

УДК 625.7

DOI: 10.33868/0365-8392-2026-1-286-33-41

© Т. А. Терещенко, канд. хім. наук,  
 провідний науковий співробітник,  
 ORCID: 0000-0001-7584-9031,  
 e-mail: chemistry@nidi.org.ua  
 (ДП «НИІ»)

© Tatyana Tereshchenko,  
 Candidate of Chemical Sciences (PhD),  
 Senior Research Officer,  
 ORCID: 0000-0001-7584-9031,  
 e-mail: chemistry@nidi.org.ua  
 ("NIDI" SE)

## ПРИМИКАННЯ/ПЕРЕХРЕЩЕННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ В ОДНОМУ РІВНІ З ОРГАНІЗУВАННЯМ РУХУ ПО КОЛУ: ДОСВІД США ТА ЄВРОПИ

### ROUNDAABOUTS: THE EXPERIENCE IN THE USA AND EUROPE

**Анотація.** Примикання/перехрещення автомобільних доріг в одному рівні з організуванням руху по колу (ПРК), визначувані англomовним терміном *roundabouts*, є одним з видів примикань/перехрещень в одному рівні кільцевого типу, де власне геометрія елементів ПРК є засобом організування руху та пріоритет у русі мають транспортні засоби на кільцевій проїзній частині. Доведена світовою практикою ефективність ПРК вказує на доцільність більш широкого впровадження відповідних проектних рішень на національному рівні.

У статті, з урахуванням останніх досягнень світової практики з цього напрямку, виконано загальний аналіз принципів проектування та функціонування ПРК відповідно до категоризації для ПРК, що функціонують з обслуговуванням усіх категорій учасників дорожнього руху або у складі систем перерозподілення транспортних потоків, зокрема транспортних розв'язок автомагістралей.

У висновках визначено основні напрямки розширення, на національному рівні, вимог щодо проектування та принципів сталого функціонування ПРК із урахуванням сучасних практик.

**Ключові слова:** автомобільна дорога, дорожній одяг, примикання/перехрещення автомобільних доріг в одному рівні з організуванням руху по колу, розрахунковий транспортний засіб, транспортна розв'язка.

**Abstract.** The roundabout has been considered the prominent concept for the motor roads at-grade intersections equally important for urban streets network in built-up areas and for transnational roads network. A roundabout differs from other types of at-grade circular intersections for two basic points: the geometry of the roundabout elements itself is the measure of traffic organization independent from many external factors; the priority shall be given to circulating vehicles. The roundabout appears to be an element of the "Vision Zero" strategy for the road safety.

This paper deals with the concept of a roundabout through its operational and designing principles in relation with the roundabout type and functions. The roundabout design and operation were analyzed in certain main directions: systematization of the roundabout elements and their operational principles, principles of the roundabout elements vertical and horizontal alignment, principles for the selection of the vehicle type to be assigned for the roundabout design, and principles for the pavement type selection. According to the results of main roundabout elements geometry analysis, the principles of roundabouts categorization were defined which allow designers to justify the roundabout parameters to operational conditions and traffic flow characteristics. The vertical and horizontal alignment, peculiarly the alignment of road axes on approaches with the roundabout geometrical center shall be accepted as a perfect design toll for objects in restricted or congested areas.

Conclusions from that brief research pointed out the necessity for elaborating, at the national level, standard provisions fixing the concept of a roundabout through singling out the principles of the roundabout functional efficiency and design approaches including alignment, design vehicle selection and pavement design.

**Keywords:** design vehicle, interchange, motor road, road pavement, roundabout.

#### Вступ

Згідно зі світовою практикою питання безпеки на автомобільних дорогах ефективно вирішують улаштуванням примикань/перехрещень в одному рівні з організуванням руху по колу (далі – ПРК), де транспортні засоби (ТЗ) рухаються в

одному напрямку, зі швидкістю, регульованою геометрією елемента дороги; передумови безпеки є сталими й практично не залежать від зовнішніх чинників, що дозволяє уникати потенційно небезпечних маневрів та епізодів, які можуть призвести до фронтального зіткнення ТЗ.

Визначення ПРК як примикання/перехрещення в одному рівні з організуванням руху по колу, з урахуванням положень регуляторних актів ЄС [1], було запропоновано в [2] для англомовного терміна «*roundabout*» і застосовано в [3].

