

ЛЕКЦІЯ № 2

Тема: «Комплексні транспортні системи міст і стадії їхнього створення»

1. Кількісні і якісні показники розвитку міського транспорту.
2. Проектування комплексних транспортних схем міст.

1. Кількісні і якісні показники розвитку міського транспорту.

Міський і приміський транспорт являє собою транспортну систему, що поєднує різні види транспорту, що здійснюють перевезення населення й вантажів на території міста й прилеглої приміської зони, а також виконують роботи із благоустрою міста.

Міська транспортна система є частиною багатогалузевого міського господарства й містить у собі:

- 1 - транспортні засоби (рухомий склад);
- 2 - шляхові пристрої (рейкові шляхи, тунелі, естакади, мости, шляхопроводи, станції, стоянки);
- 3 - пристані й човнові станції;
- 4 - пристрої електропостачання (тягові електростанції, кабельні й контактні мережі, заправні станції);
- 5 - ремонтні майстерні й заводи;
- 6 - депо, гаражі, станції технічного обслуговування;
- 7 - пункти прокату автомобілів;
- 8 - лінійні пристрої зв'язку, сигналізації, блокування, диспетчерського керування транспорту.

Міська транспортна система складається із традиційних, нетрадиційних і специфічних видів транспорту.

Сучасний міський транспорт залежно від свого призначення ділиться на наступні види:

- пасажирський (трамваї, тролейбуси, автобуси, метрополітен, легкові автомобілі, моторолери, мотоцикли, велосипеди);
- вантажний (вантажні автомобілі, вантажні трамваї, вантажні тролейбуси, вантажні поїзди метрополітену);
- спеціальний (санітарні, пожежні, збиральні автомобілі, автомобілі техдопомоги й т.д.).

У свою чергу пасажирський транспорт залежно від місткості може бути підрозділений на дві групи:

1. масовий або суспільний (трамваї, тролейбуси, автобус, метрополітен, електрички);
2. індивідуальний (легкові автомобілі, мотоцикли, велосипеди).

Масовий транспорт характеризується значною місткістю транспортних засобів, великою провізною спроможністю, служить для всього населення і є маршрутизованим транспортом, на відміну від індивідуального, котрий у своїй

роботі не зв'язаний певними маршрутами (виключення становлять маршрутні таксомотори).

Основна функція, що включається системою міського транспорту, полягає в забезпеченні всіх пасажироперевезень на заданій території (місто + приміська зона) при найменшій витраті часу, дотримання достатньої зручності поїздки в умовах безпеки руху.

Визначальними кількісними показниками розвитку міського транспорту в будь-якому розглянутому місті є: **пасажирооборот** і **обсяг роботи пасажирського транспорту**.

Пасажирооборот міського транспорту визначається кількістю пасажирів, перевезених всіма видами транспорту протягом року.

Обсяг роботи пасажирського транспорту обчислюється в пасажиро-кілометрах і являє собою добуток кількості перевезених протягом року пасажирів на середню дальність поїздки пасажирів

$$M = H \cdot \rho \cdot L_{cp};$$

де M - обсяг роботи, пас-км;

H - кількість жителів міста;

ρ - транспортна рухливість населення, тобто середня кількість поїздок, що доводяться в рік на один жителя;

L_{cp} - середня дальність поїздки пасажирів, км.

Однак, тільки кількісні показники не дозволяють судити про ступінь відповідності сформованої міської транспортної системи повної потреби в пасажироперевезеннях і про кількісну сторону транспортного обслуговування населення міста.

Для судження про якісний рівень транспортного обслуговування населення можна скористатися *коефіцієнтом користування транспорту* й величиною *швидкості пересування населення*.

Середній по місту коефіцієнт користування транспортом являє собою відношення річної кількості поїздок до річної кількості пересувань:

$$\bar{\varphi} = \frac{K_{tr}}{K_{пер}},$$

де φ - середній по місту коефіцієнт користування транспортом;

K_{tr} - загальна кількість поїздок на транспорті за рік;

$K_{пер}$ - загальна кількість пересувань, км.

Таблиця 1 Залежність $\varphi = \psi(H)$

| Група міст | Кількість жителів, тис. чол. | Коефіцієнт φ |
|------------|------------------------------|----------------------|
| I | 1000-2000 | 0,52-0,55 |
| II | 500-1000 | 0,46-0,50 |
| III | 250-500 | 0,40-0,45 |
| IV | 100-250 | 0,33-0,36 |

Таким чином, якщо в розглянутому місті φ середній коефіцієнт користування транспортом нижче характерного для міста відповідної групи, це вказує на певну недосконалість транспортної системи (занадто великі пішохідні переходи й підходи, значні інтервали руху, переповнення рухомого складу й т.д.), що виражається в тому, що міський транспорт «втрачає пасажирів».

