізолює зустрічні напрямки. Її ширина повинна бути достатньою для влаштування острівців безпеки на пішохідних переходах в одному рівні. Ця вимога має велике значення, коли частина пішоходів не встигає перетнути проїзну частину за час зеленого сигналу світлофора.

Тротуари повинні відокремлюватися від проїзної частини спеціальною розподільною смугою, ширина якої приймається достатньою для організації в ній «кишень», які призначені для розміщення зупинок автобусного і троллейбусного транспорту.

Що стосується зеленої смуги поміж червоною лінією і тротуаром, то її доцільність визначається характером забудови і положенням відносно червоної лінії. Якщо в забудові, що розташована безпосередньо вздовж червоних ліній передбачається розміщення магазинів, установ обслуговування і громадських закладів, спорудження зеленої смуги вважається недоцільним, оскільки необхідний вільний доступ до вітрин магазинів та входів у будівлі.

На рис. 9 зображено характерні поперечні профілі магістральної вулиці загальноміського значення. Трамвайне полотно на вулицях цієї категорії не рекомендується.

Розміри наведених елементів вулиці є мінімальними і відповідають вимогам ДБН. Ширина більшої проїзної частини відповідає магістральним вулицям загальноміського значення з безперервним рухом, меншої – вулицям регульованого руху. На магістральних вулицях регульованого руху при

інтенсивності велосипедного руху понад 50 вел./год. слід передбачати велодоріжки шириною – 1,5 м при однорядному русі, й – 2,5 м при дворядному.

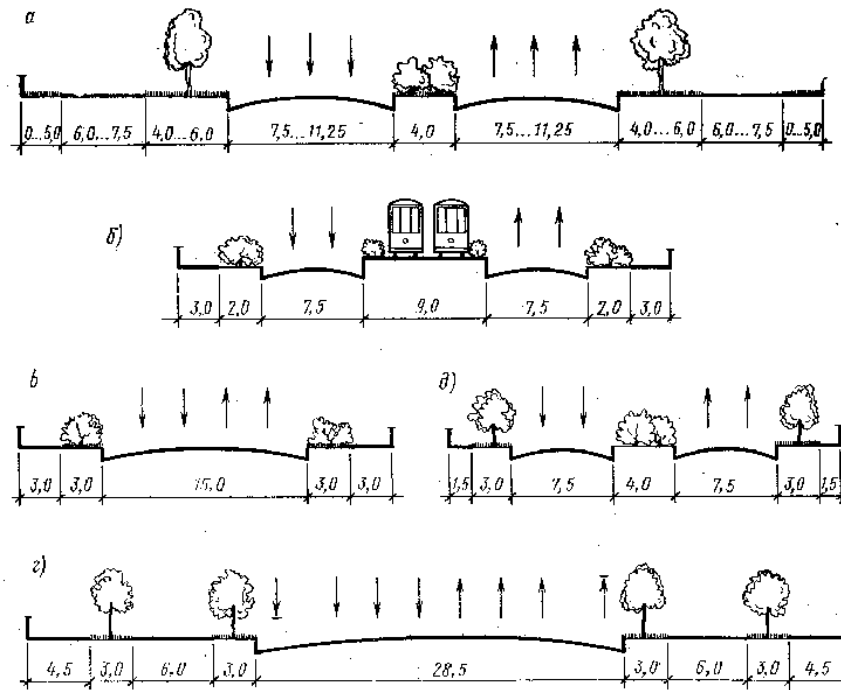


Рисунок 9 – Типові поперечні профілі магістральних вулиць

#### *Магістральні вулиці районного значення*

Такі вулиці забезпечують внутрішні районні зв'язки, а також зв'язки поміж суміжними районами. Трамвайні колії на цих вулицях доцільно розташовувати на відокремленому полотні з включенням до нього посадкових майданчиків. При відсутності трамвайної лінії поперечний профіль вулиці спрощується. Зелені смуги, що відокремлюють тротуар від проїзної частини також повинні забезпечувати можливість розміщення в них «кишень» для зупинок автобусного і тролейбусного транспорту. Цим вимогам відповідають смуги шириною не менше 3,0 м.

#### *Житлові вулиці*

Житлові вулиці характерні в основному для старих історично сформованих районів міста з дуже щільною вулично-дорожньою мережею. Значна частина таких вулиць не має значного транспортного навантаження, оскільки вони використовуються переважно для під'їзду до будинків. На таких вулицях недоцільне прокладання ліній громадського транспорту. Ширина проїзної частини може бути мінімальною – дві смуги в двох напрямках.

На рис. 10 зображено поперечний профіль житлової вулиці із смугою зелених насаджень між лінією забудови і тротуаром. Житлові вулиці мають невелику довжину і призначені для зв'язку з магістралями.

#### *Дороги промислових і складських районів.*

На дорогах цієї категорії переважає вантажний рух. Від магістральних вулиць і доріг вантажного руху ці дороги відрізняються меншими

транспортними навантаженнями і меншою довжиною. Дороги промислових і складських районів повинні забезпечувати зв'язок з магістральними вулицями і дорогами вантажного руху, утворюючи разом з ними єдину систему, що обслуговує вантажні потоки. Оскільки такі дороги проходять в основному по вільній від забудови території, тротуари на них передбачаються невеликої ширини.

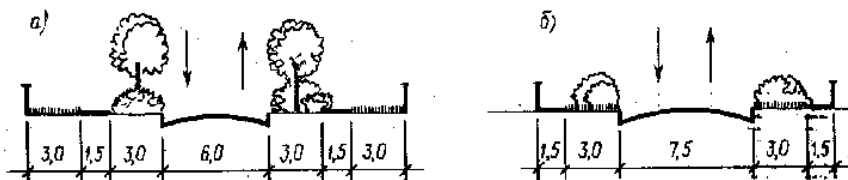


Рисунок 10 – Поперечні профілі вулиць і доріг місцевого значення

## Проектування поперечного профілю автомобільної дороги

### 1. Елементи поперечного профілю та їхнє призначення

Поперечним профілем називають розріз дороги вертикальною площиною перпендикулярною до її поздовжньої осі. На поперечному профілі розміщують такі елементи:

- проїзну частину – головний конструктивний елемент, який забезпечує рух транспорту відповідної вантажопідйомності, габаритних розмірів і з певною швидкістю; проїзна частина покрита дорожнім одягом, який має бути міцним, а її поверхня – рівною, жорсткою і без пилу;

- тротуари і пішохідні доріжки (алеї), які мають покриття, що забезпечує зручність руху за різних погодних умов; покриття повинно відповідати архітектурним і санітарно-гігієнічним вимогам;

- велосипедну доріжку влаштовують, якщо в перспективі передбачається висока інтенсивність руху велосипедистів (понад 50 вел./год.); покриття повинно бути полегшеного типу;

- надземні (опори освітлення та засобів зв'язку) та підземні інженерні мережі;

- зелені насадження і газони (розподільні смуги).

Проїзну частину дороги слід передбачати з двосхилим поперечним профілем. Це стосується прямолінійних ділянок доріг і криволінійних ділянок з радіусом повороту понад 3000 м (для доріг I категорії) та радіусом понад 2000 м (для доріг інших категорій).

Для забезпечення руху автомобілів на горизонтальних кривих меншого радіусу необхідно передбачати віражі – облаштування проїзної частини з одноухильним поперечним профілем.

Поперечні похили проїзної частини (крім ділянок з віражами) потрібно призначати в залежності від кількості смуг руху і кліматичних умов за табл. 6.

Поперечний похил узбіччя при двосхилому поперечному слід призначати на 10—30 % більшим поперечного похилу проїзної частини. Залежно від

кліматичних умов і типу укріплення узбіччя слід призначати наступні величини поперечних похилів, ‰:

30—40 – при укріпленні з застосуванням в'язучих;

40—60 – при укріпленні гравієм, щебенем або замощені бруківкою, бетонними плитами;

50—60 – при укріпленні засівом трав або одернуванням.

**Таблиця 6 – Поперечні похили проїзної частини доріг (ДБН В.2.3-4-2000)**

Категорія дороги	Тип поперечного профілю проїзної частини	Поперечний похил проїзної частини залежно від кліматичної зони, ‰	
		північна, південна	центральна та гірська
I	Двосхилий поперечний профіль	20	20
	Односхилий поперечний профіль:		
	- перша та друга смуги від розділювальної смуги	25	25
	- третя та наступні смуги	20	25
II-У	Двосхилий поперечний профіль	20	20

## 2. Оформлення поперечного профілю

На поперечний профіль земляного полотна автомобільних доріг наносять:

– лінію поверхні землі, лінії ординат від точок зламу лінії дійсної поверхні землі, а при реконструкції також контур існуючого полотна;

– вісь проектованої дороги, а при реконструкції у разі потреби також існуючої;

– червоні лінії вулиці/дороги;

– інженерні мережі та їх назви;

– підшви шарів ґрунту;

– розвідувальні геологічні виробки, вологість та консистенцію шарів ґрунту, відмітки рівня ґрунтових вод;

– назви шарів ґрунту і номери їхніх груп відповідно до класифікації за трудомісткістю розробки;

– прив'язування поперечного профілю до пікетів і деякі інші елементи.

На поперечних профілях земляного полотна міських доріг (вулиць) крім того наносять та показують: червону лінію, контур автомобільної дороги (на покритті); робочі відмітки земляного полотна.

Під поперечним профілем розміщують таблицю (сітку).

### Запитання для самоконтролю

1. Як визначається потрібна кількість смуг для проїзної частини?
2. Назвіть основні елементи вулиць та доріг, які зображуються на поперечному профілі?
3. У яких межах зображується поперечний профіль вулиць та доріг?
4. Яка розрахункова пропускну спроможність однієї смуги пішохідного руху?
5. Для чого призначені розподільні смуги на міських магістралях?

### Джерела

1. Проектування міських територій : підручник : у 2 ч. Ч.1 / [за ред. В. Т. Семенова, І. Е. Линник] ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 449 с. (Серія «Міське будівництво та господарство»)
2. Безлюбченко О. С. Планування міст і транспорт : навч. посібник / О. С. Безлюбченко, С. М. Гордієнко, О. В. Завальний. – Харків : ХНАМГ, 2008. – 156 с.
3. ДБН Б.2.2-12:2018 «Планування і забудова територій» – Чинний від 2018-09-01. – Київ, 2018. – 179 с.
4. Ланцберг Ю. С. Городские площади, улицы и дороги: Уч. пособие для вузов. – М.: Стройиздат, 1983. – 216 с.
5. Сигаев А. В. Проектирование улично-дорожной сети. – М.: Стройиздат, 1978. – 263 с.

## Лекція 6 ПРОЕКТУВАННЯ ПОЗДОВЖНЬОГО ПРОФІЛЮ ВУЛИЦІ

Проектний поздовжній профіль визначає висотне положення вулиці. Він відображує величину поздовжніх ухилів окремих ділянок дороги, а також висотне положення проїзної частини відносно поверхні землі.

Проектування міської вулиці у поздовжньому профілі передбачає визначення окремих ділянок з постійними ухилами та вертикальних сполучних кривих. Профіль вулиці повинен відповідати вимогам нормального руху міського транспорту, мати найменший обсяг будівельних робіт і ін.

Поздовжні профілі складають вздовж осі або лотка проїзної частини. При наявності трамвайних шляхів поздовжній профіль виконують по одній з крайніх рейок. На широких вулицях з двома та більше проїзними частинами поздовжні ухили визначають для кожної частини окремо. При проектуванні поздовжнього профілю застосовують наступні масштаби: для проектного завдання – горизонтальний 1:2000; 1:1000 чи 1:500; вертикальний відповідно – 1:200; 1:100 чи 1:50; для робочих креслень – горизонтальний 1:1000 чи 1:500; вертикальний відповідно 1:100 чи 1:50.

На поздовжній профіль повинні бути нанесені:

- позначки поверхні землі (чорні позначки) з точністю до однієї соті метра;
- проектна лінія з проектними позначками (червоними позначками) з урахуванням вертикальних кривих у місцях переломів профілю;
- ухили в проміле, і їхня довжина;
- робочі позначки (висота насипу і глибина виїмки);
- запроектовані штучні інженерні споруди (мости, труби, шляхопроводи і інше);
- геологічні і гідрогеологічні дані за результатами шурфування чи буріння (грунти і рівень ґрунтових вод).

Поздовжній профіль будують за даними вертикальної зйомки при геодезичних вишукуваннях чи за планом у горизонталях.

За рельєфом місцевості (чорна лінія на поперечному профілі) попередньо визначають місця переломів проектною лінією. При цьому необхідно враховувати, що проектна лінія осі вулиці повинна проходити в одному рівні з існуючою поверхнею, оскільки при цьому створюються найбільш сприятливі умови для відводу поверхневих вод з прилягаючих до вулиці територій. Слід уникати значних насипів і виїмок.

*Побудову існуючого поздовжнього профілю (за планом та горизонталями) виконують в такій послідовності:*

- 1) на плані встановлюють початок і кінець проектною ділянки і розбивають вісь вулиці чи дороги;
- 2) початкову точку приймають за нульовий пікет, від якого розбивають пікетаж. Відстані поміж пікетами приймають рівними 100 м;

3) визначають чорні позначки на пікетах шляхом інтерполяції поміж двома сусідніми горизонталями або методом екстраполяції (коли точка лежить в межах замкнутої чи однойменної горизонталі). Отримані позначки вписуються у відповідну графу поздовжнього профілю;

4) фіксують точки переломів рельєфу. Визначають відстань від них до попереднього пікету й обчислюють позначки. Такі позначки називаються полюсами. Горизонтальне положення полюсів і їхніх позначок заносять у відповідні графи поздовжнього профілю;

5) за чорними позначками наносять лінію рельєфу місцевості (чорна лінія);

6) за даними шурфування на поздовжній профіль наносять переріз ґрунтового профілю і розташування рівня ґрунтових вод. Ґрунтовий профіль наносять нижче чорної лінії.

Після побудови існуючого профілю приступають до *проектування нового (червоного) поздовжнього профілю*, дотримуючись такого порядку:

Першою на поздовжньому профілі зображують поверхню землі в масштабах: горизонтальний 1:1000, вертикальний 1:100. Проектну лінію наносять повторюючи характер рельєфу місцевості. Кількість переломів поздовжнього профілю повинна бути мінімальною. Проектну лінію складають з прямих ділянок, переломи між якими з'єднують вертикальними кривими. Поздовжні ухили  $i$  розраховуються із співвідношення

$$i = \frac{\Delta h}{l}, \quad (6.1)$$

де  $\Delta h$  – перевищення (різниця) відміток на кінцях прямолінійної ділянки, м;

$l$  – довжина ділянки.

Найбільші поздовжні ухили залежать від категорії вулиці та типу покриття (табл. 7).

**Таблиця 7 – Найбільші поздовжні ухили для різних видів покриття**

Міські вулиці та дороги	Найбільші ухили для покриття, %				
	Асфальто-бетонні	Цементобетонні	Бруківкові	Щебелеві	Кам'яні
<b>Магістральні</b>					
безперервного руху	40	40	–	–	–
загальноміського значення	50	50	60	–	–
районного значення	60	60	70	-	–
<b>Вулиці місцевого значення</b>					
житлові вулиці	70	60	80	–	–
проїзди	70	60	80	80	80
<b>Майдани</b>	30	30	30	–	–

Після визначення поздовжніх ухилів (у разі їх зміни за рахунок округлення, або приведення до нормативних вимог) коригуються проектні відмітки і розраховуються робочі відмітки.

Робочі відмітки наносять над проектною лінією, якщо червоні відмітки більші за чорні, і під нею (зі знаком мінус), якщо червоні відмітки менші ніж чорні. До критичних точок відносять місця: перелому профілю, найвищого й найнижчого положення профілю, нульових робіт, перехрещення з іншими вулицями та ін.

Положення нульових позначок – встановлює місце переходу насипу у виїмку.

Положення точки переходу можна отримати методом інтерполяції згідно рис. 11 за формулою

$$b = l \cdot \frac{h_1}{h_1 + h_2} \quad (6.2)$$

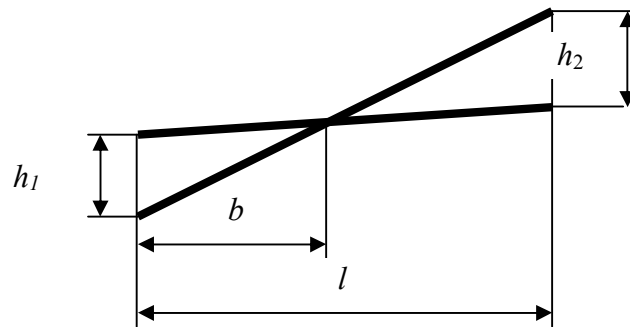


Рисунок 11 – Розрахункова схема визначення положення точки нульових робіт

Обчислену ординату нульової позначки наносять на подовжній профіль, а зверху роблять позначку 0,00.

Перехід від одного поздовжнього ухилу до іншого виконують за допомогою криволінійного сполучення випуклої чи увігнутої форми. Необхідність спорудження випуклої чи увігнутої кривих виникає за умов алгебраїчної різниці ухилів (різнойменні ухили складаються, а однойменні віднімаються). При цьому радіуси вертикальних кривих повинні бути не меншими від наведених у таблиці 8.

Розрахункова схема розбивки вертикальної кривої зображена на рис.12, згідно з якою тангенс кривої  $T$  знаходять як

$$T = \frac{R}{2} \cdot (i_1 \pm i_2), \quad (6.3)$$

де  $R$  – радіус вертикальної кривої;

$i_1$  – ухил траси з одного боку поздовжнього профілю;

$i_2$  – ухил траси з другого боку поздовжнього профілю.



**Таблиця 8 – Найменші радіуси горизонтальних і вертикальних кривих, м**

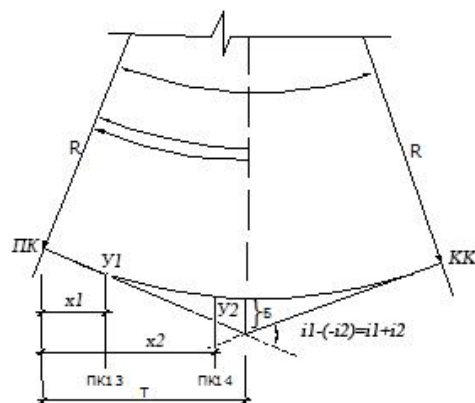
	Найменші радіуси кривих у плані	Найменші радіуси вертикальних кривих		
		алгебраїчна різниця ухилів, ‰	випуклих	увігнутих
Магістральні вулиці				
– безперервного руху	400	$\geq 7$	6000	1500
– загальноміського значення з регульованим рухом	400	$\geq 7$	6000	1500
Районного значення	250	$\geq 10$	4000	1000
Вулиці місцевого значення	125	$\geq 15$	2000	500

Бісектриса і ординати проміжних точок кривої розраховуються за виразами відповідно (6.4) та (6.5)

$$B = \frac{T^2}{2 \cdot R}, \quad (6.4)$$

$$Y = \frac{X^2}{2 \cdot R}, \quad (6.5)$$

де  $X$  – абсциса (відкладається від початку кривої);  
 $Y$  – ордината (відхилення осі вулиці в бік центру кривої).



**Рисунок 12 – Схема визначення ординат проміжних точок на вертикальних кривих**

Величина поздовжнього ухилу залежить від характеру вулиці і типу покриття. Для вулиць з інтенсивним рухом громадського транспорту поздовжні ухили понад 40‰ небажані. На вулицях із затяжними поздовжніми ухилами понад 60‰ зупинки громадського транспорту необхідно влаштовувати через

кожні 500—600 м, виконують їх довжиною 50—70 м – з ухилом 20%. Безухильні ділянки на вулицях і дорогах теж небажані.

Найменші поздовжні ухили в лотках, відповідно до умов відводу поверхневих вод, повинні прийматися не менше: 4‰ (асфальтобетонні покриття, що підлягають реконструкції), і 5‰ (в інших випадках).

При неможливості забезпечення мінімального ухилу проектується пилкоподібний профіль на смузі проїзної частини шириною 1,5—2,0 м, що прилягає до бортового каменю у вигляді ділянок зі змінними напрямками ухилів.

Для забезпечення розрахункових швидкостей руху при проектуванні поздовжнього профілю необхідно передбачати мінімальну кількість переломів проектної лінії.