ПРК надають можливість суттєво знизити кількість ДТП з тяжкими наслідками, тому вони є перспективними інженерними рішеннями концепції «*Vision Zero*» для мережі автомобільних доріг. Згідно з даними [4] у США кількість ПРК за період з 1998 р. до 2021 р. збільшилася на два порядки.

У цій статті проаналізовано загальні сучасні підходи до проектування ПРК, які можуть бути застосовані для розширення вимог на національному рівні. Викладений матеріал певною мірою є продовженням тематики публікації [2].

### Порівняльний аналіз різних видів примикань/перехрещень в одному рівні кільцевого типу

Згідно з [4] виділяють примикання/перехрещення в одному рівні кільцевого типу (*circular intersections*):

- з організуванням руху по колу (ПРК), *roundabouts*;
- великого діаметра, *rotaries*;
- з організуванням руху через застосування сигналів, *signalized traffic circles*;
- для уповільнення руху, *traffic calming circles*.

На підставі деталізації, наданої в [4], ПРК є примикання/перехрещення автомобільних доріг в одному рівні з кільцевою проїзною частиною, з забезпеченням циркуляції транспортного потоку навколо центрального острівця за напрямком проти годинникової стрілки<sup>1</sup> і з наданням переваги в русі ТЗ на кільцевій проїзній частині – ПРК набули популярності після виділення пріоритетності цього принципу.

ТЗ на в'їзді, для доступу на кільцеву проїзну частину, мають використовувати

інтервали між ТЗ на ній, що вимагає обмеження співвідношення між кількістю ТЗ, які циркулюють на ПРК, та її пропускною здатністю (*volume-to-capacity ratio*)<sup>2</sup> – рекомендовано в межах від 0,85 до 0,90. За перевищення верхнього значення може відбутися швидке блокування транспортного потоку у зв'язку з тривалим очікуванням на в'їзді.

В окремих випадках рух на відгалуженнях на підходах до ПРК упорядковують через застосування сигналів, проте зі збереженням принципів функціонування ПРК.

Основними елементами ПРК є:

- центральний острівець (*central island*) – центральний елемент переважно круглої форми, навколо якого організовано рух та який, частково або повністю, може бути проїжджим; непроїжджа частина може нести елементи ландшафтного дизайну;
- розділювальний острівець (*splitter island*) – елемент дороги на відгалуженні ПРК, що розділяє транспортні потоки на в'їзд та виїзд, за потреби – піднесений над рівнем проїзної частини, геометрія якого може слугувати уповільненню ТЗ на в'їзді; у разі виконання з піднесеним профілем та за достатньої ширини може слугувати острівцем безпеки пішоходів;
- кільцева проїзна частина (*circulatory roadway*) – проїзна частина переважно круглої форми, на якій організовано циркуляцію ТЗ;
- перон для проїзду вантажного автомобіля (*truck apron*) – улаштований на центральному острівці або за межами смуг руху ззовні (охоплюючи в'їзди та виїзди з ПРК), за потреби – також на розділювальних острівцях піднесений над рівнем проїзної частини елемент, застосований для проїзду по ньому вантажних автомобілів (далі – перон вантажного автомобіля);<sup>3</sup>
- контрольований в'їзд на кільцеву проїзну частину (*yield at entry*) – елемент організування руху, який регламентує надання

<sup>1</sup> Для правостороннього руху.

<sup>2</sup> Пропускна здатність (*capacity*) ПРК визначається пропускною здатністю та кількістю смуг на кільцевій проїзній частині. Стосовно визначення

вказаного відношення: інтервал для аналізування може становити від 15 хв, до 1 год.

<sup>3</sup> Проектують так, щоб забезпечувати поворот вантажних автомобілів із причепами, напівпричепами з заїздом на перон переважно лише задніх коліс.

переваги в русі ТЗ на кільцевій проїзній частині з лівого боку від ТЗ на в'їзді.

Для певних категорій ПРК проєктують пішохідні доріжки, за потреби – буферну смугу, а також заїзди/виїзди для велосипедистів.

Геометрична форма ПРК може відрізнятися від круглої, що залежить від діаметра вписаного кола *ICD* (*inscribed circle diameter*), який визначають на відтинку між зовнішніми крайками кільцевої проїзної частини. Проєктування у формі овалу, еліпсу є доцільним у разі різної ширини проїзної частини доріг на відгалуженнях ПРК та за зміщення осевої лінії дороги на відгалуженні від радіального положення, а також є поширеним, якщо кількість відгалужень перевищує чотири.