Дуже важливим показником якості транспортного обслуговування є швидкість пересування населення, що враховує сумарну витрату часу на пересування між пунктами відправлення й прибуття:

$$V_{\text{пер}} = \frac{60l_{(m-n)}}{t'_{\text{пеш}} + t_{\text{ож}} + t_{\text{тр}} + t_{\text{пер}} + t''_{\text{пеш}}},$$

$l_{(m-n)}$ – відстань між пунктами m і n , км;

$t'_{\text{пеш}}, t''_{\text{пеш}}$ – усереднена витрата часу на перший й другий пішохідні підходи, хв.;

$t_{\text{ож}}$ – усереднена витрата часу на очікування, хв.;

$t_{\text{тр}}$ – усереднена витрата часу на поїздку, хв.;

$t_{\text{пер}}$ – усереднена витрата часу на пересадку, хв.

Таблиця 2. Класифікація швидкостей пересування населення

| Клас швидкості пересування | $V_{\text{пер}}$, км/год | Клас швидкості пересування | $V_{\text{пер}}$, км/год |
|----------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|
| Дуже мала | До 6,0 | Велика | 13,01 – 16,8 |
| Мала | 6,01 – 9,6 | Дуже велика | 16,81 – 21,0 |
| Помірна | 9,61 – 13,0 | Винятково велика | Понад 21 |

Таким чином, швидкості пересування населення в сполученні із центром міста менші ніж 9,61 км/год потрібно вважати неприйнятним, що вказує на незадовільний рівень транспортного обслуговування в даному місті.

Транспортна рухливість визначається добробутом населення, ступенем розвитку транспортної мережі міста, соціальне й культурне його значення.

Головною характеристикою виду міського транспорту є його **провізна спроможність**, тобто тах кількість пасажирів, що може бути перевезена в годину в одному напрямку по одній лінії при дотриманні умов безпеки руху.

Найважливішою характеристикою міської транспортної мережі є її щільність. Велика щільність мережі створює зручності підходу до зупинок транспорту. По

існуючих нормах щільність мережі повинна забезпечувати час підходу пасажирів в межах 5 хвилин.

Основними умовами вибору видів міського пасажирського транспорту для успішного транспортного обслуговування міста є:

- відповідність провізної спроможності транспортної системи потужності пасажиропотоків;
- швидкість, що залежить на основних напрямках від виду транспорту, форми й розмірів території міста;
- дотримання норм часу на пересування пасажирів.

При наявності конкуруючих видів транспорту обирається найменш екологічно шкідливий й найбільш економічний.

Замість лінійної щільності доцільно ввести поняття «смугова щільність», що враховує не тільки протяжність магістралей, але й кількість смуг проїзної частини

$$\gamma = \frac{L_m \cdot \bar{n}}{F_p} = \bar{n} \cdot \delta_p,$$

де γ – смугова щільність магістральної мережі, км/км²;

L_m – довжина магістралей, км;

\bar{n} – середньозважена кількість смуг проїзної частини магістралей району;

F_p – площа розглянутого району, км²;

δ_p – розрахункова щільність мережі, км/км².

Однак в умовах неповноцінної вуличної мережі старого району великого міста фактична щільність магістральної мережі повинна дорівнювати:

$$\delta_\phi = \frac{\delta_p \cdot \bar{n}_p}{\bar{n}_\phi} = \frac{\delta_p \cdot P_{\max}}{N \cdot \bar{n}_\phi},$$

де \bar{n}_ϕ – середньозважена фактична кількість смуг проїзної частини в одному напрямку;

N – пропускна здатність однієї смуги проїзної частини, од/год;

P_{\max} – максимальна перспективна годинна інтенсивність транспортного потоку, од/ч.

Значення щільності, що рекомендуються, УДС для різних умов наведені в табл.3

Таблиця 3 - Щільність магістральної мережі

| Характер населеного пункту | Центральні райони | | Периферійні райони | |
|--------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|
| | Відстань між магістралями, км | Щільність мережі км/км ² | Відстань між магістралями, км | Щільність мережі км/км ² |
| Знову проєктовані міста або райони | 0,5...0...0,6 | 4,0...3...3,3 | 0,8...1...1,0 | 2,5...2...2,0 |
| Міста або райони, що реконструюються | 0,3...0...0,4 | 6,7...5...5,0 | 0,6...0...0,8 | 3,3...2...2,5 |

При цьому варто враховувати необхідну смугову щільність залежно від величини міста, щільність транспортних зв'язків і рівень автомобілізації. Крім цього необхідний облік потреб суспільного пасажирського транспорту й стоянок. При наявності перетинань у різних умовах наведені величини повинні бути спроектовані у бік зменшення.