При проектуванні поздовжнього профілю вулиці в умовах реконструкції необхідно враховувати позначки виходів і входів забудівель, а також глибини закладення фундаментів капітальних споруд і т.п.

Застосування поміж проїзною частиною і забудовою широких тротуарів і смуг зелених насаджень дозволяє узгоджувати відмітки поздовжнього профілю з відмітками входів до будівель.

Приклад побудови поздовжнього профілю міської вулиці зображений на рисунку 13.

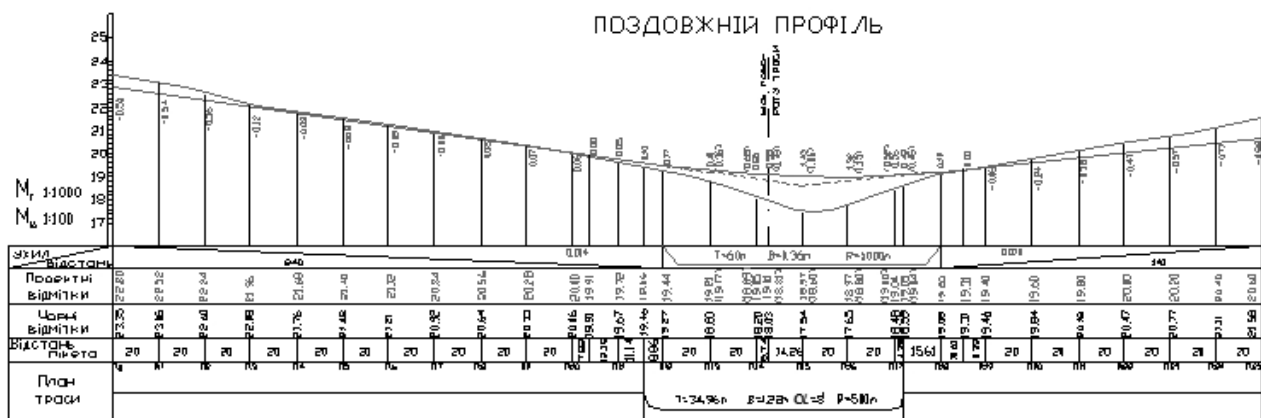


Рисунок 13 – Приклад оформлення поздовжнього профілю міської вулиці (без ґрунтово-геологічного розрізу)

### Запитання до самоконтролю

1. За яких поздовжніх ухилів слід проектувати пилкоподібний профіль вулиці?
2. Що показують робочі відмітки?
3. Для чого призначені вертикальні криві на поздовжньому профілі?
4. Які точки поздовжнього профілю відносять до критичних?
5. Що уявляють собою точки нульових робіт?

### Джерела

1. Проектування міських територій : підручник : у 2 ч. Ч.1 / [за ред. В. Т. Семенова, І. Е. Линник] ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 449 с. (Серія «Міське будівництво та господарство»)
2. Безлюбченко О. С. Планування міст і транспорт : навч. посібник / О. С. Безлюбченко, С. М. Гордієнко, О. В. Завальний. – Харків : ХНАМГ, 2008. – 156 с.
3. ДБН Б.2.2-12:2018 «Планування і забудова територій» – Чинний від 2018-09-01. – Київ, 2018. – 179 с.
4. Багацкий Г.Ф. Городские улицы и городское движение. – Київ : Будівельник, 1967. – 302 с.
5. Сигаев А. В. Проектирование улично-дорожной сети. – М.: Стройиздат, 1978. – 263 с.

## Лекція 7 ВИСОТНІ ПОПЕРЕЧНІ ПРОФІЛІ. БАЛАНС ЗЕМЛЯНИХ РОБІТ. ЗЕМЛЯНЕ ПОЛОТНО

Основними вихідними даними, що використовуються при розробці проекту організації робіт, виборі типів дорожніх машин і складанні кошторисів на будівництво доріг є об'єми насипів і виїмок. Згідно існуючих методів, вони визначаються на основі позначок (відміток) поздовжнього профілю автомобільної дороги.

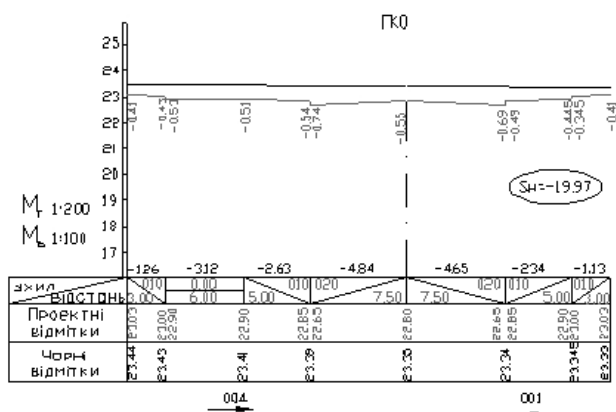
Підрахунки ведуть з використанням робочих (висотних) поперечних профілів. Робочі поперечні профілі будуються в кожному пікеті, місцях зміни ухилу проектного та існуючого поздовжнього профілю, а також у точках нульових робіт.

Робочий поперечний профіль складається з двох частин: графічної й табличної. На графічній зображується проектна (червона) та існуюча (чорна) лінія поверхні землі, а також вказуються чорні, червоні й робочі позначки.

Лінія землі будується за трьома відмітками, дані для яких отримують з поздовжнього профілю (середня) і плану траси (дві крайні відмітки). Крайні чорні позначки встановлюють за планом (в місцях перетинання перерізу й червоних ліній відповідного пікету).

Проміжні чорні відмітки визначаються на межах елементів методом інтерполяції поперечного ухилу або графічно (за лінією поверхні землі). Проміжні червоні позначки обчислюються за проектними поперечними похилами і шириною відповідних елементів. Розрахунок ведуть від центральної вісі у бік червоних ліній. На основі чорних і червоних відміток отримують робочі позначки, які наносяться зверху або знизу проектної лінії (як і на поздовжньому профілі).

Зразок оформлення робочого поперечного профілю наведений на рисунку 14.



**Рисунок 14 – Робочий поперечний профіль міської вулиці**

За робочими позначками визначається площа кожної з трапецій, що утворились поміж чорною та червоною лініями (як напівсума позначок помножена на висоту – відповідну ширину ділянки). Отримані площі

підсумовуються (для насипів та виїмок окремо), а результати розрахунків заносять до таблиці 9.

**Таблиця 9 – Приклад заповнення відомості об'ємів земляних робіт**

№№ ПК	Площа, м <sup>2</sup>		Відстань, м	Об'єм, м <sup>3</sup>	
	Насип	Виїмка		Насип	Виїмка
ПК0	0,00	19,97	40,00	0,00	644,00
ПК2	0,00	12,23		40,00	17,40
ПК4	0,87	2,45	40,00		33,60
ПК6	0,81	2,68		40,00	33,00
ПК8	0,84	2,46	40,00		39,80
ПК10	1,15	2,03		7,82	12,86
ПК10+7,82	2,14	1,20	23,32		82,90
ПК11+11,14	4,97	0,00		8,86	55,60
ПК12	7,58	0,00	40,00		781,00
ПК14	31,47	0,00		5,74	193,00
ПК14+5,74	35,78	0,00	34,26		1452,28
ПК16	49,00	0,00		24,39	835,85
ПК17+4,39	19,54	0,00	15,61		200,12
ПК18	6,10	0,00		10,61	5,31
ПК18+10,61	2,84	0,94	29,39		43,94
ПК20	0,15	7,83		40,00	3,00
ПК22	0,00	16,66	40,00		0,00
ПК24	0,00	25,69		20,00	0,00
ПК25	0,00	36,24			
Разом:				3789,66	3349,39
Баланс:				440,27	

*Примітка: Робочі поперечники виконані в парних пікетах, з розбивкою пікетів – 20 м*

Баланс земляних робіт дозволяє встановити необхідність та обсяги вивозу зайвого (у відвал) чи завезення недостатнього (з резерву) ґрунту. При проектуванні поздовжнього та поперечного профілів міських вулиць і доріг обов'язковим вважається незначний від'ємний баланс, який дозволяє завжди мати залишок ґрунту на будівництві.

### **Земляне полотно**

Влаштування земляного полотна автомобільних доріг складається з двох етапів:

- підготовчого (підготовчих робіт);
- безпосереднього зведення земляного полотна.

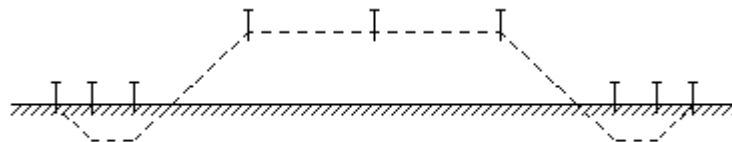
*Перший етап* полягає в очищенні дорожньої смуги від рослин, дерев, каменів, валунів, що заважають виконанню робіт, а також у проведенні заходів по відведенню атмосферної води. Особливої уваги потребують заходи з осушення заболочених ділянок і пониження рівня ґрунтових вод.

Очистку дорожньої смуги розпочинають із видалення чагарників і невеликих дерев. Великі дерева спилують або валять з корінням. Ями, що утворюються в ґрунті після такої валки, засипають однорідним (але не рослинним) ґрунтом з його обов'язковим ущільненням і трамбуванням. Для кращого транспортування дерев і підвищення безпеки робіт валку лісу та вивіз залишків від очищення дерев краще всього виконувати взимку.

До підготовчих робіт у невеликих (висотою менше 0,6 м) насипах також відносяться зняття дернового покриття і рослинності. Їх видаляють по всій ширині основи земляного полотна. При необхідності, одночасно із зняттям дернового покриття і верхнього ґрунту, виконують роботи по відведенню поверхневих вод. З цією метою влаштовують водовідвідні канали. Грантові води відводять за допомогою траншей та інших дренажних пристроїв.

Після розчистки дорожньої смуги виконують розбивку пікетів і насипів. Розбивку проводять з урахуванням запасу на осідання ґрунту. Всі елементи розбивки виконуються за допомогою геодезичних інструментів.

Основне завдання розбивки – закріпити на місцевості всі характерні точки майбутнього полотна. До цих точок відносяться: вісь і бровка насипу та виїмки, точки переходу насипу в виїмку, обидві кромки дна резерву, бокові канали тощо. В поперечному профілі розбивкою відмічаються всі точки перелому земляного полотна (рис. 15).



**Рисунок 15 – Схема розбивки дороги в поперечному напрямку**

*Другий етап* – зведення земляного полотна, може виконуватись поздовжнім (уздовж осі траси) або поперечним (з резервів) переміщенням ґрунту. Поздовжній спосіб в цілому більш раціональний, оскільки дозволяє виконувати пошарове ущільнення ґрунту. За цим способом можна використовувати різні ґрунти: в нижній частині насипу – глинисті водонепроникні, а у верхній – суглинки та піщані ґрунти. Вибір того чи іншого способу укладки визначається технічними можливостями засобів профілювання і ущільнення.

Однією з умов якісної укладки ґрунту в земляне полотно є правильне ущільнення шарів. Ущільнення повинно виконуватись від краю до середини полотна, з перекриттям однієї смуги іншою не менше ніж на 25 см.

Особливо велике значення має забезпечення надійного водовідведення. При будівництві доріг місцевого значення влаштовують бокові водовідвідні канали, дренаючі шари й інші дренажні пристрої. При влаштуванні бокових водовідвідних каналів необхідно слідкувати за тим, щоб вони забезпечували якнайшвидше відведення води від земляного полотна.

Забезпечення стійкості водовідвідних каналів досягається мощенням або в'язучими матеріалами. Найбільш економічним і технологічним засобом вважається застосування у ґрунтових сумішах органічних і неорганічних в'язучих, а також відходів виробництва.

Одним із способів підвищення стійкості укосів є їх закріплення. Воно забезпечує довгу тривалість і міцність, сприяє збереженню заданих профілів земляного полотна.

Для закріплення укосів місцевих доріг можуть бути застосовані: геотекстиль, висів трави з високорозвиненою кореневою системою, одернування (суцільне або в клітину) та обробка в'язучими. Вибір способу закріплення залежить, в першу чергу, від інтенсивності впливу природних факторів, виду і щільності ґрунту, висоти і кута нахилу укосу.

### **Запитання для самоконтролю**

1. В яких місцях поздовжнього профілю будуються висотні поперечні профілі?
2. Чи можуть бути точки нульових робіт на робочому поперечному профілі?
3. Для чого призначений баланс земляних робіт?
4. З яких відміток починають вести розрахунки робочого поперечного профілю?
5. Які заходи застосовуються для закріплення укосів доріг?

### **Джерела**

1. Проектування міських територій : підручник : у 2 ч. Ч.1 / [за ред. В. Т. Семенова, І. Е. Линник] ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім.

О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 449 с. (Серія «Міське будівництво та господарство»)

2. Безлюбченко О. С. Планування міст і транспорт : навч. посібник / О. С. Безлюбченко, С. М. Гордієнко, О. В. Завальний. – Харків : ХНАМГ, 2008. – 156 с.

3. ДБН Б.2.2-12:2018 «Планування і забудова територій» – Чинний від 2018-09-01. – Київ, 2018. – 179 с.

4. Багацкий Г.Ф. Городские улицы и городское движение. – Київ : Будівельник, 1967. – 302 с.

5. Проектирование дорог и сетей пассажирского транспорта в городах (Примеры). / Е. А. Меркулов и др. – М. : Стройиздат, 1970. – 417 с.

6. Митин Н. А. Таблицы для подсчета объемов земляного полотна автомобильных дорог. – М.: Транспорт, 1967. – 542 с.



## Лекція 8 ПЛАНУВАННЯ ТА ОБЛАДНАННЯ ПЕРЕХРЕСТЬ І МАЙДАНІВ

### Частина 1 Перехрещення міських вулиць і доріг.

#### Класифікація перехресть. Методика проектування перехресть. Планувальні рішення.

Залежно від способу організації руху вузли міських шляхів сполучення поділяються на:

- вузли з організацією руху в одному рівні (нерегульовані, саморегульовані, з примусовим регулюванням руху);
- вузли з організацією руху в різних рівнях (транспортні розв'язки).

Вузли в одному або різних рівнях слід проектувати у відповідності з категоріями вулиць і доріг, що пересікаються або примикають, з врахуванням перспективної інтенсивності руху транспорту та пішоходів. Враховуючи різноманітність факторів, що впливають на вибір планувального рішення, розрізняють перетини, на яких схрещуються:

- магістралі поміж собою;
- магістралі з вулицями та дорогами місцевого значення;
- вулиці і дороги місцевого значення.

Найбільш поширеними типами вузлів на вулично-дорожній мережі міста є транспортні вузли в одному рівні. Вони влаштовуються, як правило, на вулицях і дорогах районного, місцевого, а в малих і середніх містах – загальноміського значення.

Згідно з нормативною літературою транспортний вузол в одному рівні вважається *перехрестям*. При цьому відповідно до ПДР *перехрестям* є місце перехрещення, прилягання або розгалуження доріг на одному рівні, межами якого є уявні лінії між початком заокруглень країв проїзної частини кожної з доріг.

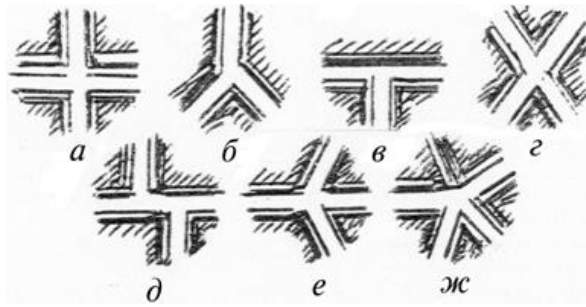
Проте очевидною суттю перехрестя є геометричний простір, в межах якого здійснюється пропуск потоків транспорту та пішоходів, що взаємно пересікаються. Слід відзначити, що від кількості, типу перехресть та способів організації руху на них залежить пропускна здатність міських вулиць.

Вузли в одному рівні за характером контакту транспортних потоків поділяються на перехрещення, примикання та розгалуження.

За організацією та інтенсивністю руху транспорту і пішоходів перехрестя в одному рівні класифікуються згідно з таблицею 10.

За конфігурацією перехрестя бувають: прямі, Y-подібні, T-подібні, X-подібні, змішані, у вигляді тризуба і складні (рис. 16).

За планувальними схемами розрізняють прості і каналізовані. Перші не мають споруд, що організують і спрямовують рух у певному напрямку. Другі мають спеціальні острівці і спеціальні смуги на проїзній частині для організації зворотного і основного руху. Якщо такі смуги повністю ізольовані від основного руху, то вони називаються з'їздами.



**Рисунок 16 – Типи перехресть за конфігурацією:**  
*а* – пряме; *б* – Y-подібне; *в* – T-подібне; *г* – X-подібне;  
*д* – змішане; *е* – у вигляді тризуба; *ж* – складне

**Таблиця 10 – Класифікація перехресть в одному рівні за організацією та інтенсивністю руху транспорту та пішоходів**

Перехрестя	Рух		Сумарне транспортне навантаж. вузла, авт./год.	Найбільша інтенсивність руху пішоходів на окремому переході, піш./год.	Категорії вулиць і доріг, що перехрещуються
	транспорту	пішоходів			
Нерегульовані (прості)	Нерегульований (проїзд згідно з загальними правилами дорожнього руху)	Нерегульований	до 700	до 150	Міські вулиці та дороги місцевого значення
			до 100	до 50	Вулиці та дороги сільських населених пунктів
Саморегульовані (з рухом по кільцю)	Безперервний, саморегульований каналізований	Безперервний	700–2000	до 500	Магістральні вулиці та дороги районного, а в малих і середніх містах – загально-міського значення
			100–500	до 300	Головні вулиці та дороги сільських населених пунктів
Регульовані	Регульований світлофорами, можливо каналізований	Регульований, безперервний	1000–4000	до 3000	Магістральні вулиці та дороги загальноміського та районного значення
			500–1000	до 300	Головні вулиці та дороги сільських населених пунктів

*Примітка 1:* Прості перехрестя не мають світлофорного регулювання та планувальних елементів, що організують рух.

*Примітка 2:* Каналізований рух транспорту забезпечується системою піднятих над проїзною частиною або позначених дорожньою розміткою напрямних острівців, як правило, трикутної або каплеподібної форми, а безперервний рух пішоходів – улаштуванням пішохідних переходів у різних рівнях.

Найбільш зручними для транспортного руху є перехрещення вулиць під прямим (або дуже близьким до нього) кутом. На таких перехрестях лівоповоротний рух здійснюється за оптимальною траєкторією, а пішохідний рух – у найкоротшому напрямку.

Перехрещення під кутом, меншим за 60 градусів ускладнює рух навколо гострокутних кварталів. Пішохідні переходи на них можуть мати зайву довжину або бути далеко віднесеними від перехрестя.

Разом зі звичайними; саморегульованими і регульованими перехрестями існують складні перехрестя. Відповідно:

Звичайні перехрестя – це перетини з малою інтенсивністю руху (як правило, автомобільна не перевищує 1000 авт./год., а пішохідного потоку – 600 піш./год.). Великі інтервали між автомобілями надають можливість безпечно пересікати цей напрям транспорту та пішоходам. Такі перехрестя влаштовують на вулицях місцевого значення.

Саморегульовані перехрестя з інтенсивністю руху 4—5 тис. авт./год. дозволяють замінити перехрещення транспортних потоків на переплетіння з одночасною організацією безперервного руху транспорту. Такі перехрестя можуть влаштовуватися у разі схрещення магістралей районного значення, а в малих та середніх містах – загальноміського значення.

На перехрестях, де інтенсивність руху транспорту перевищує 1000 авт./год. або пішохідний потік перевищує 600 піш./год., є потреба в організації регульованого руху.

Відповідно регульованими перехрестями вважаються такі перехрестя, на яких використовується регулювання руху.

У міських умовах часто виникає потреба вирішувати *складні* перехрестя в одному рівні (наприклад, міські транспортні площі, на які виходить п'ять та більше вулиць, або складної конфігурації). В цих випадках застосовують комбіновані схеми організації руху.

Геометричні параметри кільцевих площ необхідно приймати, виходячи з розрахункової швидкості та інтенсивності руху транспорту на кільці, за таблицею 11.

