

УДК – 711.4

Бондар О.В.,  
Київський національний університет будівництва і архітектури**АНАЛІЗ МЕТОДИК РОЗРАХУНКУ ОСНОВНИХ ГЕОМЕТРИЧНИХ  
ЕЛЕМЕНТІВ ПЕРЕТИНІВ МІСЬКИХ МАГІСТРАЛЬНИХ ВУЛИЦЬ  
З КІЛЬЦЕВИМ РУХОМ ТРАНСПОРТУ**

*Проведено аналіз різних методологічних підходів до визначення геометричних елементів перетинів міських магістральних вулиць з кільцевим рухом транспорту. Також показана розбіжність у отриманих теоретичних результатах при визначенні геометричних параметрів перетинів міських магістральних вулиць з кільцевим рухом транспорту.*

*Ключові слова: перетини міських магістральних вулиць, кільцеві перетини, розрахункова швидкість перетину, методи визначення геометричних параметрів кільцевих перетинів.*

Найбільш складними ділянками міських шляхів сполучення в частині роботи міського транспорту є вузли міських шляхів сполучення, де відбувається перетин потоків транспортних засобів та пішоходів [1].

Характер конструктивних і інженерно-планувальних рішень у вузлах міських шляхів сполучення, спрямований на підвищення швидкості та безпеки руху та визначається багатьма факторами. Склад транспортного потоку є одним із факторів, що впливає на вибір інженерно-планувального рішення перетину міських магістральних вулиць з кільцевим рухом, в залежності від якого прийняті варіанти інженерно-планувальних рішень перетину можуть бути різними, а пропускна здатність перетину – головний критерій ефективності вибору типу кільцевого перетину. Інженерно-планувальне рішення - це система заходів щодо територіальної організації, яка надає можливість забезпечити ефективність руху транспорту і пішоходів. До них в першу чергу, слід віднести дорожньо-транспортні, територіальні та вартісні характеристики перетину [2].

Існують різні підходи до методології проектування перетинів міських магістральних вулиць з кільцевим рухом транспорту. В українських нормативних документах (ДБН В.2.3-5-2001) основні геометричні параметри ділянок перестроювання залежать від розрахункової швидкості руху, радіуса центрального острівця, ширини проїжджої частини кільця [3]. Згідно методики взятої з підручника Самойлова Д.С. та Юдіна В.А. [4] ділянка перестроювання залежить від швидкості руху транспорту, безпечної відстані між автомобілями, що рухаються в колоні та сповільнення автомобілями при гальмуванні. Згідно

методики взятої з підручника Меркулова Е.А., Турчихина Е.Я., Дубровина Е.М. [5] довжина ділянки перестроювання залежить від: часу реакції водія, коефіцієнту гальмування та довжина ділянки зміни напрямку руху автомобіля. Згідно методики взятої з методичних рекомендацій Осетріна М.М. [1] довжина ділянки перестроювання залежить від розрахункової швидкості руху на перехресті та часу, який необхідний для виконання маневру. Таке різноманіття підходів до проектування перетинів міських магістральних вулиць з кільцевим рухом транспорту потребує більш детального дослідження.

Основними геометричними елементами перетинів міських магістральних вулиць з кільцевим рухом є (рис.1): центральний (9) і направляючі (4) острівці; ширина (2) кільцевої проїжджої частини (може змінюватися в межах одного кільцевого перетину); довжина (8) зони переплетення; в'їзд (11) на кільцеву проїжджу частину і ширина (10) в'їзду; виїзд (5) із кільцевої проїжджої частини і ширина (6) виїзду; лінія (7) сполучення поперечних ухилів на кільцевій проїжджій частині; спеціальна смуга (3) для автомобілів, що повертають направо; дорога, що примикає (перетинає) (1) [6].