Примикання/перехрещення в одному рівні кільцевого типу великого діаметра тип *rotary* (з діаметром понад 100 м) наведено на **рис. 1**.



**Рис. 1.** Примикання/перехрещення в одному рівні кільцевого типу великого діаметра (*rotary*), згідно з [4]

Порівняно з ПРК примикання/перехрещення тип *rotary* характеризується значно більшою швидкістю руху ТЗ, частим змінюванням швидкості руху і смуг руху на кільцевій проїзній частині. В'їзд ТЗ на кільцеву проїзну частину на таких примиканнях/перехрещеннях може відбуватися на значній швидкості й перевагу в русі набувають ТЗ на в'їзді.

Поряд із цим для типу *rotary* часто застосовують змішане - для транспортних потоків на кільцевій проїзній частині та на в'їзді – регулювання руху, що не сприяє безпеці учасників дорожнього руху.

Тип *signalized traffic circle* передбачає застосування сигналів на одному або на кількох в'їздах, відповідно до чого на кільцевій проїзній частині відбувається регульоване накопичення ТЗ.

Тип *traffic calming circle* влаштовують переважно у населених пунктах, за малої інтенсивності руху ТЗ, із центральним островцем, піднесеним над проїзною частиною, де для вантажних автомобілів може бути дозволений лівий поворот перед центральним островцем.

### Загальні підходи до категоризації ПРК

Пропоновану в [4] категоризацію ПРК наведено в **табл. 1**, проте віднесення ПРК до певної категорії за будь-яким з цих параметрів не є вичерпним – автори зазначають, що категорії ПРК не приймають за основу проєктування, першочергове значення має адаптація функцій ПРК до умов функціонування об'єкту і транспортних потоків.

## Категорії та параметри ПРК

Категорія ПРК	Центральний острівцець	Розділювальний острівцець	ICD, м	Кількість кільцевих смуг руху
Міні - ПРК	проїжджий	за потреби – проїжджий, із наскрізним пішохідним переходом	від 14 до 27	1
Компактна ПРК	за потреби – проїжджий	те ж саме	від 20 до 37	1
ПРК з кільцевою проїзною частиною з одною смугою руху (односмугова ПРК)	непроїжджий, переважно з пероном вантажного автомобіля	непроїжджий, за потреби – з наскрізним або з таким, де передбачено острівцець безпеки, пішохідним переходом	від 27 до 55	1
ПРК з багатосмуговою кільцевою проїзною частиною (багатосмугова ПРК)	те ж саме	те ж саме	від 46 до 61*	2+
* У роботі [4] окремо наведено також деталізацію значень ICD для ПРК з дво- та трисмуговою кільцевою проїзною частиною і зазначено, що ICD приймають переважно в інтервалах від 41 м до 55 м та від 58 до 73 м відповідно.				

На параметри основних елементів ПРК впливають параметри розрахункового ТЗ. Улаштування правоповоротних об'їздів дозволяє зменшувати ICD. Наведені в **табл. 1** значення ICD для міні – ПРК і компактної ПРК корелюють із певними параметрами ПРК, що влаштовують у межах зон забудови (*built-up areas*) згідно з [5] (Німеччина). У складі мережі автомобільних доріг США переважну кількість ПРК становлять односмугові ПРК (70 %) [6].

### Засади проектування та ефективного функціонування ПРК

ПРК можуть бути влаштовані для обслуговування всіх категорій учасників дорожнього руху або в складі системи перерозподілення транспортних потоків, переважно на автомагістралях.

Міні-ПРК та компактні ПРК улаштовують у межах зон забудови, на ділянках обмеженої площі, у зв'язку з чим на таких ПРК передбачено певні проїжджі елементи [4, 5]. Проектні рішення і організування руху на ПРК з проїжджими елементами повинні спрямовувати водіїв великих ТЗ так, щоб зводити до мінімуму потребу в русі центральним острівцем, проте чим меншим є ICD, тим більшою є така потреба; на міні-ПРК, а в окремих випадках і компактних ПРК потребується наскрізний, через центральний

острівцець, проїзд для автобусів [4, 5]. Особливої уваги потребує також організування руху на відгалуженнях у разі влаштування проїжджих розділювальних острівців.