**Таблиця 11 – Параметри кільцевих площ**

Розрахункова швидкість руху, км/год	Радіус центрального острівця, м	Ширина проїзної частини кільця, м	Довжина ділянки перебудови потоку, м	Найбільша пропускна здатність ділянок перебудови потоку, од/год., при швидкості руху, км/год.				
				20	30	40	50	60
25	25	8,5	25	600	-	-	-	-
30	30	10,0	35	800	-	-	-	-
40	40	11,5	45	1000	1200	-	-	-
50	45	13,0	60	1200	1400	1600	-	-
60	50	14,5	70	1400	1600	1800	-	-
70	55	15,5	80	1200	1400	1600	1400	1200
80	60	16,0	90	1000	1200	1400	1200	1000

*Примітка:* Розрахункова швидкість руху на кільцевих площах з метою економії території приймається у межах 30—40 км/год.

*За характером організації руху* на вулицях, що схрещуються, перехрестя бувають:

- з двохстороннім рухом;
- з одностороннім рухом.

За умов інтенсивного лівоповоротного потоку ( від 100 до 300 авт./год.) необхідно організувати: каналізовані перехрестя. Такі транспортно-планувальні рішення повинні забезпечувати створення зон накопичення для лівоповоротних автомобілів; розширення проїзної частини, улаштування острівців, в т.ч. острівці розрізного типу і віднесення лівого повороту за межі перехрестя.

Зони накопичення для правих і лівоповоротних потоків слід влаштувати шириною в одну смугу руху відповідної магістральної вулиці (дороги). Довжина таких зон залежить від інтенсивності руху, але повинна бути не менше 30 м від стоп-лінії.

Перехрестя у одному рівні є одними із найнебезпечніших місць вулично-дорожньої мережі. Це пов'язано з тим, що перехрестя являють собою область максимального впливу факторів взаємодії транспортного потоку з дорожніми умовами на виникнення дорожньо-транспортних подій.

На перехрестях зі значною аварійністю застосовують метод рознесення транспортних потоків у часі, який реалізується за допомогою світлофорного регулювання. Рух транспортних засобів на регульованому перехресті здійснюється за фазами регулювання, що значно зменшує кількість конфліктних ситуацій на перехресті та ДТП. Так, наприклад, введення світлофорного регулювання на Х-подібному перехресті дозволяє знизити кількість ДТП на 30%. Але інші 70% вказують на те, що світлофорне регулювання до кінця не вирішує питання забезпечення безпеки руху.

### **Методика проектування перехресть**

Основні вимоги до проектування та вибору виду перехрестя наведені у ВБН В.2.3-218-192:2005/Укравтодор Споруди транспорту. Перехрещення та примикання автомобільних доріг в одному рівні. Методи проектування та організації дорожнього руху.

Вибір класу, типу і схеми перехрестя з урахуванням умов його розташування здійснюється на основі техніко-економічного порівняння варіантів згідно з ДБН В.2.3-4 та ДБН В.2.3-5.

У разі неможливості виконання вимоги ДБН В.2.3-4 щодо кута перехрещення існуючої дороги з дорогою, що проектується, перехрещення слід замінити двома примиканнями.

Проектування перехрестя необхідно починати з визначення головної і другорядної дороги, висотної ув'язки проїзних частин з урахуванням вимог ДБН В.2.3-4 та контролю виконання вимог ВБН В.2.3-218-007.

Проектування плану перехресть починають після вибору його належного виду, а також після визначення розподілу інтенсивності руху в години пік за напрямками руху. Окремо слід проаналізувати склад потоку і визначити

наявність вантажних автомобілів, автопоїздів та маршрутних автобусів у поворотних транспортних потоках.

Залежно від інтенсивності руху та складу поворотного транспортного потоку для кожного напрямку призначають певну смугу (відповідно до габариту розрахункового транспортного засобу). Нормативна ширина однієї смуги складає 3, 75 м, але в умовах історичного центру міста ширина однієї смуги на перехресті може бути зменшена до 2,5 м.

Після визначення загальної схеми перехрестя і вирішення питань організації руху транспорту, велосипедистів і пішоходів складають план перехрестя (у масштабі не менше 1:1000) разом з навколишньою обстановкою. За допомогою плану перевіряють забезпечення умов видимості й оглядовості перехрестя. Потім приступають до детального планування перехрестя і його елементів.

### Запитання для самоконтролю

1. Які бувають транспортні вузли в залежності від способу організації руху?
2. Скільки типів перехресть можна розрізнити за їх конфігурацією?
3. Якими заходами здійснюється убезпечення руху на перехрестях міських магістралей і доріг?
4. Як класифікують перехрестя за характером організації руху?

### Джерела

1. Проектування міських територій : підручник : у 2 ч. Ч.1 / [за ред. В. Т. Семенова, І. Е. Линник] ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 449 с. (Серія «Міське будівництво та господарство»)
2. Безлюбченко О. С. Планування міст і транспорт : навч. посібник / О. С. Безлюбченко, С. М. Гордієнко, О. В. Завальний. – Харків : ХНАМГ, 2008. – 156 с.
3. ДБН Б.2.2-12:2018 «Планування і забудова територій» – Чинний від 2018-09-01. – Київ, 2018. – 179 с.
4. Редзюк А. М. Концепція державної програми підвищення безпеки дорожнього руху // Автошляховик України, Окремий випуск. – 2007, – №10. – С. 3–8.
5. ВБН В.2.3-218-192:20 Споруди транспорту. Перехрещення та примикання автомобільних доріг в одному рівні. Методи проектування та організації дорожнього руху
6. Споруди транспорту: вулиці та дороги населених пунктів: ДБН В.2.3 – 5 – 2001 [чинний 2001-01-01]. – К.: Держстрой України, 2001. – 56с.
7. Эльвик Рунэ, Боргер Мюсен Аннэ, Ваа Труле. Справочник по безопасности дорожного движения: Пер. с норвеж. / Под редакцией проф. В.В.Сильянова. – М.: МАДИ (ГТУ), 2001. – 754 с.

## Частина 2 Вертикальне планування міських вулиць та доріг

### Ділянки з постійним та змінними ухилами. Вертикальне планування перехресть

Вертикальне планування міських вулиць і доріг виконують двома методами: **проектних відміток і проектних (червоних) горизонталей**. Завданням такого планування є утворення прийнятних умов для руху транспорту, пішоходів, розташування підземних мереж і, головне, для відведення поверхневих вод з проїзної частини, перехресть та прилеглих територій.

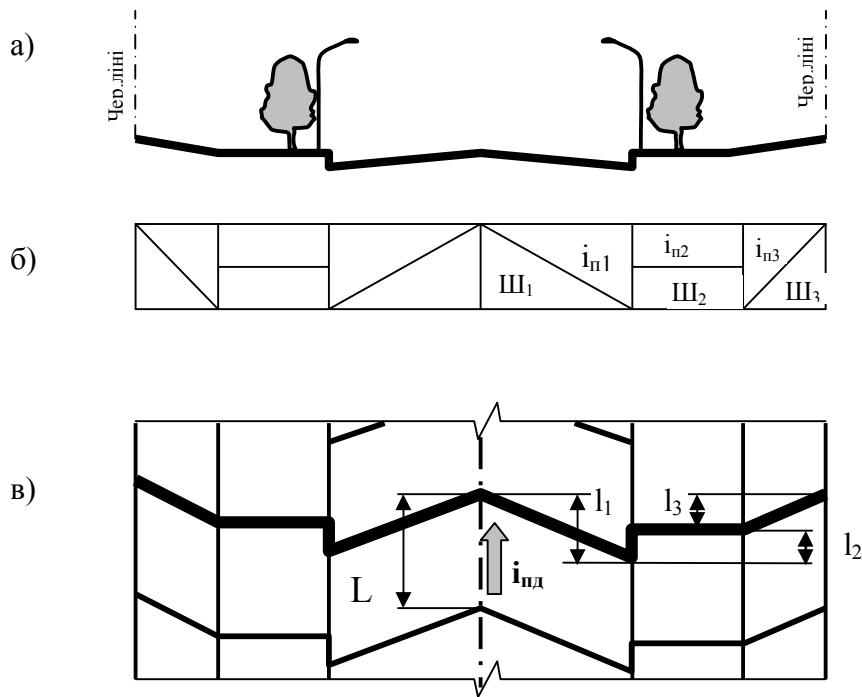
Першим методом вирішується вся проектна ділянка. При цьому на плані траси по осі вулиці наносяться пікети, червоні й чорні відмітки, поздовжні ухили та відстані. Окрім того, показують світлові опори, водоприймальні колодязі та інженерні мережі. Чорні (природні) горизонталі поверхні землі наносять тонкими лініями коричневого або чорного кольору поверх плану траси з перерізом в один метр.

На основі даних, отриманих методом проектних відміток, визначають ділянки з постійними й змінними ухилами. Деякі з них вирішують методом червоних горизонталей. Як правило це типові ділянки з постійним ухилом та усі ділянки зі змінним ухилом. Методом проектних горизонталей також виконується вертикальне планування перехресть.

При застосуванні цього методу треба враховувати наступні властивості горизонталей:

- 1) всі точки на одній горизонталі мають однакові відмітки;
- 2) замкнені горизонталі зображують горб або котловину залежно від напрямку зростання відміток;
- 3) про котловину чи горб також може свідчити наявність двох однойменних суміжних горизонталей;
- 4) маркування горизонталей виконується «головою» у бік збільшення відміток, однойменні горизонталі завжди маркуються у протилежні сторони;
- 5) різнойменні горизонталі не перехрещуються;
- 6) різнойменні горизонталі можуть з'єднуватись у випадку їх обмеження підпірною стіною, бордюром і т.п.;
- 7) густина горизонталей показує стрімкість схилу (найбільша стрімкість відповідає найкоротшій відстані між горизонталями);
- 8) паралельні горизонталі з незмінною густиною зображують ділянку з однаковим ухилом;
- 9) місця зміни густини та кута нахилу горизонталей є місцями змінного ухилу;
- 10) вода збігає в найстрімкішому напрямку (перпендикулярно до горизонталей).

Проектні горизонталі будують в межах червоних ліній. Схема побудови червоних горизонталей на ділянці міської вулиці зображена на рисунку 17.



**Рисунок 17 – Схема побудови червоних горизонталей на ділянці вулиці з постійним поздовжнім ухилом**

а - поперечний профіль; б - напрямки поперечних ухилів на елементах поперечного профілю; в - основні розрахункові деталі червоних горизонталей

На ділянках з постійним ухилом спочатку визначають крок горизонталей по осі вулиці. Потім визначається місцеположення вершин горизонталей, щільність яких обумовлена поздовжнім ухилом. Далі будують одну з горизонталей по обидва боки вулиці. Інші горизонталі проходять паралельно, на однаковій відстані, що називається закладанням. Значення закладання  $L$  проектних горизонталей можна визначити за допомогою виразу

$$L = \frac{h_0}{i_{нд}}, \quad (8.1)$$

де  $h_0$  – переріз горизонталей (приймають 0,1 або 0,2 м);  
 $i_{нд}$  – поздовжній ухил.

На проїжджій частині проектні горизонталі, як правило, проходять під кутом до осі вулиці. Величина кута задається поперечним ухилом поверхні дороги, а графічно – зміщенням  $l_1$  відносно початкової точки (на осі вулиці). Зміщення відкладають у бік, протилежний напрямку поздовжнього ухилу і знаходять за виразом

$$l_1 = \frac{Ш_1 \cdot i_{н1}}{i_{нд}}, \quad (8.2)$$

де  $Ш_1$  – ширина половини проїзної частини, м;  
 $i_{н1}$  – поперечний ухил поверхні дороги, ‰.

За наявності бордюрного каменя горизонталь має зміщення у бік поздовжнього ухилу по лотку проїзної частини. Величина такого зміщення  $l_2$  обумовлюється висотою бордюру і визначається співвідношенням

$$l_2 = \frac{h_6}{i_{нд}}, \quad (8.3)$$

де  $h_6$  – висота бортового каменя (0,15; 0,20 м).

У разі наявності поперечного ухилу на інших смугах (розподільних, смугах зелених насаджень, газонах, тротуарах, велодоріжках тощо) горизонталі також будують під кутом до напрямку осі вулиці. Всі ці елементи (за виключенням смуг трамвайного полотна) повинні мати похил у бік проїзної частини. Через це зміщення горизонталей  $l_3$  буде відкладатись в напрямку поздовжнього ухилу (протилежно зміщенню горизонталей на поверхні дороги). Відповідна величина зміщення визначається, як

$$l_3 = \frac{Ш_3 \cdot i_{н3}}{i_{нд}}, \quad (8.4)$$

де  $Ш_3$  – ширина тротуару, м;

$i_{н3}$  – поперечний ухил тротуару, ‰.

З метою захисту від забруднення тротуарів та пішохідних доріжок, їх бажано прокладати вище рівня прилеглих смуг і газонів. У такому випадку висота бордюрного каменя повинна становити 0,05—0,10 м.

### Запитання для самоконтролю

1. Якими методами виконується вертикальне планування міських вулиць та доріг?
2. Чи можуть можуть схрещуватись проектні горизонталі?
3. Які фактори впливають на кут нахилу червоних горизонталей відносно осі вулиці?
4. Для чого призначене вертикальне планування міських вулиць та прилеглих територій?
5. Які заходи вертикального планування застосовуються для запобігання забрудненню тротуарів та пішохідних доріжок?

### Джерела

1. Проектування міських територій : підручник : у 2 ч. Ч.1 / [за ред. В. Т. Семенова, І. Е. Линник] ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 449 с. (Серія «Міське будівництво та господарство»)
2. Безлюбченко О. С. Планування міст і транспорт : навч. посібник / О. С. Безлюбченко, С. М. Гордієнко, О. В. Завальний. – Харків : ХНАМГ, 2008. – 156 с.



3. ДБН Б.2.2-12:2018 «Планування і забудова територій» – Чинний від 2018-09-01. – Київ, 2018. – 179 с.
4. Проектирование дорог и сетей пассажирского транспорта в городах (Примеры). / Е. А. Меркулов и др. – М. : Стройиздат, 1970. – 417 с.
5. Ланцберг Ю. С. Городские площади, улицы и дороги : учеб. пособие для вузов. – М.: Стройиздат, 1983. – 216 с.
6. Лобанов Е. М. Транспортная планировка городов : учебник для студентов вузов. – М.: Транспорт, 1990. – 240 с.
7. Сигаев А. В. Проектирование улично-дорожной сети. – М.: Стройиздат, 1978. – 263 с.

### Частина 3 Організація та безпека руху. Транспортні розв'язки у різних рівнях. Площі та майдани

#### Організація та безпека руху на перехресті

Відповідно ПДР перехрестям називається місце перехрещення, прилягання або розгалуження доріг на одному рівні, межею якого є уявні лінії між початком заокруглень країв проїзної частини кожної з доріг.

Межі перехрестя особливо важливо знати, коли на ньому відсутні дорожні знаки та технічні засоби організації дорожнього руху, не нанесена або невидима горизонтальна розмітка. Принцип визначення меж перехрестя зображений на рисунку 18.



Рисунок 18 – Визначення меж перехрестя відповідно до ПДР

При організації дорожнього руху залежно від виду перехрещення проїзних частин розрізняють 7 основних типів перехресть (рис. 19):

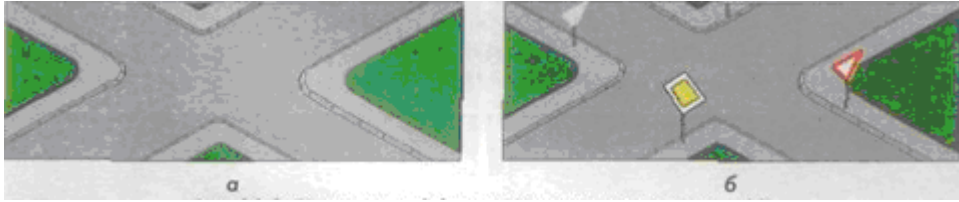


Рисунок 19 – Типи перехресть

1 – Т-подібне; 2 – чотирьохстороннє; 3 – Х-подібне; 4 – У-подібне;  
5 – вилоподібне; 6 – кільцеве; 7 – змішане.

Організація дорожнього руху передбачає два типи перехресть – нерегульовані та регульовані.

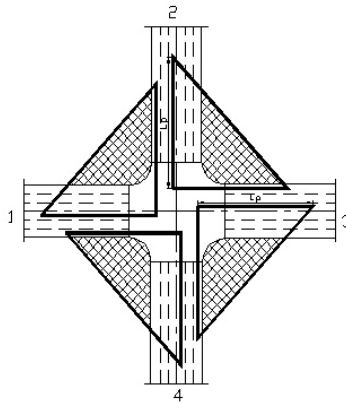
Перехрестя вважається *нерегульованим* за відсутності на ньому працюючого світлофора чи регулювальника та у разі вимкнення світлофора або його роботи в режимі переривчастого жовтого сигналу. На такому перехресті водії повинні керуватись правилами проїзду нерегульованих перехресть, дорожньою розміткою та установленими на них знаками пріоритету. Серед нерегульованих перехресть розрізняють рівнозначні та нерівнозначні рисунку 20.



**Рисунок 20 – Рівнозначні (а) та нерівнозначні перехрестя (б)**

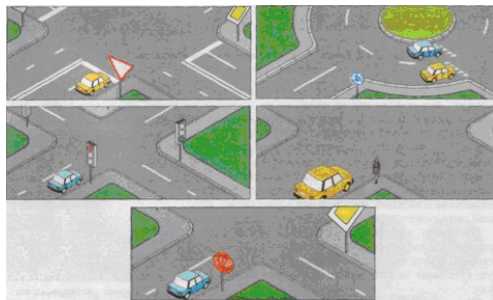
Однією з умов безпечного проїзду перехрестя є його гарна оглядовість. Зовнішні межі оглядовості визначаються будівлями і парканами, зеленими насадженнями, поворотами дороги та рельєфом, транспортними засобами, які стоять або рухаються, погодними умовами і освітленістю тощо.

При цьому безпека руху на нерегульованих перехрестях забезпечується видимістю вулиці в плані, тобто відстанню, з якої водіям завчасно видно транспорт на бічних під'їздах до перехрестя. Ця відстань визначається на основі розрахункового динамічного габариту  $L$  транспортного засобу (формула (4.4.)) і дозволяє виконати своєчасне гальмування й зупинку автомобіля. Схему побудови трикутника видимості зображено на рисунку 21.



**Рисунок 21 – Визначення трикутника видимості на перехресті**

Головною умовою убезпечення проїзду нерегульованого перехрестя є право переваги в русі. Транспортні засоби, які не мають такої переваги, повинні зупинитись перед дорожньою стоп-лінією або світлофором, а якщо вони відсутні — перед краєм проїзної частини. При цьому водій повинен бачити всі сигнали світлофора і не створювати перешкод пішоходам та іншим учасникам дорожнього руху (рис. 22).



**Рисунок 22 – Місце зупинки автомобілів при наданні переваги в русі.**

На перехрестях, де організовано круговий рух (рис. 23), транспортні засоби, що рухаються по колу, завжди мають перевагу над тими, що в'їжджають на нього.



Рисунок 23 – Кільцеве перехрестя з круговим рухом

Що стосується перехресть з нерівнозначними дорогами, то водій транспортного засобу, що рухається по другорядній дорозі, завжди повинен пропускати транспортні засоби, які рухаються по головній дорозі, незалежно від напрямку їх подальшого руху на перехресті. Пріоритет руху на нерівнозначних перехрестях повинен підтверджуватись дорожніми знаками і дорожньою розміткою.

*Дорожні знаки* є основними, найбільш поширеним засобом організації дорожнього руху. Вони призначені для інформування учасників руху про умови, режими і напрямки руху. За допомогою знаків водії, одержують необхідну інформацію у незнайомій місцевості. Невірне встановлення дорожніх знаків або їх відсутність може створювати аварійні ситуації. Назва, розміри, форма, символи і вимоги до розміщення дорожніх знаків регламентуються Державним стандартом України ДСТУ 4100-2002 «Знаки дорожні. Загальні технічні вимоги. Правила застосування».

*Дорожня розмітка* – це лінії, написи й інші позначення на проїзній частині чи елементах дорожніх споруд, які встановлюють порядок та інформують водіїв і пішоходів про умови руху. Розмітка є складовою частиною загальної схеми організації руху. При нанесенні розмітки потрібно дотримуватися вимог ДСТУ 2587-2010 «Розмітка дорожня. Правила застосування».