Отже, побудова мережі магістралей являє собою техніко-економічне завдання й рішення її не може визначатися тільки естетичними міркуваннями містобудівників.

Однією з важливих характеристик, що визначають зручність і доцільність транспортної мережі, є конфігурація перетинань магістральних ліній. Геометрія транспортних вузлів часто визначається початковими стадіями проєктування магістральної мережі.

Транспортні вузли утворюються на перетинаннях або примиканнях двох або більше магістральних вулиць і служать для перерозподілу транспортних потоків по напрямку. Ці вузлові крапки є найбільш складними пунктами магістральної мережі. Саме тут виникають конфлікти між транспортними й пішохідними потоками, що перетинаються.

Чим простіше вузол, тим легше організувати безпечне проходження транспорту при мінімальних затримках. Утворення на УДС багатопромених вузлів ускладнює застосування світлофорного регулювання руху, приводить до збільшення затримок і знижує безпека руху. Таким чином, при проєктуванні мережі міських шляхів сполучення варто уникати вузлів, утворених 5 або більшою кількістю магістральних вулиць.

Транспортний вузол характеризується наступними особливостями: єдиною метою функціонування всіх видів транспорту, що забезпечує задоволення потреб народного господарства й населення в перевезеннях, прискорення доставки вантажів і пересування пасажирів; складністю функцій і процесів, що протікають (процеси взаємодії різних видів транспорту, сортування, навантаження й вивантаження вантажів, обслуговування пасажирів); можливістю розподілу на підсистеми, функціонування яких підлягає загальній меті; ієрархічною структурою зв'язків окремих підсистем вузла й критеріїв якості функціонування; більшою кількістю взаємозалежних і взаємодіючих підсистем і елементів (наприклад, взаємозв'язку: транспортний вузол - система розселення, транспортний вузол - навколишнє середовище; взаємодія на рівні підсистем: залізничний транспорт -

автомобільний, залізничний - річковий, залізничний-морський, річковий - морської; взаємодія на рівні елементів: між магістралями, парками станцій і інших елементів); наявністю системи керування, що забезпечує інтенсивне використання технічних пристроїв, пропускний здатності й здійснення перевезень із мінімальними витратами; стійкістю до впливу коливань транспортних потоків і інших параметрів; більшими розмірами транспортного вузла як системи.

Транспортний вузол як система - сукупність транспортних процесів і засобів для їхньої реалізації в місцях стикування двох або декількох магістральних видів транспорту. Отже, поняття транспортного вузла включає властиво перевізний процес (пересування пасажирів і переміщення вантажів), технічні пристрої (станції, порти, магістралі, склади й т.д.), засобу контролю й керування.

Система транспортного вузла складається з підсистем і елементів.

Підсистема транспортного вузла - частина системи, що представляє сукупність деяких елементів і відрізняється підпорядкованістю єдиної мети функціонування всього вузла (наприклад, підсистема залізничного транспорту).

Елемент транспортного вузла - об'єкт, що не підлягає подальшому розчленовуванню (наприклад, парки сортувальної станції).

Транспортний вузол характеризується входами 5 і виходами 7 (мал. 2.1), якими є потоки поїздів, автомобілів, вантажів або пасажирів.

Транспортний вузол функціонує в умовах різного роду збурювань 6 (вихід з ладу технічних пристроїв, імовірнісний характер транспортних процесів і т.п.), для компенсації яких використовуються керуючі впливи 4, вироблювані на основі інформації, що надходить від систем більше високого рангу 7, і інформації про роботу вузла, одержуваної по каналі зворотного зв'язка 8. При цьому відбувається обмін інформацією 2 з іншими системами.

Основні керуючі впливи забезпечують раціональний розподіл перевезень між різними видами транспорту; комплексне проектування й планування розвитку транспортного вузла, його підсистем і елементів; оптимізацію параметрів підсистем і окремих елементів у процесі їхньої експлуатації й розвитку; оперативну оптимізацію транспортних процесів і режимів взаємодії.

