

ОСНОВНІ ПЛАНУВАЛЬНІ РІШЕННЯ ПЕРЕТИНУ МІСЬКИХ МАГІСТРАЛЕЙ В ОДНОМУ РІВНІ

У даній статті проведено аналіз існуючих вимог проектування перетинів в одному рівні та безпечною функціонування перехресть на вулично-дорожній мережі міст.

Ключові слова: проїзд перехресть, транспортний засіб, вулично-дорожня мережа, перетин в одному рівні, конфліктні точки.

Постановка проблеми. Автомобільний парк в містах зростає значно швидше, ніж чисельність населення. На певному етапі розвитку міста виникає перенасичення вуличної мережі транспортними засобами. Перевантаження міських магістралей у «години пік» призводить до появи заторів транспортних потоків у великих містах України.

Місця ВДМ, де в одному рівні перетинаються дороги, транспортні і пішохідні потоки, називають перехрестями. Існують і інші терміни для визначення цих місць: транспортні вузли, розвилки, перетини і т.п.

Перехрестя є місцями, де, як правило, найбільш часто виникають ДТП і затримки руху.

Отже, порушення правил проїзду перехрестя є однією з головних причин ДТП. Вкрай важливо саме в таких місцях забезпечення організації пропуску потоків транспорту (в тому числі і безрейкового громадського) і пішоходів через перетинання з найменшими затримками і найбільшою безпекою руху.

Мета статті. Метою статті є проведення аналізу існуючих проблем проїзду перехресть і можливість оцінювати потенційну небезпеку тих чи інших ділянок ВДМ за кількістю конфліктних

¹⁰ © Кузьменко В.В.

Проблеми розвитку міського середовища. Вип.1(17) 2017

точок. Їх аналіз дозволяє також порівнювати між собою різні варіанти схем організації руху.

Основний матеріал. При проектуванні транспортних перетинів в одному рівні слід брати до уваги безліч вимог, серед яких забезпечення безпеки руху для всіх учасників руху.

Основні вимоги, яких слід дотримуватися при проектуванні перетинів, такі: однаковість, розрізняваність, видимість, зрозумілість, проїжджуваність [1].

Проектування кожного перетину передуватиме виконання транспортних розрахунків для: всієї вулично-дорожньої мережі та розробка схеми організації руху транспорту для міста в цілому або його району. Транспортні розрахунки встановлюють перспективні розміри руху всіх видів транспорту, включаючи право і ліво-поворотні потоки, і служать підставою для складання загальної схеми організації руху. На рис.1 наводиться схема стадійності проектних робіт по плануванню міста і його окремих елементів, стосовно проектування транспортних перетинів [2].

Таблиця 1

Стадійність проектних робіт по плануванню міста і його окремих елементів, стосовно проектування транспортних перетинів.

Генеральний план	Отриманий результат: Кількість розв'язок різного класу. Розподіл транспортних потоків в основних транспортних вузлах за напрямками.
Комплексна транспортна схема (КТС)	Аналогічно стадії генерального плану з виділенням в схемах вузлів етапів реалізації на розрахунковий термін і насамперед КТС.
Проект детального планування	Схема організації руху пішоходів і транспорту на найбільш складних перетинаннях магістралей. Принципи рішення вузлів як завдання для розробки технічних проектів.
Проект планування і забудови	Уточнення можливих планувальних, транспортних, об'ємно-просторових і композиційних рішень транспортних перетинів

Проблеми розвитку міського середовища. Вип.1(17) 2017

	шляхом розробки і порівняння варіантів (за укрупненими показниками).
Технічний проект будівництва (реконструкції)	Уточнення (при необхідності коригування) планувальних рішень. План зі схемою організації руху з технічними засобами регулювання (світлофори, розмітка, дорожні знаки, огороження та ін.) І розмірами руху.
Робочі креслення	

Основними взаємопов'язаними факторами, що визначають планувальні рішення перетинань міських магістралей є: категорії вулиць і доріг; інтенсивність руху транспорту на підходах до перетину; інтенсивність пішоходних потоків в зоні перетину; інтенсивності руху та напрямку курсування безрельсового громадського транспорту; характер існуючої або передбаченої проектом забудови в зоні перетину. Проектування повинно проводитися з урахуванням економії міської території, композиційного поєднання перетину з навколишнім середовищем, зниження забруднення повітря вихлопними газами, зниження транспортного шуму і вібрації будівель і споруд в районах, прилеглих до перетину.