Відповідно до цього стандарту встановлено дві групи розмітки: *горизонтальна* та *вертикальна*. Горизонтальна розмітка (лінії, написи, стрілки та інші позначення) буває поздовжня, поперечна та іншого виду. Така розмітка наноситься на поверхню удосконаленого покриття доріг. Для горизонтальної розмітки використовують білий і жовтий кольори.

Кожний вид розмітки має власний номер: перша цифра – номер групи, до якої належить розмітка (1 – горизонтальна, 2 – вертикальна); друга – порядковий номер розмітки в групі; третя – різновид розмітки.

Нормативні значення видимості дорожньої розмітки наведено у табл. 12.

Відповідно до ПДР перехрестя, на яких черговість проїзду визначається сигналами світлофора чи регулювальника, вважаються *регульованими*.

**Таблиця 12 – Нормативні значення видимості дорожньої розмітки на вулично-дорожній мережі міста**

Класифікація вулиць та доріг	Максимальна швидкість, км/год.	Відстань видимості горизонтальної поздовжньої розмітки, м			Відстань видимості вертикальної розмітки, м		
		вдень	сутінки	вночі	вдень	сутінки	вночі
Магістральні вулиці і вулиці загальноміського значення	90	135	100	65	135	120	65
Вулиці і дороги місцевого значення	60	90	60	45	90	70	45

Світлофори призначаються для почергового пропуску учасників руху через конкретну ділянку вулично-дорожньої мережі, а також для позначення небезпечних ділянок дороги. Світлофори застосовуються для управління рухом на напрямках чи їх окремих смугах, у місцях, де існують конфліктуючі транспортні та пішохідні потоки (перехрестя, пішохідні переходи); або на смугах, де напрямок руху може змінюватись на протилежний.

Світлофори поділяються на дві групи: Т – транспортні й П – пішохідні. Вони повинні відповідати ДСТУ 4092-2002 «Світлофори дорожні. Загальні технічні вимоги, правила застосування та умови безпеки» та технічним умовам, погодженим з Департаментом Державтоінспекції МВС України.

Транспортні (типів 1, 2) і пішохідні світлофори встановлюються за наявності хоча б однієї із п'яти умов.

Умова 1. Середньогодинна інтенсивність руху транспортних засобів протягом 8 год. робочого дня не менша зазначеної у таблиці 13.

**Таблиця 13 - Мінімальна середньогодинна інтенсивність руху транспортних засобів**

Кількість смуг руху в одному напрямку		Інтенсивність руху транспортних засобів, од./год.													
головна дорога	другорядна дорога	головною дорогою в двох напрямках		другорядною дорогою в одному, найбільш навантаженому напрямку											
1	1	750	670	580	500	410	380	75	100	125	150	175	190		
2 або більше	1	900	800	700	600	500	400	75	100	125	150	175	200		
2 або більше	2 або більше	900	825	750	675	600	525	480	100	125	150	175	200	225	240

Умова 2. Середньогодинна інтенсивність руху головною дорогою в двох напрямках протягом 8 год. робочого дня не менша 600 од./год. (для доріг з розділовою смугою – 1000 од./год.);

Інтенсивність руху пішоходів (протягом кожної з тих же 8 год.) хоча б в одному напрямку перевищує 150 піш./год.

Умова 3. Протягом хоча б однієї години виконується умова 2.

Умова 4. Одночасно виконуються Умови 1 та 2 (не менше ніж на 80% кожна).

Умова 5. За останні 12 місяців на перехресті скоєно не менше трьох дорожньо-транспортних пригод, яких можна було б запобігти за наявності світлофорної сигналізації (наприклад, зіткнення транспортних засобів, що рухаються з поперечних напрямків; наїзди транспортних засобів на пішоходів, що переходять дорогу; зіткнення між транспортними засобами, що рухаються в прямому напрямку та тих, що повертають ліворуч із зустрічного напрямку).

До того ж умови 1 або 2 повинні виконуватись не менше ніж на 80%

Вводити світлофорне регулювання в місцях перетину дороги й велосипедної доріжки необхідно за умов, коли велосипедний рух має постійний характер, а його інтенсивність перевищує 50 вел./год.

За наявності на дорозі декількох відокремлених проїзних частин, регулювання руху виконується по кожній смузі окремо.

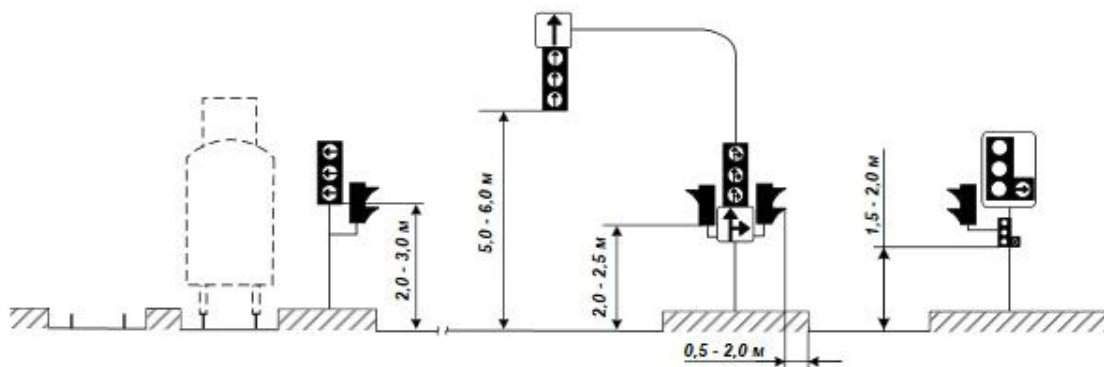
Розташування дорожніх світлофорів (окрім транспортних типу 3 та пішохідних) повинне забезпечувати видимість їх сигналів на відстані не меншій ніж 100 м з будь-якої смуги (де діє сигнал), за будь-яких погодних умов.

Розташування пішохідних світлофорів повинне забезпечувати видимість сигналів пішоходам з протилежного боку проїзної частини дороги, яку вони перетинають.

Світлофори необхідно встановлювати на спеціальних колонках, кронштейнах, прикріплених до існуючих опор або стін будинків, на консольних або рамних опорах, на стояках, а також підвішувати на тросах-розтяжках. Спеціальні колонки та опорні елементи консольних або рамних опор треба розташовувати поза проїзною частиною дороги.

Висота встановлених світлофорів від нижньої точки корпусу до поверхні проїзної частини повинна становити (рис. 24):

- а) для транспортних світлофорів (окрім типу 3):
  - від 5,0 до 6,0 м у разі розташування над проїзною частиною;
  - від 2,0 до 3,0 м у разі розташування збоку від проїзної частини;
- б) для транспортних світлофорів типу 3 – від 1,5 до 2,0 м;
- в) для пішохідних світлофорів – від 2,0 до 2,5 м.



**Рисунок 24 – Висота встановлення світлофорів відносно поверхні проїзної частини**

Відстань від краю проїзної частини до світлофора, встановленого збоку від проїзної частини, повинна становити від 0,5 до 2,0 м.

Розташування світлофорів відносно розмітки 1.12 «Стоп-лінія» повинне забезпечувати розпізнавання їх сигналів водіями транспортних засобів, що стоять перед нею першими (рис. 25).

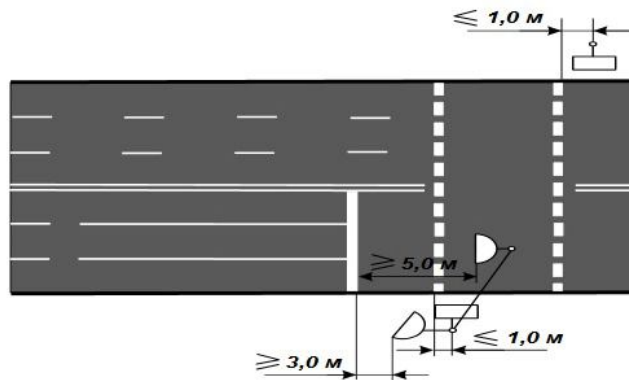


Рисунок 25 – Розташування світлофорів відносно стоп-лінії

Рекомендована відстань у горизонтальній площині від транспортних світлофорів до розмітки 1.12 «Стоп-лінія» повинна бути не меншою за 5,0 м (у разі встановлення їх над проїзною частиною) та не менша ніж 3,0 м у разі встановлення збоку від проїзної частини. Для світлофорів типу 3, відстань у горизонтальній площині від транспортного світлофору, встановленого збоку від проїзної частини до стоп-лінії можна зменшувати до 1,0 м.

За відсутності на регульованому пішохідному переході розмітки 1.14.3 пішохідні світлофори повинні бути установлені так, щоб для транспортних засобів, що наближаються до переходу, пішохідний світлофор з правої сторони проїзної частини містився на ближній межі переходу, а з лівої сторони – на дальній. За наявності дорожньої розмітки 1.14.3 дозволяється установлювати пішохідні світлофори на одному перетині дороги.

Відстань від контактних ліній трамвая чи тролейбуса до будь-якої точки корпусу світлофора не може бути меншою ніж 1,0 м.

Щодо розміщення в плані відомі наступні варіанти розміщення транспортних світлофорів:

1) перед перехрестям (регульованим пішохідним переходом):

*a* – праворуч від проїжджої частини;

*б* – над проїжджою частиною;

*в* – ліворуч від проїжджої частини на розділовій смузі, напрямному островці або островці безпеки;

*г* – ліворуч від проїжджої частини (на дорогах з одностороннім рухом транспортних засобів); при двосторонньому русі - тільки за наявності не більше трьох смуг зустрічного руху;

2) на території перехрестя:

*д* – ліворуч на розділовій смузі, напрямному островці або островці безпеки;

*е* – праворуч на розділовій смузі, напрямному островці або островці безпеки;

3) за перехрестям (регульованим пішохідним переходом):

*ж* – на розділовій смузі, напрямному островці чи островці безпеки;  
*з* – ліворуч від проїжджої частини;  
*і* – праворуч від проїжджої частини.

Варіанти *ж*, *з*, *і* можна застосовувати лише у випадках, якщо відстань між стоп-лінією та світлофором не перевищує 25 м.

Регулювання руху є дієвим заходом підвищення безпеки дорожнього руху та збільшення пропускної спроможності перехрестя. Але при значних транспортних потоках світлофорне регулювання втрачає свою ефективність. У цих випадках можливе спорудження транспортних розв'язок у різних рівнях.

### **Транспортні розв'язки у різних рівнях**

Найефективнішим способом підвищення пропускної здатності вулиць міста, покращення умов безпеки руху транспорту та пішоходів, зниження шуму та загазованості є влаштування перетинів міських шляхів сполучення з організацією руху на них у різних рівнях. Будівництво міських дорожньо-транспортних розв'язок у різних рівнях слід реалізувати тоді, коли всі інші способи підвищення пропускної здатності перехрещення були вичерпані. При цьому слід зважати на ту обставину, що організація руху транспорту в різних рівнях на одному перехрещенні міських вулиць (доріг) вирішує тільки локальну задачу, що стосується конкретного вузла, а не всієї магістралі в цілому. Підвищення пропускної здатності та безпеки руху на розв'язці у різних рівнях, пояснюється розподіленням транспортних потоків у просторі.

Будівництво транспортних розв'язок у різних рівнях передбачає великі капіталовкладення. Разом із тим його економічна доцільність виправдовується економією за рахунок скорочення транспортних витрат та кількості ДТП в цьому вузлі.

Світова та вітчизняна практика накопичила великий досвід будівництва дорожньо-транспортних перехрещень у різних рівнях, що дає можливість оцінити все розмаїття цих споруд у містах з метою подальшого удосконалення їх проектування, будівництва та експлуатації.

Історія будівництва дорожньо-транспортних перетинів у різних рівнях почалася на позаміських автомобільних дорогах. Перша розв'язка у різних рівнях була побудована в 1928 р. у штаті Нью-Джерсі (США). Вперше в місті такий перетин був збудований в 1934 р. у Стокгольмі. Після другої світової війни будівництво розв'язок в різних рівнях стає більш інтенсивним. У Західній Європі на магістралі Гамбург – Франкфурт-на-Майні – Базель завдовжки 820 км функціонують більш ніж 500 таких перетинів.

В Україні перша розв'язка в різних рівнях була збудована у 1947 р. на перетині Набережного шосе та бульвару Дружби народів біля мосту ім. Є.О. Патона.

Всі перехрещення міських вулиць та доріг з організацією руху в різних рівнях поділяються на три групи:

- перехрещення,
- примикання,
- розгалуження.



За конструкцією основних штучних споруд перетини в різних рівнях розрізняють з улаштуванням:

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

За кількістю рівнів перехрещення в різних рівнях бувають у:

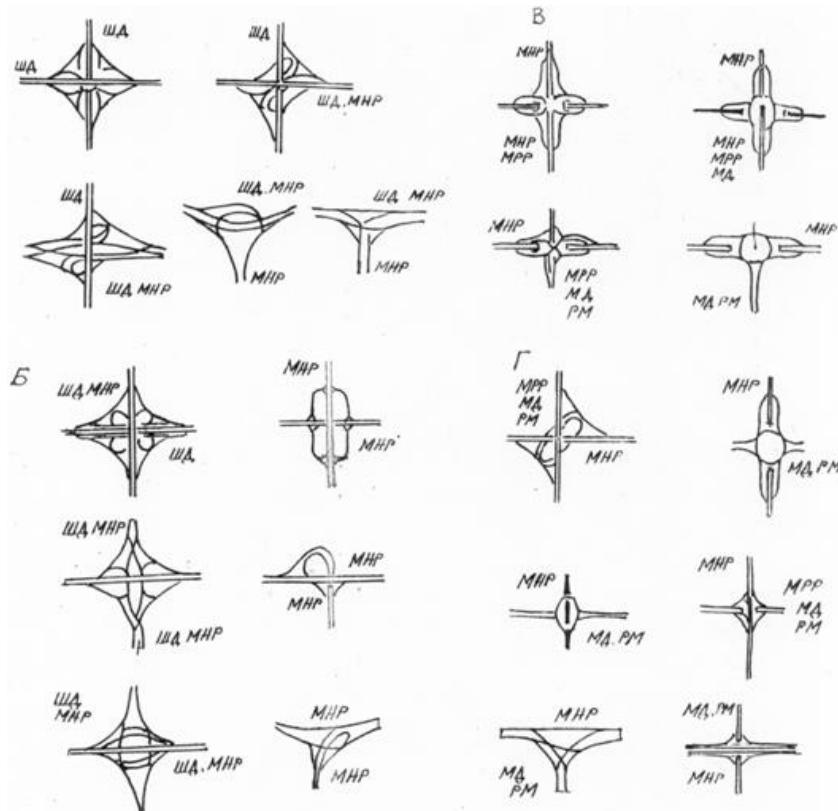
- двох рівнях;
- трьох рівнях;
- багаторівневі (чотирьох та більше рівнях).

За ознакою організації лівоповоротного руху, в основі планувальних рішень розв'язок лежать:

- лист конюшини;
- розподільне кільце;
- петля;
- ромб (лінійні перетини з паралельним розташуванням правоповоротних та лівоповоротних з'їздів);
- складні перетини з відособленими лівоповоротними з'їздами;
- комбіновані типи перетинів з поєднанням елементів простих перехрещень (рис. 26).

За повнотою розв'язки потоків, що повертають, перетини бувають:

- повні;
- неповні.



**Рисунок 26 - Схеми розв'язок у різних рівнях:**

А – перетини I класу; Б – перетини II класу; В – перетини III класу; Г – перетини IV і V класів

У світовій та вітчизняній практиці містобудування широке використання знаходять всі типи перетинів у різних рівнях. Виняток становлять складні, ромбоподібні та лінійні типи.

На вибір того чи іншого типу перетину впливає багато різних факторів. Через це перетини одного типу можуть дещо відрізнятись один від одного й утворювати додаткові види та підвиди. Кожному з них будуть притаманні власні переваги та недоліки.

### Площі та майдани

Площі займають особливе місце серед інших міських транспортних вузлів. Організація руху на площах часто ускладнюється великою кількістю прилеглих вулиць та інтенсивним пішохідним рухом.

Згідно з ДБН В.2.3-5 за функціональним призначенням майдани та площі треба поділяти на головні площі; площі перед значними громадськими спорудами і будинками (виставками, парками, торговельними центрами), стадіонами, палацами спорту, театрами тощо; транспортні площі; вокзальні площі; багатофункціональні площі; ринкові площі; перед заводські площі (табл. 14).

**Таблиця 14 – Класифікація міських площ за призначенням**

<b>Вид</b>	<b>Призначення</b>
Головні	Для пішохідних підходів до громадських будівель і для проведення парадів, народних гулянок.
Перед великими громадськими будівлями і спорудами (стадіонами, торговельними центрами, театрами і т.п.)	Для під'їзду пасажирського транспорту і підходу відвідувачів до громадських будівель, для розміщення зупинних пунктів транспорту і автомобільних стоянок
Транспортні і передмостові	Для розподілу транспортних потоків по прилеглих вулицях і дорогах, для розміщення перетинів і примикань вулиць і доріг як в одному, так і в різних рівнях; для розміщення зупинних пунктів і автомобільних стоянок
Вокзальні	Для під'їзду до будинків і споруд зовнішнього транспорту, для розв'язки руху транспорту і пішохідів в одному чи різних рівнях, для розміщення зупинних пунктів і автомобільних стоянок.
При багатофункціональних транспортних вузлах	Для розміщення громадських будівель і споруд приміського і міського транспорту, під'їздів і підходів до них, для забезпечення пересадки пасажирів з одних видів транспорту на інші.
Передзаводські	Для підходів до прохідних підприємств, для розв'язки руху і розміщення зупинних пунктів і автомобільних стоянок
Ринкові	Для організації руху, розміщення зупинних пунктів транспорту і автомобільних стоянок.

До території площ та майданів, як правило, треба включати: проїзну та пішохідну частину, а також ділянки озеленення. При багаторівневій організації

простору пішохідну частину площі можна частково або повністю розташовувати на рівні поверхні землі, а у підземному рівні – відповідно розміщати проїзди, зупинки транспорту, місця для паркування легкових автомобілів, інженерне обладнання, комунікації, туалети, навантажувально-розвантажувальні майданчики і майданчики для збирання твердих побутових відходів тощо.

Обов'язковий перелік елементів благоустрою території майданів або площ має включати: тверді види покриття, елементи сполучення поверхонь, озеленення, огорожі небезпечних місць, освітлювальне обладнання, носії інформації про дорожній рух (дорожні знаки, розмітку, світлофори), урни.

У залежності від функціонального призначення майданів та площ можна розміщувати наступні додаткові елементи благоустрою:

– витвори декоративно-прикладного мистецтва та фонтани (на головних площах, площах перед значними громадськими спорудами і будівлями);

– павільйони зупинок транспорту, малі архітектурні форми, засоби зовнішньої реклами та інформації (на транспортних площах або майданах).

Місця можливого проїзду та паркування автомобілів на пішохідній частині майдану або площі треба виділяти кольором або фактурним покриттям, мобільним озелененням (контейнерами, вазонами) чи переносними огорожами.

Згідно з ДБН В.2.3-5 ширину пішохідних проходів треба визначати відповідно до інтенсивності пішохідного руху, з урахуванням категорії та функціонального призначення площі.

Для озеленення можна займати периметр або центр площі та майдану або застосовувати поєднання цих прийомів.

### **Запитання до самоконтролю**

1. Які перехрещення є найбільш зручними для організації руху?
2. Для чого призначаються транспортні розв'язки у різних рівнях?
3. За якими ознаками класифікуються перехрещення в різних рівнях?
4. Які бувають транспортні перетини за повнотою розв'язки потоків?
5. Як класифікуються міські площі та майдани за призначенням

### **Джерела**

1. Проектування міських територій : підручник : у 2 ч. Ч.1 / [за ред. В. Т. Семенова, І. Е. Линник] ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 449 с. (Серія «Міське будівництво та господарство»)

2. Безлюбченко О. С. Планування міст і транспорт : навч. посібник / О. С. Безлюбченко, С.М. Гордієнко, О.В. Завальний. – Харків : ХНАМГ, 2008. – 156 с.

3. Багацкий Г. Ф. Городские улицы и городское движение. – Київ : Будівельник, 1967. – 302 с.

