



УДК 625.72

• © Н.В. Неівестна, канд. техн. наук, доцент (НТУ)

МЕЖІ ЗАСТОСУВАННЯ КІЛЬЦЕВИХ РОЗВ'ЯЗОК АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ НА ОДНОМУ РІВНІ ЗАЛЕЖНО ВІД ЇХ ПРОПУСКНОЇ ЗДАТНОСТІ

***Анотація.** В основі проектування дорожніх кільцевих розв'язок на одному рівні є їх пропускна здатність. Наведено межі застосування даного типу розв'язок.*

***Ключові слова:** кільцева розв'язка, пропускна здатність, інтенсивність руху, транспортний потік.*

***Аннотация.** В основе проектирования дорожных кольцевых развязок на одном уровне является их пропускная способность. Представлены границы применения данного типа развязок.*

***Ключевые слова:** кольцевая развязка, пропускная способность, интенсивность движения, транспортный поток.*

***Annotation.** In basis of planning of travelling circular upshots there is a carrying capacity of upshot in one level. In the article the scopes of application of this type of upshot are presented depending on a carrying capacity.*

***Keywords:** circular upshot, carrying capacity, intensity of motion, began to the flow transport.*

Вступ

Останнім часом на дорогах України складається досить складна транспортна ситуація. Причиною тому є значне зростання автопарку, з одного боку, і недостатньо розвинена дорожня мережа, з іншого.

Основними показниками якості роботи будь-якої автомобільної дороги є безпека, зручність і економічність руху. Ці показники багато в чому визначаються ступенем завантаження дороги рухом, тобто співвідношенням між інтенсивністю руху і пропускною здатністю дороги, [1].

Значне зниження пропускної здатності та безпеки руху на автомобільних дорогах виникає в зоні перетинів, особливо на ділянках злиття і переплетення транспортних потоків, де відбувається зміна напрямку руху. Пропускна здатність на розв'язках знижується через недостатню плавність ділянок входу і виходу, ширину проїзної частини і радіусів закруглень, високу інтенсивність руху на головному напрямку, [2, 3].

Визначення пропускної здатності необхідне не тільки для виявлення ділянок, що вимагають поліпшення руху, але і для оцінки економічності та зручності руху всього потоку автомобілів по розв'язці, вибору ефективних засобів організації руху. Також, для підвищення пропускної здатності

жвавих перехресть, нині все частіше застосовується переобладнання їх у розв'язки з круговим рухом. Збільшення пропускної здатності перетину за допомогою кільцевої розв'язки на одному рівні пояснюється перетворенням руху потоків перетину і повороту (з очікуванням і перешкодами руху потоків інших напрямків) у сповільнений круговий рух. Не дивлячись на те, що кругова траєкторія знижує швидкість руху, загальна тривалість проїзду через перехрестя скорочується, плавність руху забезпечується, оскільки необхідність повної зупинки транспортних засобів виникає досить рідко, [3].

Отже, будь-яка розв'язка може працювати при завантаженні різної інтенсивності руху. При цьому граничною буде інтенсивність, яка відповідає пропускній здатності розв'язки, [4]. Пропускна здатність кільцевої розв'язки визначається як гранично допустима інтенсивність руху на всіх її в'їздах. Вона залежить від геометричних елементів плану розв'язки, параметрів транспортного потоку і організації руху на під'їзді до розв'язки. Таким чином, пропускна здатність кільцевої розв'язки є складним показником. Ступінь впливу всіх цих чинників встановлено шляхом проведення широких спостережень за режимом руху автомобілів на кільцевих розв'язках.



Рис. 1. Дослідницькі ділянки режимів руху на кільцевих розв'язках

При проектуванні кільцевих розв'язок автомобільних доріг на одному рівні необхідно визначити гранично допустиму інтенсивність на смугах руху на кільцевому проїзді, а потім порівняти її з перспективною інтенсивністю руху на розв'язці та встановити межі дозволеної інтенсивності руху на в'їздах на розв'язку.

Сумарна інтенсивність руху на всіх в'їздах на кільцевий проїзд не повинна перевищувати гранично допустиму інтенсивність руху на кільцевому проїзді:

$$\sum_{i=1}^n N_{\text{підїзд}_i} \leq P \quad (1)$$

де $\sum_{i=1}^n N_{\text{підїзд}_i} \leq P$ – сумарна інтенсивність руху

автомобілів на всіх в'їздах до кільцевої розв'язки, авт/год;

P – практична пропускна здатність кільцевої розв'язки автомобільних доріг на одному рівні, авт/год ($P = N_{\text{max}}$, де N_{max} – гранично допустима інтенсивність руху на кільцевій розв'язці).