Для попередньої оцінки планувального рішення перетину можна виходити з головного завдання перетину, приймати такі показники: практична пропускна здатність перетину; ступінь небезпеки перетину, що характеризує ймовірність виникнення дорожньо-транспортних пригод; займана площа території, що впливає безпосередньо на економічні характеристики проекту. При остаточній оцінці схеми організації руху і планувального рішення повинні бути враховані, крім вище наведених показників, ще такі пропоновані Фішельсоном М.С. [3] характеристики: сумарний пробіг транспорту в межах перетину; сумарна витрата часу на проходження перетину; наведені витрати, що визначають порівняльну ефективність варіанта.

Пропускна здатність перетину визначається пропускною спроможністю смуг руху проїзної частини в перетині лінії "Стоп". Для визначення цієї величини пропонується безліч різних формул,

Проблеми розвитку міського середовища. Вип.1(17) 2017

які однак різняться несуттєво. Найбільшого поширення знайшла наступна формула [1, 3]:

$$N_n = \frac{3600(G - t_a)}{t_c Z} \quad (1)$$

де N_n - пропускна здатність однієї смуги проїзної частини в перетині "стоп-лінії", авт. / год; G - тривалість зеленої фази, с; t_a - відрізок часу між включенням зеленого сигналу світлофора і перетином "стоп-лінії" першим автомобілем, с; Z - тривалість циклу регулювання, с; t_c - середній інтервал між автомобілями при перетині ними "стоп-ліній", с.

Аналіз наведених у різних авторів [1,3,4,5] значень величини t_c показав, що вона коливається для легкових автомобілів в межах від 1,9 до 3,0 с.

У більшості випадків формула (1) застосовується тільки для визначення пропускної здатності смуги руху в прямому напрямку.

Аналіз планувальних рішень перетинів показав, що підходи до них мають 2-3 смуги руху, що часто ускладнює виділення смуг кожному напрямку. Тому частіше методами організації передбачається поєднання на одній смузі потоків, що слідують у прямому і поворотному напрямках (прямо + ліво, або прямо + право). Фішельсон М.С. [3] пропонує для випадку двухтактного регулювання і виділення Лівоповоротньому руху окремої смуги наступну формулу для визначення пропускної здатності всієї проїзної частини в перетині "стоп-лінії" (крайня права смуга використовується для правих поворотів і прямого руху):

$$N_{np,ч} = K_n N_n (n_{np,ч} - 1) \quad (2)$$

де K_n - коефіцієнт, що враховує кількість автомобілів, які прямують наліво по крайній лівій смузі і дорівнює $K_n = (I + I_n) / I > 1$; I_n - кількість транспортних одиниць, що повертають наліво протягом 1 год; I - загальна кількість транспортних одиниць, які підлягають пропуску через "стоп-лінію"

Проблеми розвитку міського середовища. Вип.1(17) 2017

протягом 1 год; N_n - пропускна здатність однієї смуги проїзної частини в перетині "стоп-ліній"; $n_{np,ч}$ - кількість смуг проїзної частини, з якої вираховується одна смуга, призначена для лівих поворотів. За даними Фішельсона М.С. [3] коефіцієнт K_l коливається при кількості смуг 3 і більше в межах 1,1-1,2.

Якщо крайні праві і ліві смуги проїзної частини призначаються тільки для правих і лівих поворотів, формула пропускної здатності набуває такого вигляду:

$$N_{np,ч} = K_{л.пр} N_n (n_{np,ч} - 2) \quad (3)$$

де

$K_{л.пр} = I + (I_l + I_{пр}) / I$; $I_{пр}$ - кількість транспортних одиниць, що роблять правий поворот протягом 1 год. У звичайних умовах коефіцієнт $K_{л.пр}$ рекомендовано приймати 1,2-1,4 [3].

При суміщенні на одній смузі потоків, що слідують у прямому і поворотному напрямках, необхідно визначити величини середнього інтервалу при перетині "стоп-ліній" в залежності від частки поворотного руху і наявності зони накопичення.