Для ПРК зі значенням ICD > 27 м у більшості випадків передбачено перон вантажного автомобіля на центральному острівці, але проектні рішення повинні забезпечувати проїзд найбільшого за розмірами ТЗ для перевезення пасажирів, який прогнозовано в складі транспортного потоку, без заїзду на перон вантажного автомобіля.

Багатосмугові ПРК мають не менше ніж дві кільцеві смуги руху хоча б на одній частині ПРК. Проектні рішення для багатосмугових ПРК уможливають більшу швидкість руху ТЗ на в'їздах та на кільцевих смугах, що пояснюється більшою шириною в'їздів, більшою загальною шириною проїзної частини, і, відповідно, більшим радіусом кривих на ПРК. У даному випадку визначають мінімальну ширину проїзної частини, що забезпечує належне функціонування ПРК.

На **рис. 2** наведено схему, яку застосовують, щоб уможливити досягнення водієм певних точок виїзду з ПРК без маневрування та уникнути ризику блокування ТЗ в транспортному потоці; ТЗ перешиковується на виїзді з ПРК на зовнішню смугу без виконання власне маневру зі зміни смуги руху.



**Рис. 2.** ПРК зі спіралеподібним розміщенням кільцевої проїзної частини [4]

У більшості випадків зазначена на **рис. 2** схема нанесення дорожньої розмітки пов'язана із центральним острівцем неправильної форми. У разі організування руху на ПРК, де виконано спіралеподібне розміщення, з розділенням транспортних потоків на кільцевій проїзній частині (часто – з застосуванням механічних засобів), ПРК визначають як турбо-ПРК; така категоризація є застосовною переважно в Європі [7].

Для одно- та багатосмугових ПРК потрібно забезпечувати проїзд вантажних автомобілів із напівпричепами, причепами – у процесі проектування ПРК такі ТЗ можуть бути прийняті як розрахункові ТЗ. Проектування одно- та багатосмугових ПРК має забезпечувати проїзд розрахункового ТЗ по одній смузі руху, або з виїздом на суміжну смугу чи з заїздом на перон вантажного автомобіля. Критичним є вибір розрахункового ТЗ, оскільки вони можуть різнитися для транспортних потоків, що взаємодіють на ПРК. Пожежні автомобілі й інші автомобілі служб екстреного реагування та автобуси як правило віднесено до ТЗ, проїзд яких має бути забезпечено виключно по проїзній частині.

Поряд з цим під час проектування ПРК може потребуватися урахування ТЗ, для яких очікують меншу інтенсивність руху, проте які мають більші габаритні розміри (охоплюючи, за потреби, ТЗ, які за своїми габаритно-ваговими параметрами потребують отримання дозволу на проїзд за встановленим маршрутом *oversize/overweight vehicle, OSOW*). Відповідний алгоритм проектування ПРК характеризують як

проектування за максимально можливими габаритами ТЗ. У таких випадках визначають проїжджі елементи ПРК (перон вантажного автомобіля на центральному острівці, на розділювальних острівцях) і, за потреби, передбачають укріплену поверхню, прилеглу ззовні до проїзної частини ПРК, для можливості виїзду на неї ТЗ під час руху, а також можливість застосування переносних дорожніх знаків. Прийнятою практикою забезпечення проїзду *OSOW* є застосування правоповоротної об'їзної смуги з виконанням повороту ліворуч на зустрічну смугу руху на відгалуженні, з перетинанням розділювальної смуги першої дороги, як це наведено на **рис. 3**.