По каналах зворотного зв'язка здійснюється керування процесами у вузлі при зміні умов взаємодії різних видів транспорту або іншого роду збурювань 3. Зворотні зв'язки в транспортних вузлах проявляються, як правило, із запізнюванням, що є наслідком інерційності системи. Тому властивості, що накопичуються в системах, проявляються лише після закінчення часу t . Наприклад, зміна ритму навантаження вантажів окремих призначень може із запізнюванням відбитися на ритмі руху составів різних видів транспорту, що беруть участь у перевезенні. Більше складні приклади інерційності системи можна привести на рівні взаємодії транспортного вузла й планувальної структури міста або інших вузлів і елементів єдиної транспортної системи. Так, спорудження нової пасажирської станції приводить до перерозподілу пасажиропотоків, а через якийсь час впливає й на систему розселення. Аналогічний вплив робить і будівництво порту, приводячи до перерозподілу вантажопотоків і зміни параметрів роботи всієї галузі морського транспорту.

Отже, компенсація спізнення й забезпечення режимів роботи транспортних вузлів з передбаченням становлять основне завдання теорії й практики автоматичного керування й регулювання транспортними процесами.

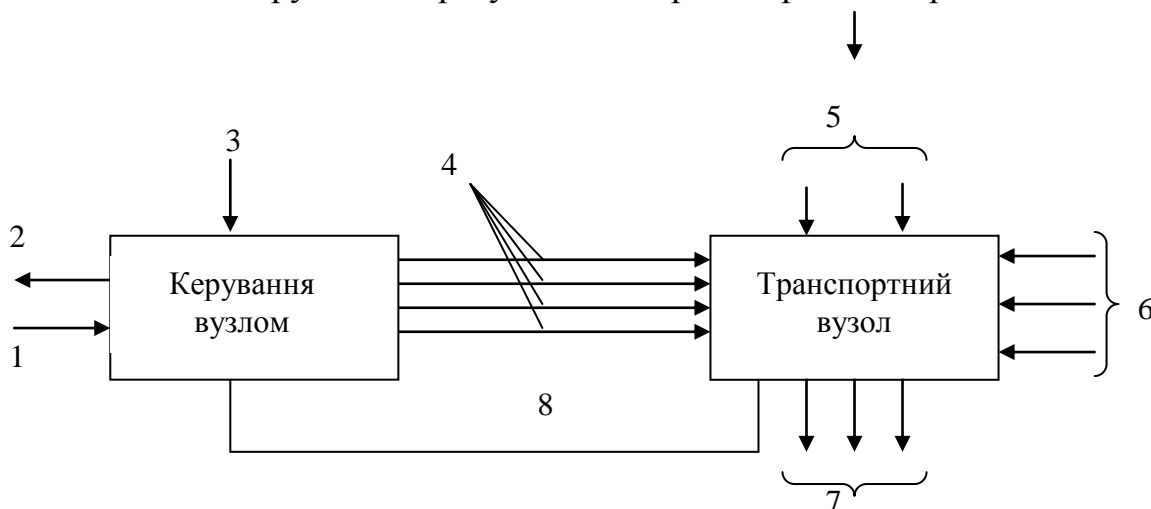


Рис. 2.1. Принципова схема керування транспортним вузлом

2. Проектування комплексних транспортних схем міст.

Комплексна транспортна схема (мережа) - це лінії міського маршрутизованого пасажирського транспорту, по яких організований рух масового суспільного транспорту.

Конфігурація мережі залежить від планування міста, структури вулично-дорожньої мережі, характеристики основних пасажиропотоків і вантажопотоків. Застосування різних видів транспорту в транспортній мережі визначається екологією, безпекою, провізними можливостями, найменшими витратами часу повідомлення, а також комфортабельністю й регулярністю перевезень. Проектування транспортної мережі тісно пов'язане із плануванням міста.

Транспортна мережа взаємодіє на розселення, розміщення місць прикладення праці й транспортних споруджень, режим транспортних вузлів і на інші фактори планування й забудови міст. Основні зони міста (місця тяжіння), що потребують взаємний транспортний зв'язок - це житлові квартали, загальноміський центр, місця масового відпочинку й спорту, основні вантажні й пасажирські станції магістральних видів транспорту, навчальні заклади, торговельні підприємства й ін.

Вихідною інформацією при проектуванні є:

- характеристика місць тяжіння (промислові й культурні побутові підприємства) і розселення жителів,
- матриця вантажних і пасажирських кореспонденцій,
- характеристика й склад наявних у місті видів транспорту,
- схема організації дорожнього й пішохідного руху,
- результати аналізу й пропозиції по поліпшенню якості транспортного обслуговування населення,
- обґрунтування трас усередині міського швидкісного транспорту й транспортних зв'язків із приміською зоною,
- техніко-економічне порівняння конкуруючих варіантів.