Залежно від функцій смуг руху на кільцевому проїзді та на під'їздах до розв'язки можна виділити сім варіантів кільцевих розв'язок із різною організацією дорожнього руху, умовами використання та практичною пропускною здатністю. Умови ефективного функціонування виділених варіантів наведені у табличній формі (табл. 1).

Таблиця 1

Умови ефективного функціонування кільцевої розв'язки автомобільних доріг на одному рівні

| Умови ефективного функціонування кільцевої розв'язки | |
|--|--|
| <p>З двома смугами руху на кільцевому проїзді та з однією смугою руху на під'їзді до розв'язки</p> | <p>З двома смугами руху на кільцевому проїзді та з двома смугами руху на під'їзді до розв'язки</p> |
| | |



| Умови ефективного функціонування кільцевої розв'язки | |
|--|---|
| $N_{\text{під'їзд } i}^{\text{доп}} \leq \frac{3600}{T_{\text{право}}}; N_{1\text{см}}^{\text{доп}} \leq N_{\text{під'їзд } i}^{\text{доп}}, N_{2\text{см}}^{\text{доп}} \leq N_{\text{під'їзд } i}^{\text{доп}};$ $T_{\text{в'їзд}} \leq T_{\text{пер}} : N_{1\text{см}}^{\text{доп}} \leq \frac{3600}{T_{\text{пер}}}, N_{2\text{см}}^{\text{доп}} \leq \frac{3600}{T_{\text{пер}}};$ $N_{1\text{см}}^{\text{доп}} \leq \sum_{i=1}^n N_{\text{під'їзд } i} - \sum_{j=1}^n (N_{\text{прямо } j} + N_{\text{ліво } j});$ $P = N_{1\text{см}}^{\text{доп}} + N_{2\text{см}}^{\text{доп}}; \sum_{i=1}^n N_{\text{під'їзд } i} \leq P.$ | $N_{\text{під'їзд } i1\text{см}}^{\text{доп}} \leq \frac{3600}{T_{\text{право}}}, N_{\text{під'їзд } i2\text{см}}^{\text{доп}} \leq \frac{3600}{T_{\text{в'їзд}}};$ $N_{1\text{см}}^{\text{доп}} \leq N_{\text{під'їзд } i1\text{см}}^{\text{доп}}, N_{2\text{см}}^{\text{доп}} \leq N_{\text{під'їзд } i2\text{см}}^{\text{доп}};$ $N_{1\text{см}}^{\text{доп}} \leq \sum_{i=1}^n N_{\text{під'їзд } i} - \sum_{j=1}^n (N_{\text{прямо } j} + N_{\text{ліво } j});$ $N_{1\text{см}}^{\text{доп}} \leq \sum_{i=1}^n N_{\text{під'їзд } i} - \sum_{j=1}^n (N_{\text{прямо } j} + N_{\text{ліво } j});$ $P = N_{1\text{см}}^{\text{доп}} + N_{2\text{см}}^{\text{доп}}; \sum_{i=1}^n N_{\text{під'їзд } i} \leq P.$ |
| <p>З трьома смугами руху на кільцевому проїзді та з двома смугами руху на під'їзді до розв'язки</p> | <p>З трьома смугами руху на кільцевому проїзді та з однією смугою руху на під'їзді до розв'язки</p> |
| | |
| $N_{1\text{см}}^{\text{доп}} \leq N_{\text{під'їзд } i1\text{см}}^{\text{доп}}, N_{2\text{см}}^{\text{доп}} \leq N_{\text{під'їзд } i2\text{см}}^{\text{доп}};$ $N_{1\text{см}}^{\text{доп}} \leq \sum_{i=1}^n N_{\text{під'їзд } i} - \sum_{j=1}^n (N_{\text{прямо } j} + N_{\text{ліво } j});$ $N_{\text{під'їзд } i1\text{см}}^{\text{доп}} \leq \frac{3600}{T_{\text{право}}}, N_{\text{під'їзд } i2\text{см}}^{\text{доп}} \leq \frac{3600}{T_{\text{в'їзд}}};$ $N_{\text{під'їзд } i3\text{см}}^{\text{доп}} \leq \frac{3600}{T_{\text{в'їзд}}};$ $T_{\text{в'їзд}} \leq T_{\text{пер}} : N_{3\text{см}}^{\text{доп}} \leq \frac{3600}{T_{\text{пер}}}, N_{2\text{см}}^{\text{доп}} \leq \frac{3600}{T_{\text{пер}}};$ $T_{\text{в'їзд}} > T_{\text{пер}} : N_{2\text{см}}^{\text{доп}} \leq \frac{3600}{T_{\text{в'їзд}}}, N_{3\text{см}}^{\text{доп}} \leq \frac{3600}{T_{\text{в'їзд}}};$ $P = N_{1\text{см}}^{\text{доп}} + N_{2\text{см}}^{\text{доп}} + N_{3\text{см}}^{\text{доп}}; \sum_{i=1}^n N_{\text{під'їзд } i} \leq P.$ | $N_{1\text{см}}^{\text{доп}} \leq N_{\text{під'їзд } i}^{\text{доп}}; N_{\text{під'їзд } i}^{\text{доп}} \leq \frac{3600}{T_{\text{право}}};$ $N_{1\text{см}}^{\text{доп}} \leq \sum_{i=1}^n N_{\text{під'їзд } i} - \sum_{j=1}^n (N_{\text{прямо } j} + N_{\text{ліво } j});$ $T_{\text{в'їзд}} \leq T_{\text{пер}} : N_{3\text{см}}^{\text{доп}} \leq \frac{3600}{T_{\text{пер}}}, N_{2\text{см}}^{\text{доп}} \leq \frac{3600}{T_{\text{пер}}};$ $T_{\text{в'їзд}} > T_{\text{пер}} : N_{2\text{см}}^{\text{доп}} \leq \frac{3600}{T_{\text{в'їзд}}}, N_{3\text{см}}^{\text{доп}} \leq \frac{3600}{T_{\text{в'їзд}}};$ $P = N_{1\text{см}}^{\text{доп}} + N_{2\text{см}}^{\text{доп}} + N_{3\text{см}}^{\text{доп}};$ $\sum_{i=1}^n N_{\text{під'їзд } i} \leq P.$ |