4. Гезенцвей Л. Б. Городские улицы и дороги : Учебник для техникумов. / Л. Б. Гезенцвей, Л. В. Гуревич. – М.: Стройиздат, 1982. – 399 с.

5. Ланцберг Ю. С. Городские площади, улицы и дороги : Уч. пособ. для вузов. – М.: Стройиздат, 1983. – 216 с.

6. Контури видимості на перехресті: веб-сайт. URL: [https://studopedia.ru/15\\_130805\\_konturi-vidimosti-na-perehresti.html](https://studopedia.ru/15_130805_konturi-vidimosti-na-perehresti.html)

## Змістовий модуль 2 ПОКРИТТЯ ВУЛИЦЬ ТА ДОРІГ

### Лекція 9 ДОРОЖНІ ПОКРИТТЯ, ПРИРОДНІ ТА ШТУЧНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ПОКРИТТІВ.

Умовно дорога складається з двох частин: підготовленого земляного полотна і так званого дорожнього одягу.

Дорожній одяг включає в себе покриття та основу.

Покриття дороги це – міцний верхній шар, що має високий опір ударним навантаженням від коліс автотранспорту та впливу агресивних природних чинників. Покриття складається з шару зносу і несучого (основного) шару.

Основою дороги називають несучу частину дорожнього покриття, що складається з шарів, насипаних з каменю і ґрунту, оброблених в'язучою речовиною.

Покриття доріг, в свою чергу, бувають:

- вдосконалені капітальні (монолітні, збірні; цементобетонні й асфальтобетонні, що укладаються в теплом або гарячому стані);
- вдосконалені полегшені (складаються з щебених і гравійних матеріалів, оброблених органічними в'язучими, а також з холодного асфальтобетону);
- перехідні тобто щебениві, гравійні, шлакові, з ґрунтів, укріплених в'язучими матеріалами;
- нижчі (ґрунтові).

Типи дорожнього покриття:

а) асфальтобетонне – удосконалене покриття капітального типу, яке збудовано з ущільнених асфальтобетонних сумішей (гарячих, теплих);

б) цементобетонне – удосконалене покриття капітального типу, монолітне, що споруджується з цементобетонних сумішей, які ущільнюються на місці робіт, або збірне покриття із залізобетонних плит;

в) чорне шосе (щебеневе, гравійне) – удосконалене покриття полегшеного типу зі щебених та гравійних матеріалів, які оброблені рідкими органічними в'язучими;

г) біле шосе (щебеневе, шлакове, гравійне) – покриття перехідного типу з подрібнених кам'яних матеріалів, які укладаються шарами (спочатку великі фракції, далі більш дрібні), з розклинкою дрібним щебенем і ущільненням шарів;

д) бруківка – дорожнє покриття перехідного типу із буличного або колотого каменю;

е) ґрунтові покриття, оброблені в'язучими матеріалами – це покриття перехідного типу із шаром зносу у вигляді ущільненої суміші ґрунту з в'язучими матеріалами (рідкий бітум, гудрон, дьоготь, цемент та інше).

#### *Асфальтобетонні покриття*

Покриття з асфальтобетону займають провідне місце на автомагістралях. У цих покриттів високі транспортно-експлуатаційні показники, вони міцні і

довговічні, прості в ремонті. Знос при дуже важких умовах руху не більше 1,5 мм/рік.

Верхній шар асфальтобетонного покриття повинен відрізнятися міцністю, водонепроникністю, зносостійкістю і т.д. Цим характеристикам відповідають піщані та інші дрібнозернисті суміші, що містять мінеральний порошок.

*Асфальт* – це штучна або природна органічна в'язка речовина; суміш бітуму та мінеральних матеріалів: вапняку, піщанику (рис. 27).



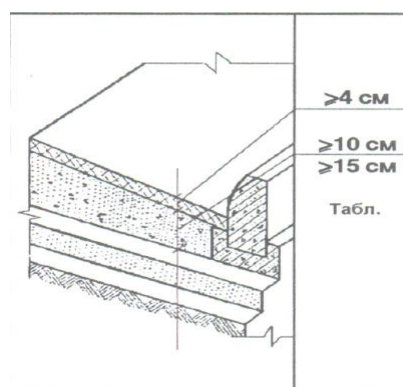
**Рисунок 27 – Загальний вигляд асфальтобетонної поверхні**

Сучасне рівне асфальтове дорожнє покриття складається з ретельно відібраного за гранулометричним складом піску, кам'яної (бутової) крихти та асфальту. Матеріали змішуються в установках при температурі 175°C, коли асфальт перебуває в рідкому стані. Суміш транспортується на місце, наноситься спеціальною машиною на дорожнє полотно й ущільнюється катками в гарячому стані.

Асфальтобетонна суміш укладається на підготовлене покриття шарами по 3—5 см. У нижніх шарах застосовують щебені крупних фракцій. Це дозволяє зміцнити покриття і заощадити кошти. Відповідно верхні шари роблять дрібнозернистими, що підвищує зносостійкість поверхні і покращує її водонепроникність.

В той же час дорожня поверхня повинна бути достатньо шорсткою, щоб запобігати пробуксовці шин і сприяти гарному витисканню води протектором. Загальна товщина дорожнього покриття залежить від несучої здатності земляного полотна та від розрахункового транспортного навантаження.

Приклад улаштування примикання асфальтобетонного покриття до бордюрного каменю зображено на рисунку 28.



**Рисунок 28 – Поперечний розріз конструкції асфальтобетонного покриття і примикання до бортового каменю**

### **Асфальтобетонне покриття з литої суміші на основі бітумової крихти**

Литий асфальтобетон (рис. 29) широко розповсюджений завдяки ряду своїх переваг. Він не вимагає ущільнення після укладання; характеризується зносостійкістю, водонепроникністю, відносно високою деформативною та корозійною стійкістю до агресивної дії розчинів протижеледних хлоридомістких матеріалів; можливістю багаторазової регенерації. Крім того, рух транспортних засобів відкривається безпосередньо після вистигання укладеного покриття.

Спочатку технологія будівництва покриттів із литих асфальтобетонів застосовувалася на дорогах та автобанах, але швидко знайшла своє місце при влаштуванні захисних шарів та шарів покриття на мостах, при гідротехнічному будівництві (гідроізоляція каналів та дамб), на паркінгах та автозаправних станціях.



**Рисунок 29 – Зовнішній вигляд поверхні з литого асфальтобетону та керну, що вирізаний з готового покриття**

До 60-х років ці суміші виготовлялися переважно в мобільних котлах, сьогодні – в асфальтозмішувачах циклічної дії при нагріванні мінеральних матеріалів до температури 260—300°C. Для зниження температури інженери-технологи шукають добавки, призначені для регулювання в'язкості бітумів.

З асфальтозмішувача готова лита асфальтобетонна суміш завантажується безпосередньо в котел для транспортування, підтримування температури та одночасного перемішування з метою запобігання її розшаруванню (рис. 30). Німецькими нормами рекомендується транспортувати та перемішувати суміш не більше 12 годин. Для запобігання окисленню в'язучого при контакті з повітрям, під час вивантаження обігрів котла повинен припинятися, а інтенсивність перемішування зменшуватись.



**Рисунок 30 – Котли для транспортування литого асфальтобетону**

## Цементобетонні покриття

Цементобетонні покриття мають наступні переваги:

- високу міцність в будь-який час року;
- великий міжремонтний термін (30—40 років);
- гарний світлий колір, який позитивно впливає на безпеку руху вночі;
- незначний знос покриття (до 0,2 мм/рік);
- високий коефіцієнт зчеплення з колесами автомобілів, незалежно від ступені зволоження покриття.



Рисунок 31 – Укладання і вирівнювання поверхні цементобетонного покриття.

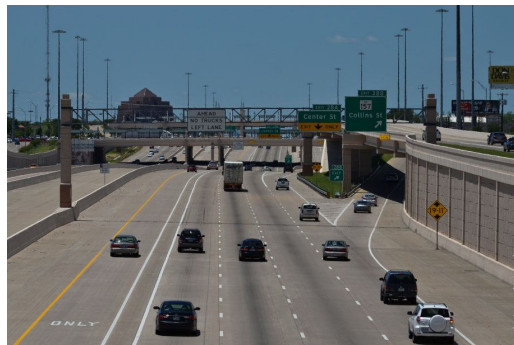


Рисунок 32 – Приклад готового цементобетонного покриття швидкісної дороги (США).

## Армуючі шари

Армування асфальтобетону здійснюють за допомогою геосіток – скляних геосіток і поліефірних сіток.

Армування знижує товщину асфальтобетонного шару на 20%; запобігає появі тріщин, вибоїн, збільшує допустиме навантаження і подовжує термін служби дороги.

## Бруківкові покриття

Бруківка – тип дорожнього покриття, в якому застосовується каміння з рівною поверхнею (бруски). Бруківкою вимощували вулиці ще в давнину. Матеріалом бруківки служив натуральний камінь: граніт, гнейс, базальт, граувакки і порфіри. Нині бруківка зустрічається переважно на дорогах центральних історичних вулиць великих міст, рідше – містечок і сіл (рис.33).



В Києві кам'яна бруківка уперше з'явилася 1842 року на вулицях Московській і Проваллі (Печерськ), Олександрівській (біля Царського саду), Софіївській. Камінь для бруківки доставлявся Дніпром з Мінської губернії. Згідно з переписом 1874 р., у Києві найбільше було забруковано вулиць у Печерській і Старокиївській частинах міста. На початку ХХ ст. Мостовий комітет вирішив укласти бруківки з гранітних кубиків на бетонній основі. Граніт можна було придбати лише за кордоном.

У Львові брукування ринкової площі, головних вулиць міста завершили 1452 року, а всіх вулиць до 1487 року. Також у місті були кам'яні широкі тротуари, де могли одночасно пройти 4 людини.



**Рисунок 33 – Приклад бруківкового покриття з натурального каменю**

З появою тротуарної плитки відпала необхідність підбирати камені різних розмірів для створення дорожнього покриття. Вироби з штучних матеріалів мають певну форму і стандартні розміри, тому їх укладання не займає багато часу. Крім того, тротуарна плитка міцна, зносостійка і красива. Різна колірна гамма і можливість поєднання декількох відтінків дозволяють створювати покриття з абсолютно унікальним малюнком. І хоча бруківка з натурального каменю, як і раніше актуальна, штучна плитка, що імітує різні природні матеріали, стає все більш популярною. Вона використовується практично скрізь: для мощення тротуарів, майданчиків перед магазинами та кафе, на автозаправних станціях, у парках – для створення. Бруківка створює особливий настрій і додає території акуратний закінчений вигляд (рис. 34).



**Рисунок 34 – Приклад покриття зі штучного каменя.**

### Запитання до самоконтролю

1. З яких головних частин складається дорожнє покриття?
2. Які типи покриттів доріг Вам відомі?
3. На які типи поділяються покриття за ступенем капітальності?
4. Для чого застосовується армування асфальтобетону?
5. Що таке бруківкове покриття?

### Джерела

1. Проектування міських територій : підручник : у 2 ч. Ч.1 / [за ред. В. Т. Семенова, І. Е. Линник] ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 449 с. (Серія «Міське будівництво та господарство»)
2. Безлюбченко О. С. Планування міст і транспорт : навч. посібник / О. С. Безлюбченко, С. М. Гордієнко, О.В. Завальний. – Харків : ХНАМГ, 2008. – 156 с.
3. Руководство по проектированию городских улиц и дорог. – М.: Стройиздат, 1980. – 220 с.
4. Гезенцвей Л. Б. Городские улицы и дороги : Учебник для техникумов. / Л. Б. Гезенцвей, Л. В. Гуревич. – М.: Стройиздат, 1982. – 399 с.
5. Проектування автомобільних доріг. Ч.2. / О. А. Білятинський, В. Й. Заворицький, В. П. Старовойда, Я. В. Хом'як. – К.: Вища школа, 1997. – 518 с.

## ЛЕКЦІЯ 10 КОНСТРУЮВАННЯ ТА РОЗРАХУНОК НЕЖОРСТКИХ ДОРОЖНІХ ПОКРИТТІВ

### Конструювання дорожнього одягу

Етапи конструювання включають в себе:

1. Визначення типу дорожнього одягу і покриття, мінімально допустимого рівня надійності і необхідного коефіцієнта міцності.
2. Призначення необхідного модуля пружності на поверхні конструкції.
3. Вибір матеріалів для шарів дорожнього одягу, кількість шарів і їх попередніх товщин.
4. Визначення розрахункових даних і характеристик матеріалів дорожнього одягу:
  - призначення необхідного модуля пружності;
  - визначення перспективної інтенсивності на період до капітального ремонту;
  - приведення перспективної інтенсивності руху до розрахункового навантаження на одну смугу.

Для нежорсткого дорожнього одягу виконують наступні *розрахунки*:

1. Розрахунок дорожніх одягів на міцність.
2. Розрахунок дорожнього одягу за допустимим пружним прогином.  
За пружним прогином розрахунок можна вести у двох варіантах:
  - а) через загальний модуль пружності конструкції (при відомих товщинах шарів одягу).
  - б) через товщину проміжного шару (при відомому модулі пружності конструкції).
3. Розрахунок дорожнього одягу за зсувом в підстильному ґрунті й конструктивних шарах.
4. Розрахунок асфальтобетонних шарів за зсувом.
5. Розрахунок конструктивних шарів з монолітних матеріалів на напруження розтягу при згинанні
6. Розрахунок морозостійкості дорожнього одягу (для 3-го типу місцевості).

Спеціальних заходів, що забезпечують морозостійкість дорожнього одягу, не потрібно у випадках:

- малої глибини промерзання (IV і V райони ДКЗ);
- земляного полотна, що складається з стійких до промерзання ґрунтів (пісків й супісків).
- значній товщині одягу (понад 2/3 глибини промерзання);
- I типу місцевості за умовами зволоження.

За цих же умов розрахунок дренажного шару також не потрібен.

Обґрунтування вибору конструкції дорожнього одягу проводять на основі варіантного проектування – за даними техніко-економічних розрахунків. При цьому дорожній одяг нежорсткого типу проектується так, щоб на ньому не утворювались остаточні деформації від рухомих навантажень.

Конструкція дорожнього одягу уявляється у вигляді багатошарової системи, яка працює в режимі зворотних деформацій.

Розрахункові навантаження та їх характеристики приймають за схемою Н-10 або Н-30 з урахуванням класифікації міських вулиць та доріг (табл.15):

- а) для магістральних доріг Н-30;
- б) для магістральних вулиць Н-10, або Н-30;
- в) для вулиць місцевого значення Н-10.

Фактичну інтенсивність руху транспорту різної вантажопідйомності  $N_i$  (легкові автомобілі не враховуються) приводять до розрахункової  $N_p$  за допомогою перевідних коефіцієнтів або з графіка.

**Таблиця 15 – Характеристики для різних розрахункових навантажень**

№ п/п	Основні параметри розрахункових навантажень	Н-10	Н-30
1	Навантаження на вісь, т	9,5	12
2	Питомий тиск $p$ від колеса, кг/см <sup>2</sup>	5,5	6
3	Діаметр круга, рівнозначного сліду колеса, см	33	36,5

Приклад розрахунку інтенсивності в автомобілях за схемою Н-30 має вигляд табл. 16.

**Таблиця 16 – Приклад розрахунку приведеної інтенсивності руху**

Категорія автомобілів	Загальне навантаження на вісь, т	Кількість автомобілів за добу	Коефіцієнт приведення	Приведена кількість
ГАЗ-51	3,75	1110	0,01	11,1
ЗІЛ-130	5,92	800	0,05	40
МАЗ-503Б	10,00	100	0,5	50
КРАЗ-219	9,43	85	0,43	36,55
Легкові	не враховуються	6500	–	–
Автобуси	11,5	300	1,0	300
Тролейбуси	10,54	450	0,5	225
Розрахункова інтенсивність, авт./доб.				663

### Кам'яні матеріали

Місцеві дорожньо-будівельні матеріали, що включають специфічні типи ґрунтів, кам'яні та в'язучі матеріали, надзвичайно різноманітні. Ресурси місцевих дорожньо-будівельних матеріалів, в тому числі отримуваних за рахунок відходів промисловості, практично необмежені. Витрати на їх транспортування, як правило, практично мінімальні. В районах з розвинутою промисловістю особливе значення набувають ті відходи, які можуть бути використані для дорожнього будівництва. При правильному виборі конструкції, якісному виконанні робіт і дотриманні правил експлуатації завжди можна

забезпечити достатньо високу якість і довговічність дорожнього одягу, побудованого із місцевих матеріалів.

Особливий інтерес представляють кам'яні матеріали, які не потребують попередньої обробки, наприклад, дрібнення. До кожного будівельного матеріалу ДБН і СНіП пред'являють певні вимоги. Характерною ознакою є те, що для влаштування дорожнього одягу можна використовувати кам'яні матеріали з пониженою механічною міцністю. В першу чергу це гравій, галька, дресва та інші.

Гравій і галька характеризуються округлістю зерен, а дресва шорсткістю та меншою міцністю ніж гравій і галька.

Механічна міцність гравію може бути достатньо високою. Можлива попередня спрощена оцінка міцності за трибальною шкалою: міцні – важко розбивається молотком; середньої міцності – рукою не руйнуються, але легко розбиваються молотком; слабкі – легко руйнуються рукою. Механічна міцність гравію вища, якщо він утворився із виверженої материнської породи.

Морозостійкість, як і міцність гравію, коливається від високих величин порядку МРЗ 200 до зовсім незначних. Всі ті особливості, що визначають механічну міцність гравію, в певній мірі визначають і його морозостійкість. Неморозостійкими, як правило, бувають менші за розмірами частки. Морозостійкість визначається в лабораторних умовах з урахуванням вимог діючого стандарту

Для дорожнього будівництва достатньо важливою є ступінь округлості гравію. Зокрема, кращим вважається менш округлий матеріал. За ступенем округлості уламкові матеріали поділяються на три основні групи: округлі, напівкруглі (заокруглені головним чином кути й окремі ділянки поверхні), вуглуваті (що немає ознак округлості).

В багатьох випадках гравійний матеріал зустрічається в суміші з піском, утворюючи піщано-гравійні суміші. Склад суміші може змінюватися від оптимального до такого, в якому переважає один із названих компонентів. Найбільший інтерес представляють оптимальні суміші, тому що для них не потрібні ні сортування, ні збагачення.

В якості місцевого кам'яного матеріалу може бути використаний природний щебінь, зерна якого відрізняються вуглуватістю форми. Основні фізико-механічні характеристики залежать від материнської породи, умов утворення і ступеню руйнування.

Для влаштування дорожнього одягу на дорогах місцевого значення можна також використовувати дресву. За ступенем руйнації вона переважає інші грубоуламкові матеріали і як будівельний матеріал якісно відрізняється від них мінеральним розкладом. Для якості дресви як дорожньо-будівельного матеріалу перевага певних мінералів суттєвого значення не має. На якість дресви суттєво впливає вихідна гірська порода. Дресва на основі вулканічних порід відрізняється більш високою будівельною якістю в порівнянні з дресвою на основі осадових.

Можуть використовуватись також продукти вивітрювання або переробки специфічних гірських порід. Із таких матеріалів у ряді випадків поширені опоки, що відносяться до кремнієвих порід. Головний рудо утворюючий матеріал в опоках – опал.

Важливим і ефективним джерелом кам'яного і кам'яноподібного матеріалу, придатного для дорожнього будівництва, є різні типи відходів промислового виробництва. Багато з цих матеріалів вимагають мінімальних витрат на додаткову переробку.

Великий інтерес можуть викликати паливні шлаки, в тому числі шлаки теплових електростанцій. Для шлаків характерною особливістю є висока вологоємність і наявність домішок у вигляді попелу.

Металургійні шлаки ефективніші від паливних. На основі металургійних шлаків можна отримати щебінь високої якості (придатний навіть для високоміцних бетонів). Одним із суттєвих недоліків металургійних шлаків як сировини для отримання щебеню є схильність до так званого розпаду, в результаті чого шлак може перетворитися у порошкоподібний матеріал. Найбільш висока вірогідність розпаду у основних і нейтральних шлаків, що мають підвищений вміст окису кальцію.