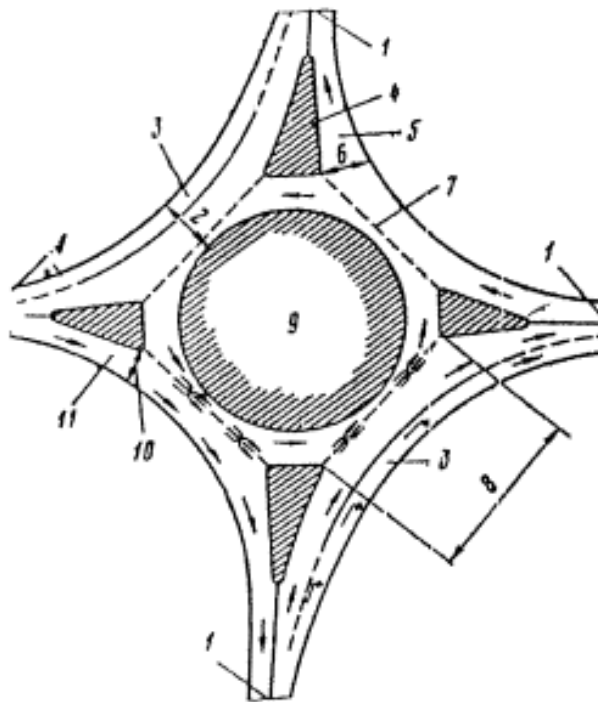


Рис.1. Елементи перетину міських магістральних вулиць з кільцевим рухом транспорту.

Елементом сучасних кільцевих перетинів є скіс центрального острівця чи похила крайня смуга (у США - apron, у Великобританії - central overrun area) - елемент, що використовується на міні-кільцях для можливості руху через них довгомірних транспортних засобів, шляхом проїзду через частину центрального острівця. Ще одним елементом кільцевих перетинів закордоном є доріжки для

велосипедистів (bicycle treatments), які влаштовуються в обхід кільцевого перетину по його зовнішньому периметру.

Головний принцип, на якому базується розрахунок основних геометричних елементів, - безперервне злиття і подальше переплетіння вхідного і кільцевого потоків автомобілів на кільцевій проїжджій частині між двома магістральними вулицями, що перетинаються.

Існує безліч різноманітних методологій проектування основних геометричних параметрів перетинів міських магістральних вулиць з кільцевим рухом транспорту, основні з них були проаналізовані. Також в ході дослідження було встановлено, що основним показником, який визначає інженерно-планувальне рішення перетину міських магістральних вулиць з кільцевим рухом є розрахункова швидкість. Швидкість руху - один з найважливіших показників, що характеризує безпеку руху, пропускну здатність і ефективність роботи кільцевого перетину. Розрахункова швидкість на кільцевому перетині - це максимальна безпечна швидкість руху одиночних (легкових) автомобілів, що забезпечується геометричними елементами перетину.

Для проведення дослідження брались основні методології проектування, які використовуються в Україні в наш час. Розрахункові формули цих методик наведені нище.

1. Згідно ДБН В.2.3-5-2001 Вулиці та дороги населених пунктів геометричні параметри перетинів міських магістральних вулиць з кільцевим рухом транспорту необхідно приймати, виходячи з розрахункової швидкості та інтенсивності руху транспорту на кільці та за таблицею 3.2 цих нормативних документів [3]. Пропускна здатність кільцевого перетину залежить від кількості та довжини лінії переплетіння. Частина кільцевої проїжджої частини, на якій зливаються та розплітаються транспортні потоки і відбувається зміна смуги або напрямку руху називається зоною переплетіння.

2. Згідно методики, яка викладена у підручнику Самойлова Д.С. та Юдіна В.А. Довжина лінії переплетіння залежить від вибраної розрахункової швидкості транспорту та визначається за формулою:

$$L_n = V \cdot \sqrt{\frac{2l_6}{b_x}} - l_6,$$

де  $V$  – швидкість руху транспорту, м/с;

$l_6$  – безпечна відстань між автомобілями, що рухаються в колоні, м;

$b_x$  – сповільнення автомобілями при гальмуванні (0,6-1,5), м/с<sup>2</sup>.