| | |
|--|---|
| <p>З трьома смугами руху на кільцевому проїзді та з трьома смугами руху на під'їзді до розв'язки</p> | <p>З чотирма смугами руху на кільцевому проїзді та з двома смугами руху на під'їзді до розв'язки</p> |
| $N_{1см}^{дон} \leq N_{під'їзд\ 1см}^{дон}$ $N_{2см}^{дон} \leq N_{під'їзд\ 2см}^{дон}, N_{3см}^{дон} \leq N_{під'їзд\ 2см}^{дон}$ $N_{1см}^{дон} \leq \sum_{i=1}^n N_{під'їзд\ i} - \sum_{j=1}^n (N_{прям\ j} + N_{лів\ j});$ $N_{під'їзд\ 1см}^{дон} \leq \frac{3600}{T_{право}}, N_{під'їзд\ 2см}^{дон} \leq \frac{3600}{T_{лів}}$ | $N_{1см}^{дон} \leq N_{під'їзд\ 1см}^{дон}, N_{2см}^{дон} \leq N_{під'їзд\ 2см}^{дон},$ $N_{3см}^{дон} \leq N_{під'їзд\ 2см}^{дон}, N_{4см}^{дон} \leq N_{під'їзд\ 2см}^{дон};$ $N_{1см}^{дон} \leq \sum_{i=1}^n N_{під'їзд\ i} - \sum_{j=1}^n (N_{прям\ j} + N_{лів\ j});$ |
| | |
| $N_{під'їзд\ 3см}^{дон} \leq \frac{3600}{T_{лів}}$ <p>при $T_{лів} \leq T_{пер}$: $N_{3см}^{дон} \leq \frac{3600}{T_{пер}}, N_{2см}^{дон} \leq \frac{3600}{T_{пер}}$;</p> <p>при $T_{лів} > T_{пер}$: $N_{2см}^{дон} \leq \frac{3600}{T_{лів}}, N_{3см}^{дон} \leq \frac{3600}{T_{лів}}$;</p> $P = N_{1см}^{дон} + N_{2см}^{дон} + N_{3см}^{дон}; \sum_{i=1}^n N_{під'їзд\ i} \leq P.$ | $N_{під'їзд\ 1см}^{дон} \leq \frac{3600}{T_{право}}, N_{під'їзд\ 2см}^{дон} \leq \frac{3600}{T_{лів}}$ $N_{2см}^{дон} \leq \frac{3600}{T_{пер}}, N_{3см}^{дон} \leq \frac{3600}{T_{пер}}, N_{4см}^{дон} \leq \frac{3600}{T_{пер}}$ $P = N_{1см}^{дон} + N_{2см}^{дон} + N_{3см}^{дон} + N_{4см}^{дон};$ $\sum_{i=1}^n N_{під'їзд\ i} \leq P.$ |
| <p>З чотирма смугами руху на кільцевому проїзді та з трьома смугами руху на під'їзді до розв'язки</p> | |
| | |
| $N_{1см}^{дон} \leq N_{під'їзд\ 1см}^{дон}, N_{2см}^{дон} \leq N_{під'їзд\ 2см}^{дон}, N_{3см}^{дон} \leq N_{під'їзд\ 2см}^{дон}, N_{4см}^{дон} \leq N_{під'їзд\ 2см}^{дон};$ $N_{1см}^{дон} \leq \sum_{i=1}^n N_{під'їзд\ i} - \sum_{j=1}^n (N_{прям\ j} + N_{лів\ j}); N_{під'їзд\ 1см}^{дон} \leq \frac{3600}{T_{право}}, N_{під'їзд\ 2см}^{дон} \leq \frac{3600}{T_{лів}}, N_{під'їзд\ 3см}^{дон} \leq \frac{3600}{T_{лів}}$ $N_{2см}^{дон} \leq \frac{3600}{T_{пер}}, N_{3см}^{дон} \leq \frac{3600}{T_{пер}}, N_{4см}^{дон} \leq \frac{3600}{T_{пер}}; P = N_{1см}^{дон} + N_{2см}^{дон} + N_{3см}^{дон} + N_{4см}^{дон}; \sum_{i=1}^n N_{під'їзд\ i} \leq P.$ | |