Практична пропускна здатність смуги визначається за такою формулою [1]:

$$N_n^{практи} = 0,8 \cdot N_n \quad (4)$$

Пропускна здатність саморегульованого перетину рекомендовано визначити за такою формулою [3]:

$$N_{с.н} = 2N_{y,с} \cdot K_{пр} \quad (5)$$

де $K_{пр}$ - коефіцієнт, що враховує частку правоповоротного руху; $N_{y,с}$ - пропускна здатність "ділянки сплетіння", залежить в свою чергу від передбаченої швидкості руху на перетині і як наслідок необхідної довжини ділянки сплетіння.

Ступінь небезпеки перетину визначається так званими "конфліктними точками", тобто місцями, де здійснюється взаємодія

транспортних засобів між собою або транспорту і пішоходів. Характерною особливістю кожної конфліктної точки є потенційна небезпека зіткнення, тобто виникнення дорожньо-транспортної пригоди. Так оцінка складності перехрестя за п'ятибальною системою заснована на обчисленні показника складності [6]:

$$m = \sum n_g + 3 \sum n_3 + 5 \sum n_n \quad (6)$$

де n_g, n_3, n_n - відповідно кількість конфліктних точок відхилення, злиття, перетинання. При цьому відхилення оцінюють 1 балом, злиття – 3 і перетинання – 5.

Якщо $m < 40$, то вузол простий; якщо $40 < m < 80$ – вузол середньої складності; якщо $80 < m < 150$ – вузол складний, а при $m > 150$ – дуже складний [6].

Більш точною для оцінки складності перехресть є формула (7). Ця формула дає можливість оцінити складність перехрестя з урахуванням інтенсивності руху. При цьому вірогідність зіткнень транспортних засобів при маневрах пропорційна інтенсивності руху взаємодіючих транспортних потоків [7].

$$m = \sum n_g \sigma_{N_g} + 3 \sum n_3 \sigma_{N_3} + 5 \sum n_n \sigma_{N_n} \quad (7)$$

де $\sigma_{N_g}, \sigma_{N_3}, \sigma_{N_n}$ - коефіцієнти, що враховують вплив інтенсивності транспортних потоків в конфліктних ситуаціях: відхилення, злиття, перетинання [7].

$$\sigma_N = K \sum_{i=1}^{i=n} \sum_{j=1}^{j=m} M_i M_j \quad (8)$$

де K - коефіцієнт пропорційності;

M_i – інтенсивність i -го конфліктуючого напрямку;

M_j – інтенсивність j -го конфліктуючого напрямку.

Сумарну інтенсивність руху на підходах перехрестя визначають з урахуванням перспективи:

$$N_{\text{прог}} = k_p \cdot N_{\text{факт}} \quad (9)$$

Проблеми розвитку міського середовища. Вип.1(17) 2017

де $N_{прог}$ – сумарна приведена інтенсивність руху в прямому (зворотному) напрямку на підході до перехрестя, авт./год.;

k_p – коефіцієнт зростання інтенсивності руху на перспективу 10 років.

Для стійкого функціонування транспортного потоку з урахуванням перспективи на 10 років рекомендується приймати $k_p = 1,8$ [8].

Витрати часу транспортних засобів на нерегульованому перехресті за рік визначаються за формулою [9]

$$T_H = \frac{365 \cdot N_B \cdot \bar{t}_{\square H}}{3600} \quad (10)$$

де N_B – інтенсивність руху на другорядній дорозі у фізичних одиницях в обох напрямках авт./год.;

$\bar{t}_{\square H}$ – середня затримка автомобіля на нерегульованому перехресті.

Витрати часу транспортних засобів на нерегульованому перехресті визначаються за формулою [9]

$$C_{TP}^H = T_H \cdot \sum_{i=1}^m C_{nocmi} \cdot d_i \quad (11)$$

де C_{nocmi} – постійні витрати i -ої групи транспортних засобів, грн./год.;

d – питома вага i -ої групи транспортних засобів у потоці.

Після цього визначаємо вартість втрат часу транспортних засобів на регульованому перехресті. Затримки транспортних засобів на регульованому перехресті для різних напрямків обчислюються за формулою Вебстера [10]

$$t_{\square Pj} = 0,9 \cdot \left[\frac{T_{\square} \cdot (1 - \lambda)^2}{2 \cdot (1 - \lambda \cdot x)} + \frac{x^2}{2N \cdot (1 - x)} \right] \quad (12)$$

де λ – відношення t_{oi} до T_{\square} ;

Проблеми розвитку міського середовища. Вип.1(17) 2017

x – ступінь насичення напрямку руху;

N – інтенсивність руху транспортних засобів у розглянутому напрямку в приведених одиницях, авт./с.

