

УДК 625.721

• © В.Б. Петрук (НТУ)

# ТРАНСПОРТНА РОЗВ'ЯЗКА З РЕВЕРСНИМ РОЗПОДІЛЬЧИМ КІЛЬЦЕМ. ЯКІСНИЙ ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ

**Анотація.** Наведений порівняльний аналіз транспортних розв'язок у різних рівнях. Показано переваги трирівневої розв'язки із реверсним розподільчим кільцем.

**Ключові слова:** автомобільна дорога, безпека руху, перехрестя, розв'язка, розподільче кільце.

**Аннотация.** Приведен сравнительный анализ транспортных развязок в разных уровнях. Показаны преимущества триуровневой развязки с реверсивным распределительным кольцом.

**Ключевые слова:** автомобильная дорога, безопасность движения, перекресток, развязка, распределительное кольцо.

**Annotation.** Presented a comparative analysis of transport interchanges at various levels. Shown the advantages of three-level interchange with reverse distributors ring.

**Keywords:** road, traffic safety, intersection, interchange, distribution ring.

Безперервне збільшення рівня автомобілізації вимагає постійного підвищення категорійності існуючих та будівництва нових доріг що, як наслідок, потребує реконструкції існуючих і будівництва нових транспортних розв'язок.

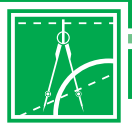
Дорожня галузь є надзвичайно капіталомісткою, особливо в частині будівництва та експлуатації інженерних споруд. Додаткові будівельні обтяження створюють обмежені земельні ресурси, існуюча забудова, історичні пам'ятки, інженерні мережі та інші фактори, що вимагають зваженого компромісу між бажаною та можливою реалізацією транспортних розв'язок.

Найкращі властивості, з точки зору пропускної спроможності та безпеки руху, мають розв'язки вищого класу, що позбавлені перетинів транспортних потоків в одному рівні. Проте, вони потребують влаштування значної кількості шляхопроводів для виділеного руху на окремі напрямки, що при нормативних обмеженнях геометрії (мінімальні

радіуси в плані та профілі, максимальні повздовжні похили), збільшує площу розв'язки до 35 га і більше. Внаслідок цього, розв'язки вищого класу реалізуються неповними, розв'язуючи не всі напрямки руху. Це призводить до зайвого перепробігу автотранспорту та завантаження прилеглих вузлів паразитним трафіком.

Значно компактнішими є розв'язки I класу, які завдяки простішій реалізації (організація часткового перетину транспортних потоків в одному рівні), займають меншу площу та мають меншу вартість інженерних споруд, проте, як наслідок, поступаються розв'язкам вищого класу за пропускною спроможністю та безпекою руху.

З 1928 р видано понад 1350 патентів на багаторівневі транспортні розв'язки. Абстрагуючись від конкретного конструктивного виконання, всіх їх можна розділити на три основні групи, в залежності від способу виконання лівого повороту (рис. 1):



ПРОЕКТУВАННЯ

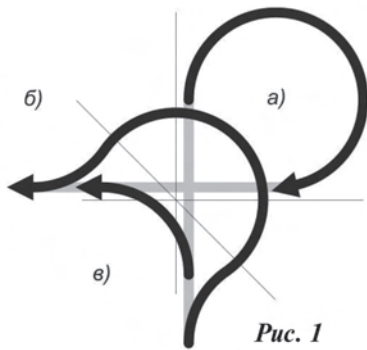


Рис. 1

а) “чотирилисникові” – лівий поворот здійснюється шляхом повороту праворуч на 270°;

б) кільцеві – лівий поворот здійснюється шляхом об’їзду центрального острівця розв’язки з правого боку;

в) ромбичні – лівий поворот здійснюється власне поворотом ліворуч, без об’їзду центру розв’язки.

“Чотирилисник” I класу реалізується у двох рівнях (рис. 2). Це достатньо вивчений тип, вперше

побудований у 1928 році у м. Нью-Джерсі, США. З невідомих причин, ця недосконала розв’язка, яка потребує земельної ділянки площею від 7 га до 11 га та має істотні обмеження на пропуск лівоповоротних транспортних потоків (не більше 15 % від загального транспортного потоку, згідно з ДБН В. 2.3–5–2001), знайшла широке застосування в колишньому СРСР.