При будівництві доріг місцевого значення можуть бути використані гірські породи пониженої міцності. Гірські породи осадкового походження (вапняки, піщаники) є місцевим матеріалом. Міцність таких порід навіть в межах одного родовища неоднакова. Разом з високоміцними прошарками завжди можуть бути низькоміцні.

Крім власне вапняків (з переважним вмістом кальциту), розповсюджені також доломіти – карбонатні породи з переважним вмістом вуглекислого магнію, і мергелі, які включають до 50% глинистого матеріалу.

Одним із основних джерел отримання щебеню для дорожнього будівництва вважаються піщаники. Їх характерною ознакою є наявність природної цементації, завдяки якій кварцові піски та їх суміші утворюють достатньо міцну породу. Щебінь з цих порід відрізняється високою шорсткістю, що дуже важливо при влаштуванні дорожнього одягу особливо доріг місцевого значення.

### **В'язучі матеріали**

До місцевих в'язучих відносяться відходи промисловості і в'язучі на базі місцевої сировини (вапно, вапняково-попельні цементи й ін.). Одним із таких місцевих в'язучих є гідравлічно-активний попіл і шлаки теплових електростанцій (ТЕС). При спалюванні твердого палива в теплових установках електростанцій утворюється тонкодисперсний попіл, що виноситься відпрацьованим газом (попіл виносу) і шлак у вигляді сплавлених шматків незгорілих частин палива.

Найбільш ефективний активний попіл виносу містить значну кількість окислу кальцію (10—20%) і має гарні в'язучі властивості. Поряд з цементами низьких і середніх марок він може використовуватись як самостійне в'язуче.

Загустівання і затвердівання його більш повільне ніж у портландцементу, через що він краще опирається тріщиноутворенню.

В сполученні з невеликими (20—30%) домішками вапна або цементу на основі активного попелу отримують змішане в'язуче.

З метою економії попіл також може бути використаний: для закріплення основ із місцевих кам'яних матеріалів (гідравлічно-активний попіл); для відсіпки земляного полотна; для закріплення узбіччя та ін.

Для обробки кам'яних матеріалів, що лежать в основах дорожнього одягу, можливе також використання залишкових продуктів нафтопереробки – бітумів і гудронів. Такі в'язучі змішуються в спеціальних установках, безпосередньо на дорозі, що разом з кам'яними матеріалами пониженої якості утворює дешевий чорний щебінь.

При виконанні ремонтних робіт надзвичайно популярні бітумні і дьогтеві емульсії, які на протязі 4—6 годин формують міцну плівку на поверхні кам'яного матеріалу. Вони дозволяють підвищити якість і довговічність кам'яних матеріалів пониженої міцності.

Якщо на основі емульсій готувати бітумні або дьогтеві шлами, то можливості їх застосування в дорожньому будівництві значно поширюються. Шлам – пастоподібний матеріал, що легко піддається укладці рівними шарами, товщиною 1—2 мм. До його складу крім емульсії, входять тонкодисперсні мінеральні матеріалу, а інколи й пісок, що значно підвищує шорсткість покриття.

### Модулі деформації

Потрібний модуль деформації дорожнього одягу  $E_n$  визначають на основі даних про категорію вулиці, складу та інтенсивності руху:

$$E_n = \frac{\pi \cdot p}{2 \cdot \lambda} \cdot \kappa \cdot \mu, \quad (10.1)$$

де  $p$  – питомий тиск на одяг від колеса розрахункового автомобіля, кг/см<sup>2</sup>;  
 $\lambda$  – припустима відносна деформація покриття (для удосконаленого капітального – 0,035);

$K$  – коефіцієнт повторності впливу та динамічності навантажень;

$\mu$  – коефіцієнт запасу, що враховує неоднорідність умов роботи дорожнього одягу (для удосконаленого капітального – 1,2).

У свою чергу, коефіцієнт  $\kappa$  розраховують за формулою

$$\kappa = 0,5 + 0,65 \cdot \lg \gamma \cdot N_p, \quad (10.2)$$

де  $\gamma$  – коефіцієнт, що враховує повторність прикладання навантажень залежно від ширини проїзної частини (для дво смугової – 1, для чотири смугової – 0,75).

Обираючи **варіант конструкції** нежорсткого дорожнього одягу, потрібно враховувати такі вимоги:

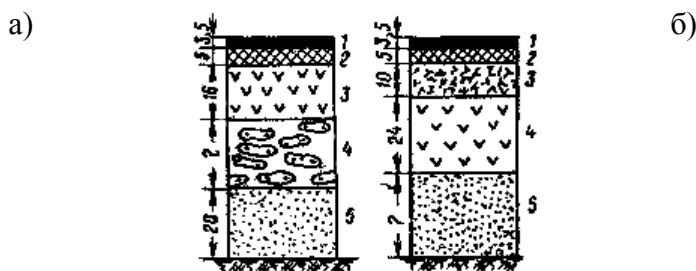
а) для капітального удосконаленого покриття на магістралях загальноміського значення потрібно використовувати дво шаровий асфальтобетон (дрібно- і великозернистих фракцій);

б) укладання асфальтобетону треба проводити поверх шару щебеню;

в) для зменшення товщини шару щебеню повинні застосовуватись бітумні в'язучі;

г) для здешевлення вартості дорожнього одягу обов'язкове використання місцевих матеріалів;

д) як шар, що дронує (в разі відсутності відходів виробництва), слід застосовувати місцевий пісок середньозернистих фракцій.



**Рисунок 35 – Типові варіанти розрахункових схем конструкції нежорсткого дорожнього одягу:**

- а) 1 – дрібнозернистий асфальтобетон; 2 – великозернистий асфальтобетон; 3 – шар щебеню; 4 – шар з металургійного шлаку; 5 – шар піску; б) 1 – дрібнозернистий асфальтобетон; 2 – великозернистий асфальтобетон; 3 – шар щебеню, обробленого бітумом; 4 – шар щебеню; 5 – шар піску.

Значення розрахункових модулів деформації, що використовуються для обладнання конструктивних шарів дорожнього одягу, встановлюють з урахуванням виду, властивостей та розташування матеріалів у конструкції. Незалежно від умов зволоження в конструкціях з нежорстким дорожнім одягом розрахункові значення модулів деформації наведені в таблиці 17.

**Таблиця 17 – Розрахункові модулі деформації матеріалів дорожнього одягу, кг/см<sup>2</sup>**

Матеріали	Діапазон значень
1	2
Велико- й середньозернистий асфальтобетон	2800—3000
Дрібнозернистий асфальтобетон	2600—2800
Піщаний асфальтобетон	2400
Бруківка і мозаїкова мостова	2500—2800
Мостова з буличника або колотого каменя	1500—1700
Гранітний щебінь міцністю понад 1800 кг/см <sup>2</sup>	1300—1500
Те ж, оброблене бітумом	2000—2200
Те ж від 1200 до 1800 кг/см <sup>2</sup>	1200—1300



### Продовження таблиці 17

1	2
Вапняковий щебінь міцністю понад 600 кг/см <sup>2</sup>	1000
Те ж, оброблене бітумом	1100
Те ж від 300 до 600 кг/см <sup>2</sup>	800
Грунтоасфальт	1800
Однорідний металургійний шлак	1000
Те ж без підбору оптимального складу	600
Гравій кам'яних порід	450—1000
Піщано-гравійна суміш	450—500
Супіски, оброблені в'язучими	400—500
Пісок: великозернистий	350—400
середньозернистий	250—300
дрібнозернистий	150—200

Для визначення невідомої товщини шару дорожнього одягу існує спрощений розрахунок міцності дорожнього одягу, який виконується за допомогою номограми (рис. 36), що дозволяє визначити еквівалентний модуль деформації двошарових систем. Розрахунок ведуть послідовно «згори до низу», щоразу вважаючи, що один шар верхній, а другий – підстилаючий.

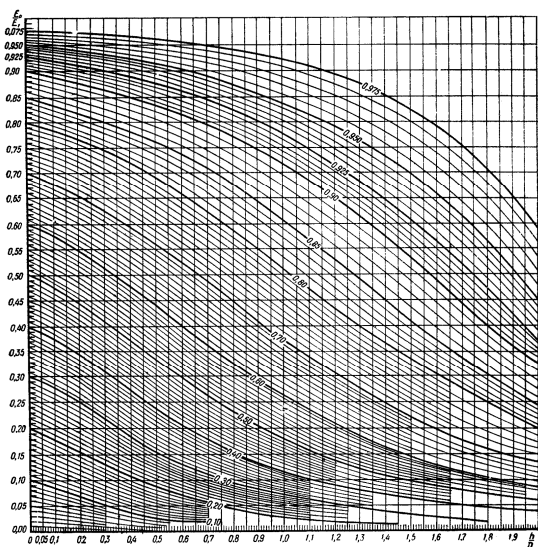


Рисунок 36 - Номограма для розрахунку дорожнього одягу

Якщо треба визначити еквівалентний модуль деформації всієї багатшарової конструкції, розрахунок ведуть «знизу до гори».

### Запитання для самоконтролю:

1. Що дозволяє визначити номограма?
2. У чому полягає підбір конструктивних шарів дорожнього одягу?

3. Коли застосовується нежорсткий дорожній одяг?
4. Чи застосовуються деформаційні шви у нежорсткому дорожньому одязі?

#### Джерела

1. Проектування міських територій : підручник : у 2 ч. Ч.1 / [за ред. В. Т. Семенова, І. Е. Линник] ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 449 с. (Серія «Міське будівництво та господарство»)
2. Безлюбченко О. С. Планування міст і транспорт : навч. посібник / О. С. Безлюбченко, С. М. Гордієнко, О. В. Завальний. – Харків : ХНАМГ, 2008. – 156 с.
3. ВБН В.2.3-218-186-2004 / Укравтодор. Споруди транспорту. Дорожній одяг нежорсткого типу.
4. Державні будівельні норми України. Споруди транспорту. Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво ДБН В 3-4: 2007

## Лекція 11 ЖОРСТКІ ДОРОЖНІ ПОКРИТТЯ

Жорсткий дорожній одяг конструюють та розраховують за окремими вимогами та положеннями відомчих будівельних норм ВБН В.2.3-218-008-97 «Проектування і будівництво жорстких та з жорсткими прошарками дорожніх одягів, зі змінами та доповненнями».

Мінімальну товщину цементобетонного покриття призначають згідно з таблицею 18 у залежності від матеріалу основи і загального числа навантажень розрахунковими транспортними засобами.

Для дорожніх одягів полегшеного типу місцевих доріг мінімальна товщина цементобетонного покриття становить 16 см.

**Таблиця 18 – Мінімальна товщина цементобетонного покриття (у сантиметрах)**

Матеріал основи	Мінімальна товщина покриття, при загальному числі прикладань розрахункового навантаження, прив. од. на смугу			
	понад $2 \times 10^7$	$10^7$ — $2 \times 10^7$	$5 \times 10^6$ — $10^7$	$10^6 \times 10^6$
Цементобетон (дрібнозернистий бетон, шлакобетон)	22	20	–	–
Кам'яний матеріал, укріплений неорганічним або органічним в'язучим	22	20	18	–
Щебінь, щебенево-піщана чи гравійно-піщана суміш, шлак	–	22	20	18
Пісок, піщано-гравійна суміш	–	–	20	18
<i>Примітка.</i> Якщо в поперечних швах штирьові з'єднання не передбачаються, мінімальна товщина покриття збільшується на 2 см.				

В цементобетонному покритті проектується деформаційні шви. Поздовжній шов передбачають при ширині покриття та основи, що перевищують його товщину більше, ніж у 23 рази. Розрізняють деформаційні шви стискання та розширення. Відстань між поперечними швами стискання призначають за розрахунком. Відстань між швами розширення визначають залежно від відстані між швами стискання, температури повітря під час бетонування і очікуваної температури покриття влітку.

Збірні покриття із залізобетонних плит передбачаються:

- в складних природних умовах або при високих насипах, де важко на початку експлуатації забезпечити стабільність земляного полотна;
- на ділянках насипу, що споруджується на слабких основах;
- на насипах, що влаштовуються з перезволоженого ґрунту;
- при будівництві тимчасових доріг.

При проектуванні дорожніх одягів із збірним покриттям орієнтуються на використання типових плит. Також враховуються особливості роботи покриття шляхом розрахунку і конструювання основи жорсткого дорожнього одягу.

Плити дорожні – це кращий варіант з тих, що вже існують для швидкої і якісної споруди автодороги, здатної витримати рух важкої техніки. Аеродромна дорожня плита незамінна при облаштуванні злітних майданчиків, і доріг, по яких рухається техніка з високою тоннажністю. Залізобетонні дорожні плити можуть бути виготовлені в різних геометричних конфігураціях, що дозволяє реалізовувати практично будь-які інженерні проекти з прокладання доріг.

Плити дорожні – це залізобетонні вироби, в яких використовується «важкий» бетон, що забезпечує плитам в ході експлуатації довговічність і стійкість до несприятливих дій.

### Типи дорожніх плит

Дорожні плити підрозділяють на типи залежно від призначення:

1. – Для капітальних доріг,
2. – Для тимчасових доріг;
3. – Б/в – раніше застосовані.

Також дорожні плити ділять за типом конфігурації:

- П – прямокутна,
- ПБ – прямокутна з одним поєднаним бортом,
- ПББ – прямокутна з двома сполученими бортами,
- ПТ – трапецеїдальна,
- ПШ – шестикутна,
- ПШД – шестикутна осьова діагональна,
- ПБП – шестикутна осьова поперечна,
- ПШ – діагональна половина шестикутної плити,
- ППШ – поперечна половина шестикутної плити.

Орієнтовні габаритні розміри дорожніх плит визначаються згідно розрахункової схеми, представленої на рисунку 37. Маркування і основні характеристики наведені в таблиці 19.

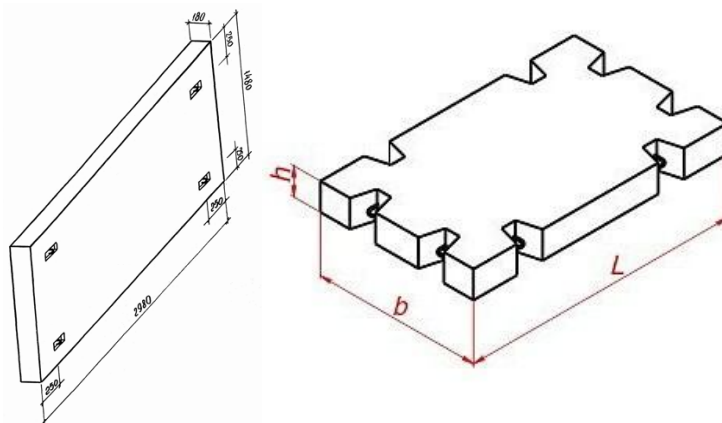


Рисунок 37 - Розрахункові параметри дорожніх плит

Таблиця 19 – Специфікація та основні характеристики дорожніх плит

№ п/п	Тип плити	Орієнтовна ціна* грн./шт.	Розміри $L \times b \times h$ , мм	Вага, т
1	1ПДГ 60x20 (6x2) Н30	3200	6000x2000x140	4,1
2	2ПДГ 60x20 (6x2) Н30	4250	6000x2000x180	5,3
3	3ПДГ 60x20 (6x2) Н30	6300	6000x2000x200	6,0
4	1П 30.18-30	1220	3000x1750x170	2,2
5	2П 30.18-30	1400	3000x1750x180	2,3
6	ПД - 16	1980	3000x1500x220	2,5
7	ПДС (1,5x3,0x0,16)	880	3000x1500x160	1,8
8	ПДС (2,0x3,0x0,16)	1120	3000x2000x160	2,4
9	ПДС (2x3,5x0,16)	1280	3500x2000x160	2,8

Примітка\* станом на 31.12.2013 р.

Дорожні плити за міцністю і тріщиностійкістю повинні витримувати контрольні навантаження. Вони також повинні задовольняти певним вимогам за:

- показниками фактичної міцності бетону;
- якістю матеріалів, що використовуються при виготовленні бетону;
- якістю арматурних і закладних виробів та їх розташування в плиті;
- марками арматурної сталі;
- марками сталі для закладних виробів і монтажних петель;
- відхиленням товщини захисного шару бетону (для арматури).

Дорожні плити для тимчасових доріг виготовляють без монтажних скоб. Залізобетонні дорожні плити виготовляються як із напруженою арматурою, так і зі звичайним сталевим каркасом. Як заповнювач, використовується важкий бетон. Сфера використання таких плит – покриття тимчасових або постійних доріг в місті і за містом. Допустиме навантаження складає Н–30 і Н–10. Плити дорожні показали свою високу надійність і відмінні технічні характеристики навіть при багатократному використанні. Такі плити розраховані на експлуатацію в умовах до  $-40^{\circ}\text{C}$ , без втрати основних характеристик.

### Конструкції дорожнього одягу жорсткого типу

Конструкція жорсткого дорожнього одягу і відповідні товщини конструктивних шарів можуть відрізнятися в залежності від дорожньо-кліматичних зон (рис. 38—43).

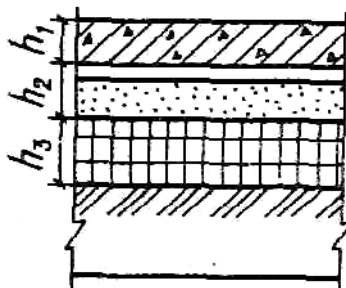
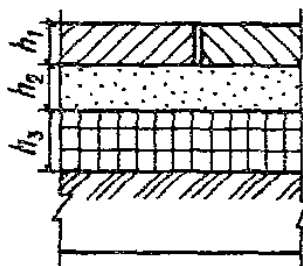


Рисунок 38 – Конструкція жорсткого дорожнього одягу з використанням монолітного цементобетону та утеплювача в I дорожньо-кліматичній зоні

$h_1$  – монолітний цементобетон марки 400 кгс/см<sup>2</sup> ГОСТ 8424-72;  $h_2$  – пісок середньозернистий ГОСТ 8736-77;  $h_3$  – пінопласт в поліетиленовій плівці

**Таблиця 20 – Товщини конструктивних шарів при застосуванні монолітного цементобетону в I дорожньо-климатичній зоні**

Конструктивні шари	Модуль пружності ґрунтової основи $E_0$ , МПа/(кгс/см <sup>2</sup> )				
	20/200	30/300	40/400	50/500	60/600
$h_1$	24	24	22	20	20
$h_2$	5	5	5	5	5
$h_3$	10	10	10	10	10

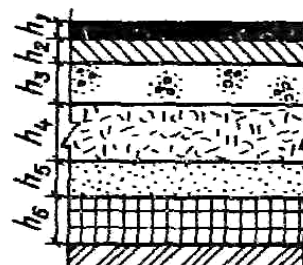


**Рисунок 39 – Конструкція жорсткого дорожнього одягу з використанням залізобетонних плит і утеплювача в I—III дорожньо-климатичних зонах**

$h_1$  – збірні залізобетонні плити ГОСТ 21924-84;  $h_2$  – пісок середньозернистий ГОСТ 8736-76;  $h_3$  – пінопласт в поліетиленовій плівці.

**Таблиця 21 – Товщини конструктивних шарів при застосуванні залізобетонних плит і утеплювача в I—III дорожньо-климатичних зонах**

Дорожньо-кліматична зона	Конструктивні шари	Модуль пружності ґрунтової основи $E_0$ , МПа/(кгс/см <sup>2</sup> )				
		20/200	30/300	40/400	50/500	60/600
I	$h_1$	14—18	14—18	14—18	14—18	14—18
	$h_2$	25	20	15	5	5
	$h_3$	10	8	8	7	6
II	$h_1$	14—18	14—18	14—18	14—18	14—18
	$h_2$	40	35	25	20	20
III	$h_1$	14—18	14—18	14—18	14—18	14—18
	$h_2$	35	25	20	15	15

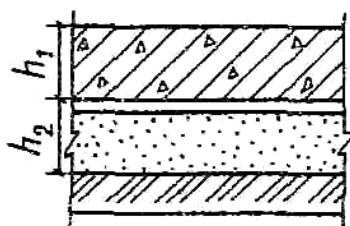


**Рисунок 40 – Конструкція жорсткого дорожнього одягу з асфальтобетонним покриттям в I дорожньо-климатичній зоні**

$h_1$  – дрібнозернистий асфальтобетон ГОСТ 9128-76;  $h_2$  – крупнозернистий асфальтобетон ГОСТ 8736-76;  $h_3$  – тощій бетон марки 100 кгс/см<sup>2</sup>;  $h_4$  – рядовий щебінь М=600—800 кгс/см<sup>2</sup>;  $h_5$  – пісок середньозернистий о ГОСТ 8736-76;  $h_6$  – пінопласт в поліетиленовій плівці.