Витрати часу транспортних засобів за рік на регульованому перехресті визначають за формулою [9]

$$T_p = \frac{365 \cdot (N_r + N_B) \cdot \bar{t}_{\square p}}{3600} \quad (13)$$

Вартість втрат часу транспортних засобів на регульованому перехресті C_{TP}^P обчислюється так само, як і на нерегульованому перехресті за формулою (11).

Подальше підвищення пропускної здатності проїзної частини в перерізі "стоп-ліній" можливо досягти шляхом влаштування розширень проїзної частини перед перетином. Ці додаткові смуги зазвичай надаються право- і лівоповоротному руху. Влаштування додаткової смуги для правоповоротних потоків в більшості випадків можливе за рахунок виключення смуг зелених насаджень на тротуарах. Виділення спеціальної смуги для лівоповоротних автомобілів проводиться за наявності досить широких розділових смуг. Додаткова смуга дає особливо великий ефект при спільному використанні однієї смуги право- та лівоповоротними автомобілями.

Недолік перетинів з зонами накопичення для лівоповоротного руху полягає в тому, що вони вимагають більше площі ніж перетинання простої, прямокутної форми.

Висновок. Врахування всіх названих вимог і чинників сприятиме вирішенню поставленого завдання, тобто організації пропуску потоків транспорту (в тому числі і безрейкового громадського) і пішоходів через пересічення з найменшими затримками і найбільшою безпекою руху. Але для більш ефективного управління потоків транспорту на пересіченнях в одному рівні, для вирішення питань затримки транспорту потрібно подальше дослідження та вдосконалення старих і вивчення нових напрямків, для безпеки та зручності переїзду перехресть.

Список використаних джерел:

1. Schnabel W. Grundlagen der Strabenverkehrstechnik und der Strabenverkehrsplanung [VEB Verlag fur Verkehrswesen] / Schnabel W., Lohse D. – Berlin: Transpress, 1980.
2. Руководство по проектированию городских улиц и дорог: [зб. научн. работ / науч. ред. Ланцберг Ю.С. и др.]. - М. : Стройиздат, 1980. – 222 с.
3. Фишельсон М.С. Городские пути сообщения / Фишельсон М.С. – М. : "Высшая школа", 1980 – 296 с.
4. Колесникова Э.П. К расчету пропускной способности перехрестка / Э.П. Колесникова, Т.А. Шилова // Наука и техника в городском хозяйстве. – 1981. - № 46. – С. 41-44.
5. Ланцберг Ю.С. Городские площади, улицы и дороги / Ю.С. Ланцберг. – М. : Стройиздат, 1983. – 216 с.
6. Клиновштейн Г.И. Организация дорожного движения / Г.И. Клиновштейн, М. Б. Афанасьев. – М. : Транспорт, 1992. – 207 с.
7. Шештокас В.В. Конфликтные ситуации и безопасность движения в городах / В. В. Шештокас, Д.С. Самойлов. – М. : Транспорт, 1987. – 207 с.
8. Лобанов Е.М. Транспортная планировка городов / Е. М. Лобанов – М. : Транспорт, 1990. – 240 с.
9. Аксенов В.А. Экономическая эффективность рациональной организации дорожного движения / В. А. Аксенов, Е. П. Попова, О. А. Дивочкин. – М. : Транспорт, 1987. – 128 с.
10. Кременец Ю.А. Технические средства организации дорожного движения / Ю.А. Кременец. – М. : Транспорт, 1990. – 255 с.

Аннотация

В данной статье проведен анализ существующих требований проектирования пересечений в одном уровне и безопасного функционирования перекрестков на улично-дорожной сети городов.

Ключевые слова: проезд перекрестков, транспортное средство, улично-дорожная сеть, пересечение в одном уровне, конфликтные точки.

Annotation

This article analyzes the existing intersection design requirements in par and safe functioning of the intersections on the road network of cities.

Keywords: travel intersections, vehicle, street and network of roads, level crossings, conflict point.

Стаття надійшла до редакції у березні 2017р.