Розв’язка з розподільчим кільцем I класу, найкраще реалізується у трьох рівнях (рис. 3). Це також достатньо вивчений тип, перший патент на який видано у 1928 році у Великобританії (GB302376A). Існує також спосіб її реалізації у двох рівнях, з п’ятьма шляхопроводами, проте за площею землевідведення така розв’язка не має переваг перед “чотирилисником”.

Ромбичні ліві повороти до сьогодні реалізовані лише, як правило, в неповних (за відсутності розворотів),

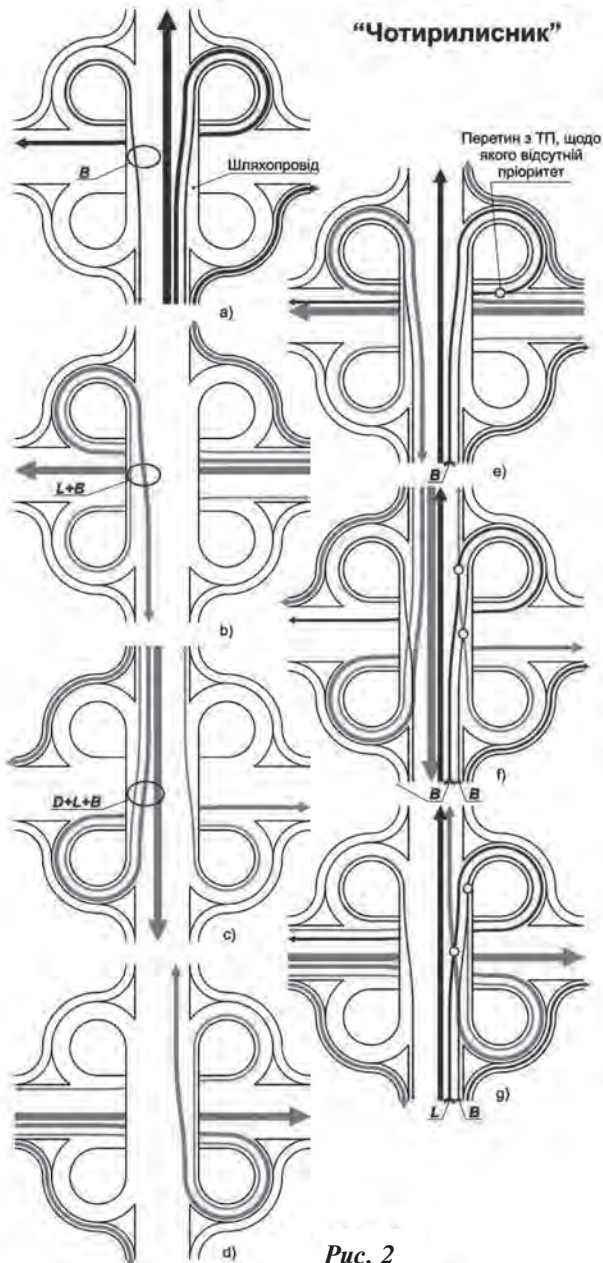


Рис. 2

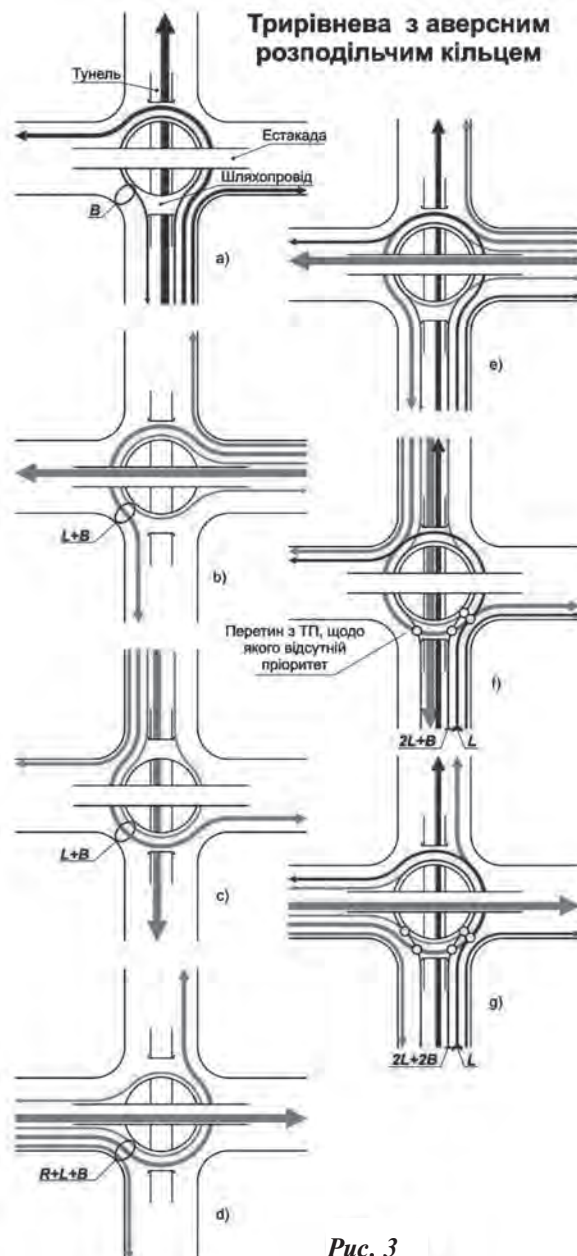


Рис. 3

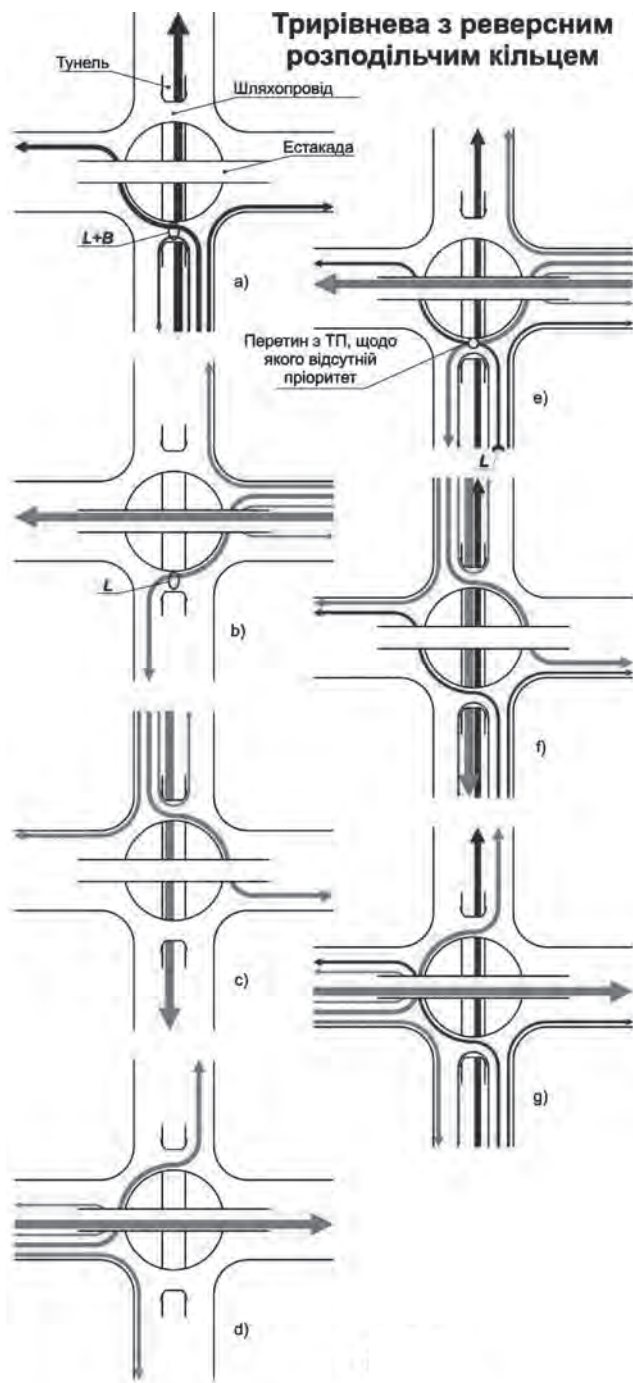
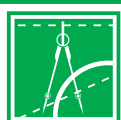


Рис. 4

чотирирівневих розв'язках вищого класу. В основному на замських швидкісних магістралях у США.