**Таблиця 22 – Товщини конструктивних шарів при застосуванні асфальтобетону в покриттях I дорожньо-кліматичної зони**

Конструктивні шари	Модуль пружності ґрунтової основи $E_0$ , МПа/(кгс/см <sup>2</sup> )				
	20/200	30/300	40/400	50/500	60/600
$h_1$	5	5	5	5	5
$h_2$	7	7	7	7	7
$h_3$	30	29	27	27	25
$h_4$	10	10	10	10	10
$h_5$	5	5	5	5	5
$h_6$	8	8	8	8	8

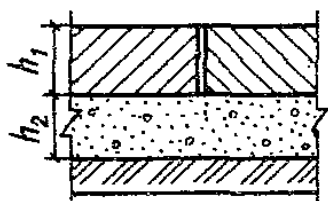


**Рисунок 41 – Конструкція жорсткого дорожнього одягу з монолітного цементобетону по піщаній подушці в I—V дорожньо-кліматичних зонах**

$h_1$  – монолітний цементобетон  $M=400$  кгс/см<sup>2</sup>;  $h_2$  – пісок.

**Таблиця 23 – Товщини конструктивних шарів при застосуванні монолітного цементобетону по піщаній подушці в I дорожньо-кліматичній зоні**

Дорожньо-кліматична зона	Конструктивні шари	Модуль пружності ґрунтової основи $E_0$ , МПа/(кгс/см <sup>2</sup> )				
		20/200	30/300	40/400	50/500	60/600
I	$h_1$	24	24	22	20	20
	$h_2$	100	80	70	60	50
II	$h_1$	24	2k	22	20	20
	$h_2$	50	47	45	40	35
III	$h_1$	22	22	20	20	20
	$h_2$	35	30	25	20	20
IV и V	$h_1$	22/20	22/20	20/19	20/18	18/18
	$h_2$	20/10	20/14	15/10	10/10	10/10



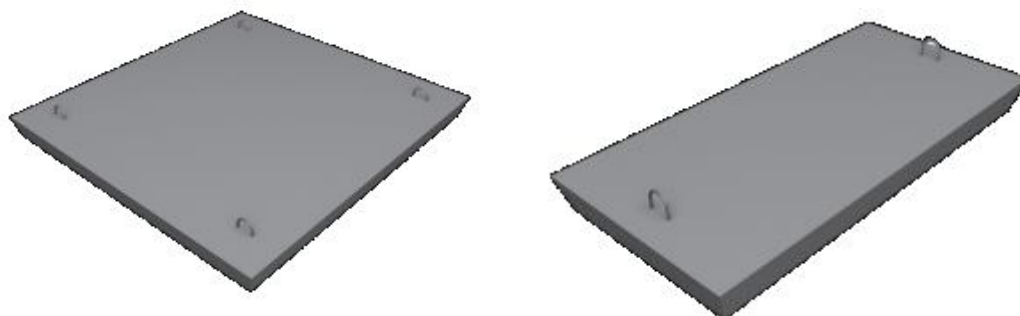
**Рисунок 42 – Конструкція жорсткого дорожнього одягу зі збірних залізобетонних плит у I—V дорожньо-кліматичних зонах**

$h_1$  – збірне залізобетонне плити ГОСТ 21924-84;  $h_2$  – гравійно-піщана суміш (пісок).

**Таблиця 24 – Товщини конструктивних шарів при застосуванні збірних залізобетонних плит у I—V дорожньо-кліматичних зонах**

Дорожньо-кліматична зона	Конструктивні шари	Модуль пружності ґрунтової основи $E_0$ , МПа/(кгс/см <sup>2</sup> )				
		20/200	30/300	40/400	50/500	60/600
I	$h_1$	14-18	14-18	14-18	14-18	14-18
	$h_2$	100	30	80	70	60
II	$h_1$	14-18	14-18	14-18	14-18	14-18
	$h_2$	60	45	40	40	35
III	$h_1$	14-18	14-18	14-18	14-18	14-18
	$h_2$	50	40	40	30	30
IV	$h_1$	14-18	14-18	14-18	14-18	14-18
	$h_2$	15	16	18	10	10
V	$h_1$	14-18	14-18	14-18	14-18	14-18
	$h_2$	5	5	5	5	5

У жорстких покриттях міських доріг на трамвайних коліях також застосовуються залізобетонні плити. Їх зовнішній вигляд представлений на рис. 27, а основні характеристики для різних ділянок трамвайних колій наведені в табл. 25,26 (ДСТУ 19231.0-83, ДСТУ 19231.1 – 83).



**Рисунок 43 – Конструкція жорсткого дорожнього покриття**

**Таблиця 25 – Залізобетонні плити для укладання на узбіччі та кривих ділянках колії**

Тип плити	Розміри, мм			Бетон В30, м <sup>3</sup>	Орієнтовна маса, кг
	$L$	$b$	$h$		
1П 7.14.12	1390	680	120	0,11	280
1П 7.14.10	1390	680	100	0,09	229

**Таблиця 26 – Залізобетонні плити для укладання на прямих ділянках колії**

Тип плити	Розміри, мм			Бетон В30, м <sup>3</sup>	Орієнтовна маса, кг
	$L$	$b$	$h$		
1П 14.15.12	1510	1400	120	0,25	630
1П 14.15.10	1510	1400	100	0,21	530



### Запитання для самоконтролю

1. Чи передбачаються в жорстких дорожніх покриттях деформаційні шви?
2. Які за призначенням бувають типи дорожніх плит?
3. Які головні вимоги до міцності і тріщиностійкості дорожніх плит?
4. На яке допустиме навантаження розраховують дорожні плити?
5. Якої товщини бувають типові залізобетонні дорожні плити покриттів?

### Джерела

1. Проектування міських територій : підручник : у 2 ч. Ч.1 / [за ред. В. Т. Семенова, І. Е. Линник] ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 449 с. (Серія «Міське будівництво та господарство»)
2. Безлюбченко О. С. Планування міст і транспорт : навч. посібник / О. С. Безлюбченко, С. М. Гордієнко, О. В. Завальний. – Харків : ХНАМГ, 2008. – 156 с.
3. Державні будівельні норми України «Автомобільні дороги» ДБН В.2.34-2007; Держбуд України. – Київ, 2007. – 117 с.
4. ВБН В.2.3-218-008-97 Проектування і будівництво жорстких та з жорсткими прошарками дорожніх одягів, зі змінами та доповненнями.
5. Андреев Ю. В. Справочник инженера-дорожника. – М.: Транспорт, 1977. – 599 с.
6. Проектування автомобільних доріг. Частина 1. / О. А. Білятинський, В. Й. Заварицький та ін. – Київ : Вища школа, 1977. – 518 с.
7. Типовые конструкции дорожных одежд городских дорог: веб-сайт.  
URL: <http://www.norm-load.ru/SNiP/Data1/47/47931/index.htm#i294077>

## Лекція 12 СУЧАСНІ ДОРОЖНІ ТЕХНОЛОГІЇ, ПОКРИТТЯ ТРОТУАРІВ ТА МАЙДАНІВ

### Частина 1 Сучасні покриття. Переваги та недоліки покриттів. Огляд існуючих дорожніх технологій. Перспективні покриття

#### Новітні технології в дорожньому будівництві

Сьогодні світовий досвід розробки перспективних матеріалів і технологій для дорожніх покриттів базується на використанні:

– нових органічних в'язучих матеріалів (бітумів та їх модифікацій, ПАР, емульсій та емульгаторів)

– нових розробок та впроваджень нових матеріалів (зокрема, асфальтобетон, полімерасфальтобетон, сіркоасфальтобетон, гумоасфальтобетон, холодний асфальтобетон, армований асфальтобетон, гусасфальт і ЩМА)

Так, наприклад, *щебенево-мастиковий асфальтобетон* (ЩМА) був розроблений ще у другій половині 1960-х років у Німеччині й одержав назву «Splittmastixasphalt» (SMA). Він з'явився в процесі пошуку заходів боротьби з інтенсивним руйнуванням дорожнього покриття, а також з утворенням колій від інтенсивного руху важкого транспорту. За роки свого використання суміші ЩМА продемонстрували прекрасні експлуатаційні якості.

В Україні цей матеріал почали використовувати з 2002 року. Перша ділянка була побудована на дорозі Київ–Чоп, але зараз ЩМА впроваджується майже у всіх областях України.

Результати визначення транспортно-експлуатаційних характеристик ділянок з щебенево-мастиковим асфальтобетоном свідчать про те, що такі покриття характеризуються більш високим коефіцієнтом зчеплення, ніж звичайний асфальтобетон. При цьому слід відзначити, що чим менший розмір фракції щебеню, тим вищий коефіцієнт зчеплення покриття. Загальний вигляд поверхні цього покриття зображено на рисунку 44.



Рисунок 44 – Структура поверхні покриття ЩМА-20

Нерівність покриттів з щебенево-мастикового асфальтобетону має кращі показники в порівнянні з покриттями зі звичайного асфальтобетону. До того ж вони володіють високою зсувостійкістю і опором колієутворенню.

**Епоксиасфальт** (ЕА) – ефективний матеріал, що може забезпечити довготривалу роботу дорожніх покриттів на дорогах з високою інтенсивністю та вантажнапруженістю руху транспорту. Епоксиасфальтом можуть бути різні види асфальтобетонних сумішей на основі епоксидних смол. Вміст смол може коливатися від 15% до 35 % від маси бітуму.

Першим широкомасштабним досвідом впровадження епоксиасфальту є дорожнє покриття на металевому мості Сан-Матео через затоку Сан-Франциско. Після 30 років експлуатації ЕА покриття знаходиться у відмінному стані.

За дослідженнями, проведеними спеціалістами ДерждорНДІ Кіщинським С.В. і Гончаренко Ю.Ф., епоксиасфальт має в 2,0—2,5 рази більший опір колієутворенню в порівнянні зі звичайним асфальтобетоном (рис. 45).

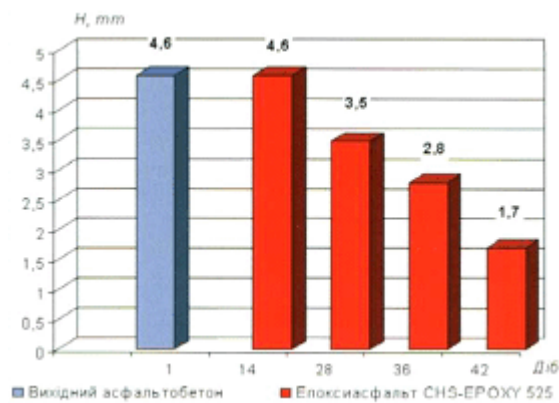


Рисунок 45 – Залежність глибини колії при 30 тис. проходів колеса

Введення епоксидної складової підвищує міцність та зсувостійкість асфальтобетону. ЕА характеризується підвищеним опором, меншою чутливістю до змін температури, вищою стійкістю до дії масел та інших нафтопродуктів.

Незважаючи на вищу вартість, ЕА вважається одним з найперспективніших дорожніх матеріалів для влаштування покриттів на магістральних дорогах з найбільш напруженими умовами руху.

Ще одним напрямком підвищення довговічності покриттів автомобільних доріг є улаштування **поверхневої обробки тонким цементобетонним шаром** із застосуванням різних видів волокон у якості арматури.

Таким матеріалом є НРСМ (High Perfomance Cementitious Materials) – міцне бетонне покриття, товщиною 1 см, яке містить дисперсні включення металевих фібр. Подібне армування підвищує міцність, зсувостійкість і довговічність дорожнього покриття.

Для покращання зчеплення з поверхнею застосовується кам'яний матеріал фракцій 3—7 мм (рис. 46).



**Рисунок 46 – Зовнішній вигляд НРСМ(High PerfomanceCementitious Materials)**

Термін служби гарячого асфальтобетону в умовах сучасного автомобільного руху повинен складати 12—15 років. Однак досвід проведення ремонтних робіт в Україні показує, що тріщини та інші дефекти поверхні асфальтобетонного покриття виникають вже протягом перших 2—3 років експлуатації. Через це актуальною задачею є розробка нових матеріалів та технологій, що уповільнюють процеси руйнування асфальтобетонних покриттів.

До таких матеріалів зокрема відноситься *«Дізол»* — однокомпонентна мікробітумополімерна композиція на основі полімеру поліетилену. При нанесенні на поверхню існуючого асфальто- або цементобетонного покриття його активна газова складова проникає приблизно на 4 см вглиб і вступає у хімічну взаємодію з бітумом. Завдяки цьому вдається створити бітумно-полімерну плівку насиченого чорного кольору, яка характеризується гарними пластично-пружними властивостями. Як наповнювач у складі таких покриттів застосовується базальтова крихта.

Випробування в камері штучного клімату показало, що матеріал витримує 600 годин або 5 років роботи в натурних умовах експлуатації без тріщин і викришувань (табл. 27). Цей матеріал можна використовувати для герметизації невеликих тріщин, для профілактики та для уповільнення процесів лущення.

**Таблиця 27 – Орієнтовні фізико-механічні властивості матеріалу «Дізол»**

№ з/п	Найменування показників	Значення
1.	Адгезія	4,0
2.	Температура розм'якшення, °С	54,0
3.	Температура крихкості, °С	– 6,0
	Стійкість до дії агресивних середовищ, після кип'ятіння протягом 3-х годин, %	
4.	NaOH (луг)	99,8
5.	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (кислота)	85,8

На основі проведених досліджень можна зробити висновки, що після обробки асфальтобетону «Дізолом» також збільшується його морозостійкість, тріщиностійкість, водостійкість. У порівнянні з поверхневою обробкою, «Дізол» збільшує довговічність покриттів на 20–30% і покращує транспортно-експлуатаційні показники.

Однією з головних проблем на вітчизняних дорогах є утворення вибоїн на новому асфальтобетонному покритті над зонами деформаційних швів і тріщин старих покриттів.

Запобігти цьому дозволяє, так звана, **мембранна технологія**, яка полягає у **влаштуванні мембрани по старому покриттю** з наступним укладанням на неї захисного шару зі спеціального полімерасфальтобетону товщиною 2–4 мм.

У ролі мембрани може виступає бітум, модифікований термоеластопластом, що відзначається високою еластичністю, невеликою в'язкістю й значним інтервалом пластичності. Такий же бітум може використовуватись як в'язуче в полімерасфальтобетоні.

При укладанні та ущільненні полімерасфальтобетонної суміші з великим вмістом щебеневої фракції модифікований бітум з мембрани проникає у нижні шари суміші, заповнюючи її пори. Це дозволяє в'язучому попадати в зону дії дотичних розтягуючих напружень, яка знаходиться в місці контакту нового асфальтобетону зі старим покриттям. Таким чином забезпечується максимальна деформативність верхнього захисного шару з одночасним збереженням його міцностних характеристик.

Дана технологія впроваджувалась на дорозі Харків–Сімферополь у Дніпропетровській області. Очікуваний економічний ефект від впровадження цієї технології за даними ДерждорНДІ склав 6–10 грн. на 1 м<sup>2</sup>.

Ще один **метод посилення старого дорожнього покриття - холодний ресайклінг**. Без перебільшення можна сказати, що цей метод не має собі рівних, оскільки не передбачає використання великої кількості нових матеріалів, а, відповідно, мінімізує транспортні витрати. Він дозволяє ефективно використовувати матеріали старого дорожнього одягу. Холодний ресайклінг виключає появу тріщин у новому покритті над тріщинами старого покриття і завдає мінімальної шкоди навколишньому середовищу.

Технологія холодного ресайклінгу полягає в холодному фрезеруванні асфальтобетонних та інших шарів дорожнього одягу з одночасним введенням у нову суміш в'язучого і кам'яного матеріалу разом з іншими добавками. Фрезерування, підготовка і перемішування всіх компонентів здійснюються безпосередньо на дорозі, а новий шар суміші підлягає подальшому ущільненню.

Всі відомі способи холодного ресайклінгу відрізняються за видом в'язучого. Зокрема ним може бути: спінений бітум, катіонна бітумна емульсія, цемент або комплексне в'язуче (цемент та бітумна емульсія або цемент та спінений бітум).

Метод холодного ресайклінгу може бути успішно застосований для підвищення капітальності покриттів (перехідних до полегшених, а полегшених — до капітальних). Також даний метод дозволяє здійснювати підсилення окремої смуги руху, коли інші, наприклад, ще не виробили свого ресурсу.

При будівництві сучасних автомобільних доріг також можуть застосовуватись **геосинтетика** – дорніт, геомембрани, геосітки.

Геосинтетику у вигляді геотекстилей застосовують із кінця 60-х років. Проте сьогодні на світовому ринку пропонується безліч різних видів геотекстилів, геосіток, георешіток, геониток і геоплит. Всі вони розрізняються за своїм призначенням, складом вихідної сировини, технологією одержання, витратами полімеру, фізико-механічними властивостями, шириною полотен і т.п. Зокрема, неткані полотна виготовляють із синтетичних волокон (поліефіри, поліпропілен, поліаміди); геосітки – з поліефірних або поліпропіленових ниток підвищеної міцності; а геоплити – на основі полістиролу.

У цей час у світі випускається приблизно 380 різних видів геосинтетичних матеріалів. Застосування таких матеріалів дозволяє істотно знизити капіталовкладення при будівництві, ремонті й утриманні автомобільних доріг. Їх використання сприятливе для навколишнього середовища.

До того ж використання геосинтетики дозволяє підвищити:

- довговічність конструкцій земляного полотна і дорожніх одягів;
- якість робіт;
- культуру виробництва.

Проблема підвищення довговічності асфальтобетонних покриттів є особливо актуальною при зростаючій інтенсивності руху і збільшенні осьових навантажень на автомобільних дорогах і міських вулицях. Слід зазначити, що більша частина міських доріг здатна пропускати лише відносно легкі автомобілі. У той же час на дорогах нерідко зустрічаються більш важкі автомобілі. Зросла й інтенсивність транспортного потоку, до 45—50 тис. автомобілів у добу (при розрахунковій нормі 6 тис. одиниць). Через це, а також через надлишкову в'язкопластичність вітчизняних асфальтобетонів виникає необхідність у частих ремонтах.

#### ***Матеріали дорожніх покриттів з протиожеледними властивостями.***

Продукт компанії «*Grikol*» – представляє собою гідрофобний тонкодисперсний порошок, який отримується шляхом спільного подрібнення хлоридів та гідрофобізатора на основі кремнійорганічних продуктів. Цей наповнювач застосовується для асфальтобетонних сумішей з метою влаштування верхнього шару дорожніх покриттів з антиожеледними властивостями.

ГРІКОЛ відсуває точку замерзання води не менш ніж до  $-5^{\circ}\text{C}$  і дозволяє запобігти утворенню ожеледі на дорожньому покритті. При цьому він також запобігає повторному утворенню льоду при перепадах температури.

За більш низьких температур ГРІКОЛ значно знижує або повністю запобігає примерзанню льодової маси або сніжного накату до поверхні дорожнього покриття, що суттєво полегшує очищення дорожнього покриття від сніжно-льодових нашарувань.

Ще одним перспективним матеріалом, що попереджує утворення льоду на дорожньому покритті, є багатокомпонентний антифриз «*Verglimit*», який складається з частково кристалізованого хлориду кальцію (80%) і гідроксиду

натрію (5%). Цей антифриз застосовується у асфальтобетонних сумішах верхнього шару дорожнього одягу.

### ***Нові матеріали для розмітки проїзної частини***

У сучасній Європі найбільш широке застосування для розмітки проїзної частини автомобільних доріг знаходять **пластики холодного нанесення**. Це принципово нові матеріали, які розроблені з метою підвищення безпеки руху транспортних засобів і пішоходів.

Вони створені на основі акрилових смол. Холодні пластики — двокомпонентні матеріали. Як затверджувач у них застосовується дібензоїлпероксид, який вводиться безпосередньо перед початком робіт і вміст якого залежить від температури нанесення. Холодний пластик швидко затвердіває при нормальній температурі. При понижених температурах використовують прискорювач затвердіння.