Транспортна мережа повинна сприяти вирішенню основного завдання транспорту - скороченню повних витрат часів на пересування, що включає в себе час пішого підходу, очікування, поїздки і пересадження.

Тому дуже важливий показник для пасажирських перевезень - транспортна доступність. Це величина, зворотна середньозваженій витраті часу на пересування пасажирів до певного пункту тяжіння. Вимоги до транспортної доступності наступні:

1. до 80% трудових пересувань у найбільших і великих містах повинні здійснюватися в плинні однієї години; у більших і середніх містах - 40 хвилин (не більше);

2. при пересуванні до зони відпочинку цей час повинен становити не більше 120 хвилин для найбільших міст і 90 хвилин для великих і середніх.

До транспортної мережі пред'являються наступні вимоги:

1. забезпечення нормативного часу на трудові поїздки й зв'язки всіх житлових районів з основними пунктами тяжіння;

2. відповідність провізної спроможності розрахунковому пасажиропотоку в годинники пік;

3. проектування зупинок транспорту з відстанню між ними приблизно 500 м, а при наявності швидкісних видів транспорту - зі збільшенням між зупинками (1-2 км);

4. забезпечення перетинань убік від складного вузла.

Ступінь розгалуженості характерний насамперед для автобусного руху. Змінюючи розгалуженість рейкових (контактних) видів транспорту знижує швидкість і пропускну здатність у вузлах. Для зручності пасажирів 60% пасажиропотоку повинно перевозитися без пересаджень.

Крім міської комплексної транспортної мережі існує ще дві - примісько-міська й приміська.

Збільшення комплексної транспортної мережі різних видів транспорту припускає створення єдиного координуючого центра (єдиної диспетчерської системи) керування.

Зупинимось на вирішенні питання про розміщення зупиночних пунктів на мережі стосовно транспортні лінії, що перетинаються. Вирішуючи ці завдання, необхідно виходити з наступних вимог:

1. забезпечення найбільшої зони тяжіння до зупиночного пункту;

2. можливість максимального використання пропускну здатності й транспортної лінії;

3. зведення до мінімуму взаємних перешкод між різними видами міського транспорту;

4. надання найбільших зручностей при пересадженнях;

5. забезпечення безпеки руху для пасажирів і пішоходів.

При розміщенні зупинного пункту в безпосередній близькості від перехрестя потрібно в першу чергу вирішувати питання: перед перехрестям або за перехрестям треба його розташовувати.

Положення «за перехрестям», особливо для ліній нерейкового транспорту, має ряд переваг:

а) виключається можливість зниження пропускної здатності зупиночного пункту, закінчивши посадку-висадку водій може відразу почати рух, тоді як при розміщенні зупиночного пункту перед перехрестям необхідно часто затримуватися чекаючи дозволяючого сигналу;

б) підвищується «прохідність» регульованих перехресть і скорочується кількість затримок, тому що водій, підходячи до перетинання, може скоординувати швидкість із сигналом світлофора й уникнути, таким чином, зупинки;

в) підвищується безпека пішохідного руху, оскільки, вийшовши із ТЗ і направляючись до переходу, пішохід добре бачить водія й сам має забезпечений огляд. При розміщенні зупиночного пункту перед перехрестям виникає серйозна небезпека наїзду внаслідок поганої видимості;

г) полегшується застосування технічних засобів регулювання викличної дії, що вимагають розміщення входних датчиків перед перехрестям, що не допускає розташування там же зупинних пунктів масового транспорту;

д) для поліпшення умов руху й не зниження пропускної здатності проїзної частини, зупиночні пункти автобусного й тролейбусного транспорту рекомендується розташовувати в спеціальних «кишенях» місцевого розширення проїзної частини. Ширина такого «кишені» 3, 4-4 м, довжина – 20 м.

Що стосується зупиночних пунктів трамвайного транспорту, то вони частіше розташовуються перед перехрестям, тому що пункти в), г), д) у цьому випадку не мають значення. Доцільно зупиночний пункт відсувати на певні відстані від пішохідного переходу = 40 м. це створює певні незручності пасажирам при пересадженнях, але є необхідним для підвищення пропускної здатності трамвайного зупиночного пункту.

Характерними причинами, що викликають порушення регулярності руху, є:

а) недостатній облік у графіках розкладу реальних умов руху (рельєфу, крутих поворотів, затримок, несприятливих погодних умов і т. д.);

б) повернення з лінії ТЗ через технічні несправності;

в) недостатній випуск РС на лінію;

г) недостатня кваліфікація водія.

Цьому сприяють графіки й розклади руху ТЗ, що забезпечує регулярність руху й можливість контролю за організацією руху.