Проте, існує очевидна можливість реалізації ромбічних лівих поворотів у складі повної трирівневої розв'язки I класу (рис. 4).

В основі запропонованої схеми руху також лежить розподільче кільце, проте його об'їзд виконується за годинниковою стрілкою, тому для відмінності, надалі вона називатиметься: розв'язкою з реверсним розподільчим кільцем, тоді як класична розв'язка, з розподільчим кільцем, об'їзд якого виконується проти годинникової стрілки, називатиметься: розв'язкою з аверсним розподільчим кільцем.

Трирівнева розв'язка з реверсним розподільчим кільцем, раніше не описувалась, відсутні відповідні заявки на винаходи та патенти, у зв'язку з чим є сенс дослідити її властивості та порівняти з аналогами.

Абстрагуючись від конкретного конструктивного виконання, у першому наближенні порівняємо: інтенсивність руху на окремих елементах розв'язок (розподільчих кільцях і шляхопроводах), а також інтенсивність руху на перетинах транспортних потоків в одному рівні.

За однакової пропускної спроможності, кількість смуг руху на відповідному елементі проїжджої частини транспортної розв'язки, пропорційна інтенсивності руху цим елементом, з врахуванням відповідного коефіцієнта рядності.

На рис. 2 а, b, c, d; рис. 3 а, b, c, d; рис. 4 а, b, c, d; зображено повне розкладання загального транспортного потоку на шістнадцять окремих напрямків, що дає змогу підрахувати інтенсивність руху транзитними проїздами та розподільчими кільцями (ділянки, відмічені зеленим кольором). Результати такого розрахунку зведені у табл. 1.

Для кількісного порівняння розв'язок прийнятий симетричний рух:

$T_N = T_O = T_S = T_W = T$  (перетин двох магістралей однакової категорії), з однаковим розподілом інтенсивності руху за напрямками:

- $D$  (direct) = 0,50  $T$ ;
- $L$  (left) = 0,25  $T$ ;
- $R$  (right) = 0,20  $T$ ;
- $B$  (back) = 0,05  $T$ .

Таблиця 1

Інтенсивність руху транзитними проїздами та ділянками перелаштування

Тип розв'язки	Транзитний проїзд			Ділянка перелаштування		
	Інтенсивність		Кількість смуг	Інтенсивність		Кількість смуг
	загальна	розрах.		загальна	розрах.	
“Чотирилисник”	$D+2L+3B$	1,15 $T$	5	—	—	—
Трирівнева аверсна	$D$	0,50 $T$	2	$3L+R+4B$	1,15 $T$	4,5
Трирівнева реверсна	$D$	0,50 $T$	2	$2L+B$	0,55 $T$	2,0



Таблиця 2

Інтенсивності транспортних потоків, щодо яких відсутній пріоритет

Тип розв'язки	При повороті ліворуч		При розвороті	
	загальна	розрах.	загальна	розрах.
“Чотирилисник”	$L+2B$	$0,35T$	$2B$	$0,10T$
Трирівнева аверсна	$2L$	$0,50T$	$4L+3B$	$1,15T$
Трирівнева реверсна	$L$	$0,25T$	–	0

Оскільки в загальному випадку:

- транзитний потік *не менший* за суму маневрових потоків (спрямлення шляхів);
- лівоповоротний потік *завжди більший* за правоповоротний, оскільки лівий поворот на магістралях може виконуватись лише у вузлах, тоді як правий – через будь які місцеві примикання;
- *завжди існує ненульовий* розворотний потік, з/на примикання до магістралі доріг нижчої категорії, які не утворюють з магістраллю лівих поворотів.

Розподіл інтенсивностей в реальному вузлі може бути іншим, проте очевидно, що при:

- $0 < L, B \geq 1$
- $D+2L+3B > D$ ;
- $3L+R+4B > 2L+B$ .