Радіус центрального острівця розраховується за формулою:

$$R = n \cdot \frac{L_n + l_6}{2\pi},$$

де  $n$  – кількість вулиць, які входять на кільцевий перетин [4].

3. Методика взята з підручника Гаврилова Е.В. та Дмитриченко М.Ф. [7].

$$L_n = V \cdot \sqrt{\frac{2l_6}{b}},$$

де  $b$  – прискорення автомобіля при розгоні (0,8 – 1,2), м/с<sup>2</sup>

$$R = n \cdot \frac{L_n - l_6}{\pi}$$

4. Згідно методики взятої з підручника Меркулова Е.А., Турчихина Е.Я. та Дубровина Е.М. довжина лінії переплетіння залежить від величини лінійного інтервалу між послідовно рухомими автомобілями та визначається за формулою [5]:

$$L_n = l_n + 2 \cdot (l_0 + S),$$

де  $l_n$  – величина лінійного інтервалу між послідовно рухомими автомобілями, м.

$c$  – коефіцієнт гальмування (0,08-0,12).

$l_0$  – довжина розрахункового автомобіля (5), м

$S$  – довжина ділянки зміни напрямку руху автомобіля (5-6) м,

$$l_n = l_0 + vt_0 + cv^2$$

$t_0$  – час реакції водія (1-1,5), с

$c$  – коефіцієнт гальмування (0,08-0,12).

$$R = \frac{n \cdot L_n + 2R_0 + \frac{B_1}{2} + \frac{B_2}{2}}{2\pi}$$

5. Методика взята з методичних рекомендацій Осетріна М.М.

$$L_{\Pi} = V \times t,$$

де  $V$  – розрахункова швидкість руху на перехресті;

$t$  – час необхідний для маневру 3,5 с;

$$R = \frac{n \cdot (L_n + B')}{2\pi}$$

$B'$  – відстань між осями крайніх смуг магістралей, що входять на перехрестя [1].

За результатами даних, отриманих шляхом розрахункових формул було побудовано графік залежності радіуса центрального острівця від швидкості руху транспорту. З графіку стає помітним, що результати отримані за методикою взятою з джерела [4] та джерела [1] дають схожі результати. За результатами дослідження можливо зробити висновок, що при одній і тій же швидкості 25 км/год радіус центрального острівця знаходиться в межах 15÷25 м; при швидкості 50 км/год - 27÷45 м, при швидкості 80 км/год - 42÷70 м. Як бачимо, що знайшовши радіус центрального острівця за різними методиками беручи до розрахунку одну і ту ж розрахункову швидкість ми знаходимося в широкому діапазоні значень. І постає необхідність в дослідженні причин розбіжностей значень та приведення до однієї методики проектування, яка б

найбільш точно відображала роботу транспорту на перетині міських магістральних вулиць з кільцевим рухом.