Таблиця 2

Межі застосування кільцевих розв'язок автомобільних доріг
на одному рівні залежно від пропускної здатності

| Кількість смуг руху на кільцевому проїзді | Кількість смуг руху на під'їзді до розв'язки | Гранична практична пропускна здатність, авт/год | |
|---|--|---|---------------------|
| | | легкові автомобілі | вантажні автомобілі |
| 2 | 2 | 498 – 1044 | 277 – 559 |
| 3 | 1 | 570 – 1814 | 264 – 873 |
| | 2 | 689 – 1649 | 366 – 850 |
| | 3 | 849 – 1576 | 535 – 984 |
| 4 | 2 | 879 – 2254 | 454 – 1141 |
| | 3 | 1039 – 2004 | 623 – 1275 |

Показники з табл. 2: $N_{\text{під'їзд } i}^{\text{доп}}$ – максимально допустима інтенсивність руху на під'їзді до розв'язки, авт/год; $N_{\text{під'їзд } i}$ – інтенсивність руху на i -му під'їзді до розв'язки, авт/год; $N_{\text{під'їзд } i1\text{см}}^{\text{доп}}$, $N_{\text{під'їзд } i2\text{см}}^{\text{доп}}$, $N_{\text{під'їзд } i3\text{см}}^{\text{доп}}$ – максимально допустима інтенсивність руху відповідно на 1-ій, 2-ій та 3-ій смугах i -го під'їзду до розв'язки, авт/год; $N_{1\text{см}}^{\text{доп}}$, $N_{2\text{см}}^{\text{доп}}$, $N_{3\text{см}}^{\text{доп}}$, $N_{4\text{см}}^{\text{доп}}$ – максимально допустима інтенсивність руху відповідно на 1-ій, 2-ій, 3-ій та 4-ій смугах кільцевого проїзду, авт/год; $T_{\text{право}}$ – мінімально необхідний час для виконання правого повороту, с; $T_{\text{пер}}$ – мінімально необхідний час для виконання переплетення потоків на кільцевому проїзді, с; $T_{\text{в'їзд}}$ – мінімально необхідний час для виконання в'їзду на кільцевий проїзд, с; $N_{\text{прямо } j}$ – інтенсивність j -го прямого руху, авт/год; $N_{\text{ліво } j}$ – інтенсивність j -го лівоповоротного руху, авт/год; $\sum_{j=1}^n (N_{\text{прямо } j} + N_{\text{ліво } j})$ – сумарна інтенсивність руху в i -му перерізі кільцевого проїзду по 1-ій смузі руху, відповідно до розподілу інтенсивності руху за напрямками, авт/год; $N_{\text{право } i}$ – інтенсивність i -го правоповоротного руху, авт/год.

На основі практичної пропускної здатності різних варіантів кільцевої розв'язки автомобільних доріг на одному рівні, з урахуванням маневрів руху, різного складу транспортного потоку, середньої швидкості руху для легкових і вантажних автомобілів у складі транспортного потоку (табл. 1) встановлені межі ефективного її функціонування (табл. 2).

Висновки

Встановлені межі ефективного функціонування кільцевих розв'язок на одному рівні дають можливість аналізу сфери застосування даного типу розв'язки при проектуванні нових транспортних розв'язок або реконструкції існуючих, а також у розробці нової методики розрахунку пропускної спроможності з'їздів міських транспортних розв'язок в умовах щільних транспортних потоків.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гохман В.А., Визгалов В.М., Поляков М.П. Пересичения и примыкания автомобильных дорог. – М.: Высшая школа, 1989. – 319 с.
2. Сильянов В.В. Теория транспортных потоков в проектировании дорог и организации движения. – М.: Транспорт, 1977. – 303 с.
3. Коноплянко В.І. Организация и безопасность дорожного движения. – М.: Транспорт, 1991. – 184 с.
4. Лобанов Є.М., Визгалов В.М., Шевяков А.П., Гохман В.А., Завадський В.Б., Ситников Ю.М. Пропускная способность автомобильных дорог. – М.: Транспорт, 1972. – 232 с.