Тобто, за будь-якого розподілу інтенсивності руху за напрямками, трирівнева розв'язка з реверсним розподільчим кільцем, має меншу інтенсивність руху на окремих рівнях, у порівнянні з аналогами.

У розрахунковому випадку, як видно з даних **табл. 1**:

- транзитними проїздами “чотирилисника” (шляхопроводом та проїздом під шляхопроводом), рухається транспортний потік з інтенсивністю у *2,3 рази вищою* за інтенсивність руху транзитними проїздами обох *трирівневих розв'язок*;
- ділянкою перелаштування розподільчого кільця *трирівневої аверсної розв'язки*, рухається транспортний потік з інтенсивністю у *2,1 рази вищою* за інтенсивність руху ділянкою перелаштування розподільчого кільця *трирівневої реверсної розв'язки*.

Отже, з врахуванням коефіцієнта рядності, “чотирилисник”, еквівалентний за пропускною спроможністю *трирівневої реверсної розв'язки*, повинен мати шляхопровід шириною, щонайменше:  $2 \cdot (1,15/0,5)^{1,1} = 5$  смуг руху в одному напрямку. Насправді ще більше, оскільки шляхопровід “чотирилисника” є ділянкою перелаштування, а транспортний потік, який ним рухається містить вакансії, необхідні для здійснення перелаштувань. У той же час, транзитний проїзд обох *трирівневих розв'язок* не є ділянкою перелаштування, а транспортний потік, який ним рухається не містить вакансій та є більш щільним, внаслідок чого має більшу інтенсивність.

Аналогічно, *трирівнева аверсна розв'язка*, еквівалентна за пропускною здатністю *трирівневої реверсної розв'язки*, повинна мати розподільче кільце шириною, щонайменше:  $2 \cdot (1,15/0,55)^{1,1} = 4,5$  смуги руху.

У той же час, згідно з ДБН В.2.3-5-2001, кількість смуг руху на кільці не може перевищувати *чотири*, а отже, *трирівнева аверсна розв'язка*, еквівалентна за пропускною здатністю *трирівневої реверсної розв'язки*, не може бути реалізована.

Безпека руху та, значним чином, пропускна спроможність транспортних розв'язок залежать від інтенсивності транспортних потоків, які перетинаються в одному рівні:

- частота виникнення ДТП, в однакових умовах, пропорційна добутку інтенсивностей руху транспортних потоків, які перетинаються у конфліктній точці;
- пропускна спроможність розв'язки при проїзді в певному напрямку пов'язана із затримками транспортних засобів на стоп-лініях та зміною швидкості руху, з метою надання пріоритету транспортним засобам, які рухаються з інших напрямків.

Абстрагуючись від конкретного виконання, можна порівняти якісне співвідношення пропускної спроможності та безпеки руху, виходячи з інтенсивності транспортних потоків, які необхідно перетнути, здійснюючи проїзд у певному напрямку, щодо яких відсутній пріоритет.

Результати такого розрахунку зведені у **табл. 2**.

У країнах з правостороннім рухом, роз'їзд правоповоротних транспортних потоків завжди є безперешкодним. Також безперешкодним, для всіх розв'язок *I класу* є роз'їзд транзитних транспортних потоків. При цьому, як видно з даних **табл. 2**, *трирівнева реверсна розв'язка* – єдина (порівняно з аналогами), де *не відбувається перетину* транспортних потоків при виконанні розвороту. Крім того, при виконанні лівого повороту відбувається перетин з транспортним потоком загальною інтенсивністю у *2 рази меншою*, порівняно з *трирівневою аверсною розв'язкою*, та у *1,4 рази меншою*, порівняно з “чотирилисником”.

### Висновки

*Трирівнева розв'язка з реверсним розподільчим кільцем*, потенційно може мати:

- з огляду на потрібну кількість смуг руху – найменшу вартість інженерних споруд та найменші габарити серед розв'язок *I класу*;
- з огляду на інтенсивність транспортних потоків, які перетинаються в одному рівні – найвищу пропускну спроможність та найвищу безпеку руху серед розв'язок *I класу*.

Отже, є сенс дослідити можливі варіанти реалізації запропонованої схеми руху та провести її *кількісний* порівняльний аналіз з аналогами.