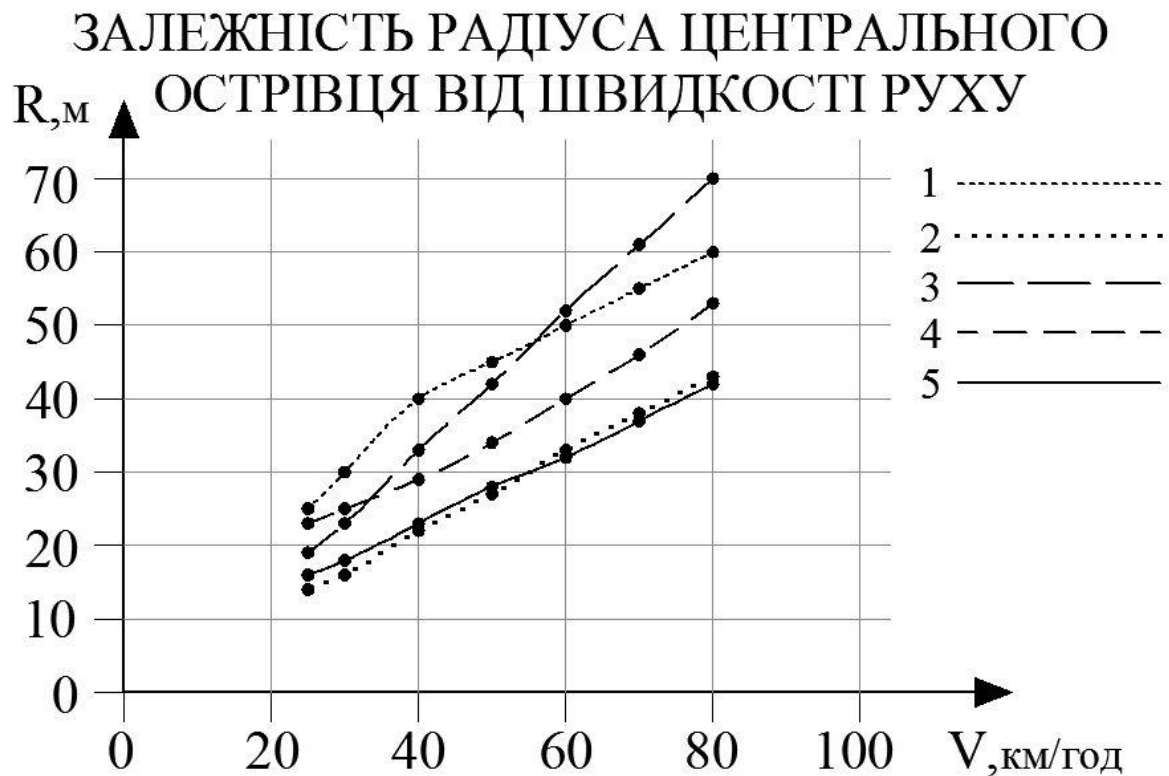


Рис.2. Графік залежності радіуса центрального островця від розрахункової швидкості руху транспорту

Далі для визначення методології проектування геометричних параметрів, яка б найбільш точно відповідала сучасним умовам руху було проведене експериментальне дослідження, показано результати натурних обстежень та результати отримані згідно розрахункових формул та наведено в Табл.1. Натурні обстеження проводились в місті Києві на перетині вулиці Генерала Жмаченка з Дарницьким бульваром. Для подальшого дослідження додалась ще одна методика проектування, яка була розроблена Неізвєстною Н. В. у 2012 році та суттєво відрізняється від інших методологій проектування. Ця методика не враховує довжину ділянки переплетення як таку, але враховує час, який необхідний для здійснення маневру. Вона наводиться для порівняння отриманих розрахункових результатів пропускної спроможності кільцевого перетину. За цією методикою спочатку необхідно визначити розрахункова швидкість руху транспорту на кільці, яка визначається в залежності від радіусу центрального островця:

$$V_k = 6,7R^{0,5}.$$

Далі визначається середня довжина автомобіля у транспортному потоці, розраховується інтервал слідування на кільцевому проїзді для даної швидкості руху, розраховується мінімальний інтервал руху для виконання маневру на

кільцевому перетині, визначається необхідний інтервал часу на кільцевому перетині на смузі руху для правого повороту та визначається максимально допустима інтенсивність руху на кільці (практична пропускна здатність) за формулою [8]:

$$P = N_{max} = \frac{3600}{T_{осн}} + \frac{3600}{T_{прав}}$$

Таблиця 1.