Кольорова гамма холодних пластиків не обмежена, пігментами виступають оксиди металів (діоксид титану, крон жовтий та ін.). Холодний пластик завдяки своїй еластичності витримує змінні температури і не розтріскується. Він має високу атмосферну і хімічну стійкість та гарну зносостійкість.

Матеріал розмітки має відмінну адгезію як до асфальтобетонного, так і до цементобетонного покриття.

Холодний пластик можна наносити ручним (за допомогою кельм або пластмаркерів), а також автоматизованим способом (розпиленням або екструзією). Різні методи нанесення надають можливість варіювати товщиною шару пластику від 0,3 до 3 мм у відповідності до транспортного навантаження.

На сьогоднішній день на дорогах України холодний пластик використовується переважно для позначення пішохідних переходів, стрілок та стоп-ліній.

### **Запитання для самоконтролю**

1. Яких властивостей набувають дорожні покриття при застосуванні ЩМА?
2. Що таке Епоксiasфальт?
3. Для чого застосовують обробку дорожніх покриттів тонким цементобетонним шаром?
4. Які антиожеледні наповнювачі дорожніх сумішей Вам відомі?
5. Які матеріали можуть бути застосовані із метою підвищення безпеки руху транспортних засобів та пішоходів?

### **Джерела**

1. Проектування міських територій : підручник : у 2 ч. Ч.1 / [за ред. В. Т. Семенова, І. Е. Линник] ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 449 с. (Серія «Міське будівництво та господарство»)

2. Безлюбченко О. С. Планування міст і транспорт : навч. посібник / О. С. Безлюбченко, С. М. Гордієнко, О. В. Завальний. – Харків : ХНАМГ, 2008. – 156 с.

3. Руководство по проектированию городских улиц и дорог. – М.: Стройиздат, 1980. – 220 с.

4. Гезенцевей Л. Б. Городские улицы и дороги : Учебник для техникумов. / Л. Б. Гезенцевей, Л. В. Гуревич. – М.: Стройиздат, 1982. – 399 с.

5. Проектування автомобільних доріг. Частина 1. / О. А. Білятинський, В. Й. Заварицький та ін. – Київ : Вища школа, 1977. – 518 с.

6. ДСТУ Б В.2.7-127:2006 Будівельні матеріали. Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон щебенево-мастикові. Технічні умови.

7 Современные дорожные покрытия: веб-сайт. URL: <http://www.proektant.ru/content/2731.html>



## Частина 2 Покриття тротуарів, велодоріжок та майданів. Застосування гумових та полімерних матеріалів

Найбільше поширення мають тротуари з покриттям з литого або піщаного асфальтобетону товщиною шару 3—3,5 см. Разом з цим стали частіше влаштовувати покриття тротуарів з бетонних, керамічних та інших плит.

Основу для покриття тротуарів улаштовують із щебеню (вапняного, гранітного і цегельного), ґрунт-асфальту, худого бетону, шлаку. Товщина основи при застосуванні гранітного, вапняного щебеню і шлаку приймається 10 см, цегельного щебеню – 13 см, ґрунт-асфальту 6—8 см і бетону – 8 см.

Земляне полотно тротуару повинно бути ретельно сплановане і ущільнене катками масою 2,5 т. Поверх земляного полотна влаштовують підстилку з геосинтетичного полотна.

Литі асфальтобетонні суміші, що укладаються вручну застосовують у місцях, де ущільнення катком неможливе. У всіх інших випадках застосовують піщаний асфальтобетон.

До початку ХХІ століття практично усі вітчизняні вулиці, дороги, великі парки сквери, доріжки та алеї виконувались з асфальту. Проте у центральних частинах багатьох міст України застосовували й бруківку.

З появою тротуарної плитки відпала необхідність підбирати камені різних розмірів для створення дорожнього покриття. Вироби з штучних матеріалів мають певну форму і стандартні розміри, тому їх укладання займає не багато часу. Крім того, тротуарна плитка міцна, зносостійка і красива. Різна кольорова гамма і можливість поєднання декількох відтінків дозволяють створювати покриття з абсолютно унікальним малюнком (рис. 47). І хоча бруківка з натурального каменю, як і раніше актуальна, штучна плитка, що імітує різні природні матеріали, стає все більш популярною. Вона використовується практично скрізь: для мощення тротуарів, майданчиків перед магазинами та кафе, на автозаправних станціях, у парках - для створення доріжок і, звичайно, без неї ніяк не обійтись при облаштуванні території заміських котеджів, пансіонатів, будинків відпочинку. Бруківка милує око, створює особливий настрій і додає території акуратний закінчений вигляд.



Рисунок 47 – Зовнішній вигляд сучасної тротуарної плитки

Сьогодні тротуарна плитка виробляється двома способами: *вібропресуванням* і *вібролиттям*. Перший передбачає використання жорстких сумішей з низьким вмістом води, при другому застосовують пластичні склади, що заливаються у віброформи.

## **Бруківка - сучасне покриття доріг та тротуарів**

В давнину дорогу, вимощену бруківкою прийнято було називати «королівською». І справа тут була не стільки у вартості, скільки у властивостях бруківки. Її довговічність, що зберігається протягом століть, висока міцність і загальна естетика візерунка надають їй ореол так званої європейськості.

Граніт, з якого виготовляється бруківка за міцністю і довговічністю набагато перевершує всі матеріали, що застосовуються в будівництві. До того ж у порівнянні з іншими матеріалами бруківка є найбільш стійкою до атмосферного впливу, температурних перепадів, тиску і ударних навантажень. Напевне саме через це мостові та бруківки, складені стародавніми майстрами, справно служать і до нині.

При використанні бруківки на перший план виходять питання архітектурної відповідності та загальної естетики. За рахунок форми і кольору бруківки стало можливим створювати справжні шедеври візерункові, здатні задовольнити навіть самий вибагливий смак.

Бруківку можна вважати ідеальним засобом для облаштування доріжок навколо будинку, в саду або на дачі.

Проте головною перевагою бруківки можна вважати можливість її швидкого демонтажу при необхідності проведення земляних робіт і відповідне відновлення покриття.

## **Технологія влаштування покриття зі штучних матеріалів**

Тротуари зі штучних матеріалів влаштовують таким чином. При влаштуванні покриття з клинкеру останній укладають трамбовкою по піщаному прошарку товщиною 8—10 см.

Бетонні і кам'яні плити також укладають по піщаній основі. Плитку застосовують різних розмірів (переважно завтовшки 3—8 см). Шви між плитами заповнюють цементним розчином, рідше – крупним піском.

Бордюри (бортові камені) влаштовують по межах проїзної частини і тротуару, тротуару та газону, чи газону і проїзної частини. Установка бортового каменю повинна передувати влаштуванню проїзної частини. Бортові камені можуть бути виготовлені з природного каменю, що має тимчасовий опір стисканню не менше 80 МПа. Бетонні бортові камені менш міцні, ніж гранітні, тому їх найбільш доцільно застосовувати на вулицях з незначним рухом.

Бортові камені з природних порід мають такі розміри: ширину 150, 200 мм, висоту 200 і 300 мм, довжину від 70 см до 2 м. Бетонні бортові камені мають розміри 300x200x1000, 300x150x1000, 200x100x1000 мм. Вони бувають як прямі, так і криволінійні з радіусом кривизни до 8 м. Бортові камені встановлюють, як правило, на бетонній основі.

Порядок робіт наступний. Спочатку відбивають вертикальну та горизонтальну лінії розбивки бортового каменю. Для цього забивають кілки або металеві штирі, поміж якими натягують шнур. Ліня шнура повинна відповідати верху бортового каменю. Потім, якщо це потрібно, відривається вузька

траншея, куди на на бетонній або цементно-піщаній подушці вкладається бортовий камінь.

### Типи покриттів велосипедних доріжок

Розвиток системи велосипедного руху в структурі вулично-дорожньої мережі населеного пункту несе багато позитивних змін:

- покращується загальне здоров'я мешканців;
- вирішується проблема їх малої рухомості та переважно сидячого способу життя;
- покращується екологічна ситуація в населеному пункті;
- зменшується кількість заторів на дорогах;
- створюються нові робочі місця;
- задовольняється потреба людей в організованих місцях для відпочинку.

Саме тому розвинені міста світу активно працюють над створенням інфраструктури, комфортної для руху на велосипеді. Одним із обов'язкових засобів забезпечення комфортних умов є влаштування зручних покриттів велосипедних доріжок.

Проаналізувавши досвід різних країн світу, можна виділити наступні типи покриттів, які застосовуються найчастіше:

1. **Асфальтобетон.** Є поширеним типом покриття велодоріжок (рис. 48). Його застосовують як перевірений матеріал, технологія влаштування покриття з якого зручна і звична для дорожників. Процес виготовлення асфальтобетону також є налагодженим майже в усіх країнах світу, адже саме з нього влаштовують покриття більшості автомобільних доріг.



Рисунок 48 – Велосипедна доріжка з асфальтобетону

Цікавим є досвід російських дорожників, які спробували застосувати у велодоріжках гумову крихту, що не знайшла застосування при будівництві автодоріг. Введення цієї крихти в асфальтобетон, по-перше, забезпечує гарне зчеплення з покриттям і підвищує його стійкість до різких коливань температури в весняно-осінні періоди, а по-друге, відчутно здешевлює вартість велодоріжки та допомагає раціонально утилізувати відходи автошин.

2. **Кольоровий асфальтобетон.** Для велосипедних доріжок у країнах Європи все частіше застосовують саме такі покриття (рис. 49). Вони підвищують безпеку руху велосипедистів і поліпшують зовнішній вигляд

велодоріжок. Для отримання яскравих кольорових асфальтобетонів необхідно як найбільш зменшити вміст бітуму, оскільки бітум надає суміші темних відтінків.

Так, наприклад, у Китаї в якості в'язучого для кольорового асфальтобетону використовується смола, до якої додається тунгове масло – речовина, що одержується при нагріванні тунгової деревини з добавкою хімічних речовин. Смола разом з тунговим маслом являє собою прозору в'язку речовину, що добре піддається фарбуванню.



Рисунок 49 – Велосипедна смуга з покриттям із кольорового асфальтобетону

Дорожній науково-дослідний інститут у Софії (Болгарія) розробив різні склади кольорового асфальтобетону яскравих забарвлень: червоного, рожевого, жовтого й блакитного. В якості заповнювача для такого бетону застосовуються білі мармурові або вапнякові висівки розміром до 5 мм і мармуровий або вапняковий мінеральний порошок – у випадку недостатньої кількості цих фракцій у мармурових висівках.

У ФРН відомі випадки виготовлення кольорового асфальтобетону із застосуванням звичайних бітумів у мінімально можливій кількості при збільшеній кількості порошкоподібного пігменту. Для забезпечення необхідної міцності нестачу бітуму компенсують введенням поверхнево-активних речовин.

Група «Shall» (США) розробила синтетичний бітум «Mexphalt», що дозволяє одержувати асфальтобетонні дорожні покриття жовтого, синіх, зелених, червоних, білих, жовтогарячого й багатьох інших кольорів при додаванні 1% барвного пігменту або без пігменту за рахунок використання природного кольору заповнювачів.

3. Покриття асфальту **спеціальними емульсіями**. Ще одним способом зробити асфальт кольоровим є покриття вже вкладеного шару асфальту спеціальними емульсіями (рис. 50).



**Рисунок 50 –** Велосипедні доріжки країн Європи, покриті акриловими емульсіями

Наприклад, у Європі широко застосовують акрилові емульсії, підсилені спеціальними добавками, пігментами і інертними речовинами. Після ретельного ущільнення з такою емульсією асфальтована поверхня стає довговічною і неслизькою навіть у мокрому стані.

4. **Збірні покриття** велосипедних доріжок дуже поширені у країнах Європи (рис. 51). Різноманітні елементи мощення виготовляються індустріальним способом у заводських умовах і тому вони є дешевим матеріалом для покриттів доріжок і майданчиків.



**Рисунок 51 –** Збірні покриття велодоріжок

Для влаштування збірних покриттів велосипедних доріжок і тротуарів застосовується цілий ряд елементів, різноманітних за формою, розмірами і кольором. Такі елементи можуть виготовлятися із цементного й силікатного бетонів, склошлакобетону, з кераміки й литих шлаків.

5. **Монолітні бетонні** покриття застосовують рідше, але криволінійні доріжки в садах і парках на невеликих ділянках зручно влаштовувати з покриття такого типу. З бетону легко створити криволінійні обриси доріжки, змінити її ширину, додати необхідну масштабність простору шляхом нанесення по поверхні малюнка. Завдяки цьому монолітний бетон знайшов широке застосування в комбінованих покриттях доріжок і майданчиків. Покриття з моноліту найчастіше є сполучним елементом між поверхнями з інших матеріалів. Основними недоліками є трудомісткість виконання робіт на місці

будівництва, а також те, що покриття з моноліту, піддаючись руйнуванню, складно ремонтується, у той час як плиткові, штучні покриття легко можуть бути змінені й відновлені.

**6. Декоративний бетон.** Відомі також декоративні покриття, що наносяться на бетон. Отримане покриття окрім естетичних (рис. 52) володіє ще й чудовими утилітарними якостями. На відміну від асфальту і бетонної плитки такий бетон є стійким до агресивного середовища, витримує перепади температур від  $-50^{\circ}\text{C}$  до  $+50^{\circ}\text{C}$  і понад 300 циклів заморожування-відтавання, не ковзає під колесами, не вицвітає із часом. Декоративний бетон являє собою суміш стійких пігментів, в'язучого і молотого наповнювача з кварцового піску чи граніту. Через дисперсність суміші підвищується щільність бетону, в ній виключаються мікропори. Такі бетони використовують для влаштування садово-паркових та велосипедних доріжок, спортивних майданчиків та ін.



Рисунок 52 – Покриття з декоративного бетону

**7. Полімербетонне декоративно-захисне дорожнє покриття IMPRINT.** Imprint – унікальний матеріал гарячого застосування, який виконує функції декоративного зносостійкого дорожнього покриття. Він виробляється за технологією патентовласника фірми Prismo (Англія) і являє собою модифіковану синтетичну бітумну основу, армовану металевую й скляною фіброю із додаванням відсортованих гумових і гранітних заповнювачів.

Після нанесення покриття йому за допомогою спеціальних прес-форм можна надати вигляд цегляної кладки, кругляка, плитки, граніту тощо (рис. 53).

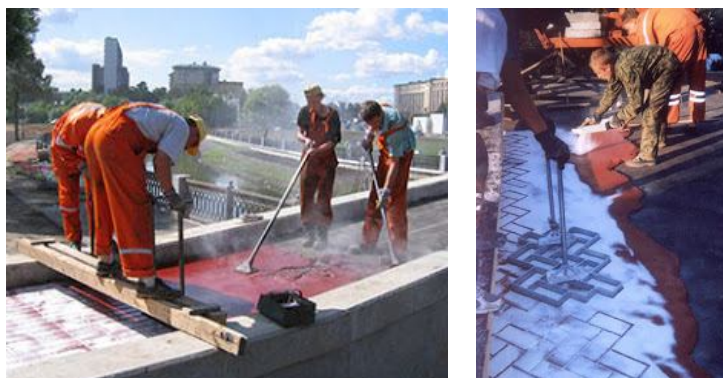


Рисунок 53 – Технологія влаштування покриття IMPRINT

В Європі таке покриття застосовують для оздоблення пішохідних і велосипедних доріжок. Зараз це покриття активно використовується в Московських підземних пішохідних переходах з метою їх пристосування для інвалідів по зору.

**8. Кольорові протислизькі покриття HFS.** Саме такі покриття розробляє Фірма «CRAFCO» (США), до складу яких входить модифікована епоксидна смола із затверджувачем, барвник, високоміцний кам'яний матеріал певної фракції і різної кольорової гама (рис. 54).



**Рисунок 54 – Покриття HFS**

**9. Покриття велодоріжок із природного каменю** – один із найдавніших видів покриттів, яке застосовується на міських вулицях, садах і парках, площах і майданах. Це декоративний і недорогий тип покриття, особливо розповсюджений в місцевостях, де ведуться розробки кам'яних порід. Покриття з каменю можуть бути надзвичайно різноманітні по фактурі поверхні, по малюнку, кольору і формі.

**10. Ґрунтове покриття** (рис. 55) залишається найдешевшим способом влаштування велосипедних доріжок. Застосування м'якого гравію, щебеню, піску та інших ґрунтових матеріалів потребує особливо ретельного ущільнення і профілювання. Для забезпечення вчасного водовідведення потрібно збільшувати значення поздовжніх і поперечних ухилів на доріжках.



**Рисунок 55 – Ґрунтова велодоріжка у парковій зоні**

Отже, найпоширенішими типами покриття велосипедних доріжок є: асфальтобетони, кольорові асфальтобетони та асфальтобетони, покриті

спеціальними емульсіями; збірні покриття; покриття з монолітного бетону; покриття на основі полімерів та покриття з природних матеріалів.

На вибір типу покриття велодоріжки має впливати місце її розташування, розрахункова інтенсивність руху по ній, вимоги до міцності, рівності та шорсткості покриття.

**Покриття площ і майданів** виконується з тих же матеріалів, що були розглянуті у якості покриттів вулиць, тротуарів та велодоріжок.

Ще одним з цікавих напрямків підвищення довговічності асфальтобетонних покриттів є використання асфальтобетонних сумішей на **основі бітумополімерних в'язучих**.

Модифікація бітуму полімерами одержала достатньо поширене застосування в практиці дорожнього будівництва. Зокрема світовий досвід використання полімерів засвідчив, що:

- полімери покращують здатність асфальтобетону сприймати напруження, зумовлені денними та сезонними перепадами температури;
- модифіковані таким чином асфальтобетони компенсують температурні та інші деформації і запобігають утворенню відображених тріщин;
- асфальтобетони, виготовлені на модифікованому полімерами бітумі підвищують загальну довговічність покриття.

Одними з найбільш ефективних і найпопулярніших полімерів в Україні є полімери типу СБС, до яких, відноситься матеріал «POLYGUM».

### Запитання для самоконтролю

1. Які переваги мають покриття з декоративних бетонів?
2. Для чого при влаштуванні покриттів використовуються акрилові емульсії?
3. Які переваги та недоліки мають монолітні бетонні покриття?
4. Яким чином надається вигляд цегляної кладки, кругляка, плитки, граніту полімербетонним покриттям?
5. Які типи бордюрів (бортових каменів) Вам відомі? Де вони влаштовуються?
6. Які типи покриттів найбільш поширеніші серед велосипедних доріжок?

### Джерела

1. Проектування міських територій : підручник : у 2 ч. Ч.1 / [за ред. В. Т. Семенова, І. Е. Линник] ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 449 с.
2. Безлюбченко О. С. Планування міст і транспорт : навч. посібник / О. С. Безлюбченко, С. М. Гордієнко, О. В. Завальний. – Харків : ХНАМГ, 2008. – 156 с.
3. Гезенцвей Л. Б. Городские улицы и дороги : Учебник для техникумов. / Л. Б. Гезенцвей, Л. В. Гуревич. – М.: Стройиздат, 1982. – 399 с.



4. ДСТУ Б В.2.7-127:2006 Будівельні матеріали. Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон щебенево-мастикові. Технічні умови.

5. ДСТУ Б В.2.7-129:2006 Будівельні матеріали. Емульсії бітумні дорожні. Технічні умови.

6. ДСТУ Б В.2.7-135:2007 Будівельні матеріали. Бітуми дорожні, модифіковані полімерами. Технічні умови.

7. Современные дорожные покрытия: веб-сайт. URL: <http://www.proektant.ru/content/2731.html>

*Навчальне видання*

**ГОРДІЄНКО** Сергій Миколайович

## **МІСЬКІ ВУЛИЦІ ТА ДОРОГИ**

### **КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ**

*(для студентів денної та заочної форм навчання  
та слухачів другої вищої освіти,  
спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія)*

Відповідальний за випуск *О. С. Безлюбченко*

За авторською редакцією

Комп'ютерний набір *С. М. Гордієнко*

План 2013, поз. 6Л

---

Підп. до друку 28.01.2014. Формат 60×84/16

Друк на ризографі Ум. друк. арк. 4,9

Тираж 50 пр. Зам. №

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет  
міського господарства імені О. М. Бекетова,  
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002.

Електронна адреса: [rectorat@kname.edu.ua](mailto:rectorat@kname.edu.ua)

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 5328 від 11.04.2017.