Зведена порівняльна таблиця отриманих результатів

Найменування показників	Дані отримані за допомогою розрахункових формул та нормативної документації						Натурні обстеження	Моделювання в PTV VISSIM
	[3]	[4]	[7]	[5]	[1]	[8]		
Розрахункова швидкість руху, км/год	30	35	35	35	35	36,7	37,4	36,2
Довжина лінії переплетіння, м	35	34,7	34,4	46,1	34	-	35	35
Радіус центрального островця, м	30	18,9	28	27	21	30	30	30
Ширина проїзної частини, м	10	8	8	8	8	8	8	8
Пропускна здатність лінії переплетіння, од/год	800	767	-	-	-	995	1038	1850

Можна зробити висновок, що розрахункові дані отримані за методикою Неізвестної Н.В. максимально приближені до даних отриманих шляхом натурних обстежень, також максимальна відповідність даним отриманих шляхом натурних обстежень спостерігається і при моделюванні роботи перетину міських магістральних вулиць з кільцевим рухом транспорту за допомогою програмного комплексу в PTV VISSIM.

**Висновок.** Існуючі нормативні документи та методичні рекомендації, які регламентують проектування перетинів міських магістральних вулиць з кільцевим рухом транспорту не повною мірою забезпечують проектування геометричних елементів перетинів міських магістральних вулиць з кільцевим рухом. В ході роботи було досліджено вплив швидкості, як одного з головних показників, що впливає на вибір інженерно-планувального рішення перетинів міських магістральних вулиць з кільцевим рухом, на розмір центрального островця – виникла значна розбіжність у отриманих результатах. І постає необхідність в дослідженні причин розбіжностей значень та приведення до однієї методики проектування, яка б найбільш точно відображала роботу транспорту на перетині міських магістральних вулиць з кільцевим рухом. В результаті проведеної роботи можна зробити висновок про необхідність подальшого дослідження методик визначення пропускної здатності та оцінки

техніко-економічної ефективності влаштування перетинів міських магістральних вулиць з кільцевим рухом транспорту.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Осетрін М.М. Міські дорожньо-транспортні споруди. Навчальний посібник для студентів ВНЗ. – К.: ІЗМН, 1997. – 196 с.
2. Осетрін М.М. Фактори, які визначають вибір інженерно-планувальних рішень перетинів міських магістральних вулиць з кільцевим рухом / М.М. Осетрін, О.В. Луценко // Містобудування та територіальне планування, вип. 58. Наук.-техн. Збірник / Відпов. ред. М.М. Осетрін. - К.: КНУБА, 2015. – С. 354-364.
3. ДБН В.2.3-5.2001. Вулиці та дороги населених пунктів. - К.: Держбуд України, 2001. - 51 с.
4. Самойлов Д.С. Организация и безопасность городского движения / Д.С. Самойлов, В.А. Юдин // – М.: Высшая школа, 1981. – 256 с.
5. Меркулов Е.А. Проектирование дорог и сетей пассажирского транспорта в городах – М.: Стройиздат, 1980. – 496 с.
6. Методические указания по проектированию кольцевых пересечений автомобильных дорог – М.: Транспорт, 1980. – 76 с.
7. Гаврилов Е.Д. Організація дорожнього руху / Е.Д. Гаврилов., М.Ф. Дмитриченко, В.К. Доля // – К.: Знання України, 2007. – 450 с.
8. Неізнана Н.В. Удосконалення проектування кільцевої розв'язки на одному рівні // Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. – Київ, 2012. – 211 с.

### Аннотация

В данной статье проведен анализ различных методологических подходов к определению геометрических элементов пересечений городских магистральных улиц с кольцевым движением транспорта, которые используются сейчас. Также показано расхождение в полученных теоретических результатах при определении геометрических параметров пересечений городских магистральных улиц с кольцевым движением транспорта и данных полученных путем натурных исследований.

Ключевые слова: пересечения городских магистральных улиц, кольцевые пересечения, расчетная скорость пересечений, методы определения геометрических параметров кольцевых пересечений.

### Annotation

Different methodological approaches to determining the geometric parameters of cross sections of the main city streets with a circular traffic were analyzed in this article. Also shown is a discrepancy in the theoretical results in determining the geometric parameters of the main city streets cross sections with a circular traffic.