**Рис. 3.** Маршрут руху великогабаритних/великовагових ТЗ на ПРК, згідно з [4]

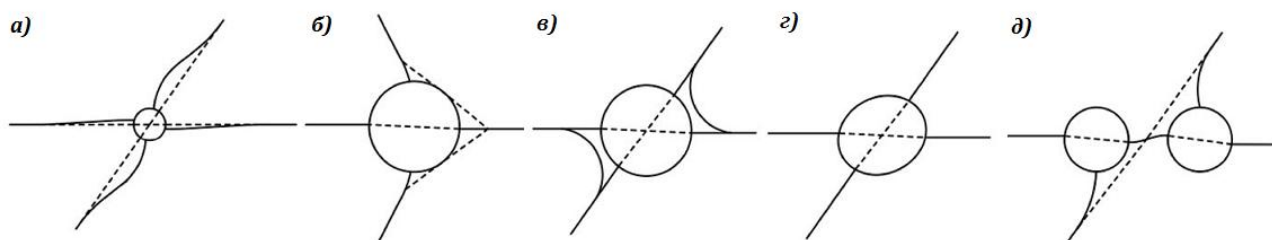
Прокладання маршруту аналогічно до **рис. 3** може бути особливо ефективним у разі обмежень на виконання повороту великогабаритного/великовагового ТЗ праворуч між двома суміжними відгалуженнями ПРК. На таких ПРК інші ТЗ великого розміру застосовують для проїзду на кільцевій проїзній частині перон вантажного автомобіля, ширина якого може сягати 4,6 м; під час проектування ширину перону визначають з урахуванням траєкторії (шаблону) повороту ТЗ.

У складі транспортних розв'язок (переважно ромбічних, а також типу «лист конюшини») ПРК проектують на сполучних зонах з'їздів (заїздів/виїздів) транспортної розв'язки на прикінцевих ділянках (*ramp terminal intersection*) (**рис. 4**).



**Рис. 4.** ПРК як елемент ромбічної транспортної розв'язки на сполучних зонах з'їздів, згідно з [4]

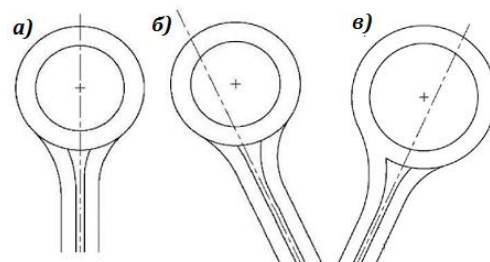
Зазначений підхід до проектування з'їздів транспортних розв'язок є особливо актуальним, коли здатність транспортної споруди до накопичування ТЗ на відтинку між примиканнями/перехрещеннями є обмеженою.



**Рис. 5.** Загальні схеми основних проектних рішень для оптимізації скісних кутів ПРК, згідно з [4]

Регулювання швидкості руху ТЗ через геометрію елементів ПРК і оптимальне сполучення функціональності ПРК та вартості будівництва забезпечують шляхом оптимізації розташування осьових ліній доріг на відгалуженнях відносно центра  $IC$ ; існує три варіанти рішень (рис. 6).

Радіальне розташування осьових ліній у разі проектування односмугової ПРК (рис. 6 а) забезпечує ефективне регулювання швидкості руху ТЗ на в'їзді та виїзді з ПРК. Водночас зцентровування забезпечує помітність центрального острівця.



**Рис. 6.** Розташування осьової лінії дороги на відгалуженні відносно центра  $IC$ : а) зцентровування; б) лівостороннє зміщення; в) правостороннє зміщення

Лівостороннє зміщення осьової лінії дороги на відгалуженні (рис. 6 б) у порівнянні зі зцентровуванням потребує переважно менших значень  $ICD$  для врегулювання швидкості руху.

Правостороннє зміщення (рис. 6 в)) спричиняє зміну геометрії на в'їзді зі збільшенням швидкості руху ТЗ, проте таке рішення є дозволеним, якщо зниження швидкості може бути забезпечено іншим шляхом; рішення переважно є застосовним на ПРК із великими значеннями *ICD*.

Перетинання осьових ліній доріг на відгалуженнях під прямим кутом або з наближенням до такого значення є оптимальним для руху на всіх частинах ПРК. Скісні кути переважно потребують більш високих значень *ICD* для належного функціонування ПРК. Великі кути перетинання осьових ліній негативно впливають на безпеку внаслідок уможливлення високої швидкості руху, особливо під час виконання повороту праворуч – прикладом можуть слугувати ПРК У – подібної форми. Якщо кут перетинання є більшим ніж  $105^\circ$ , потребується лівостороннє зміщення осьової лінії на відповідному відгалуженні або коригування геометрії розділювальних островців.

### Особливості проектування проїзної частини та центрального островця

Для односмугової ПРК найбільш поширеним підходом є проектування проїзної частини з односхилим поперечним профілем, низхідним назовні, прийнятим є похил

2 % [4]. Таке проектне рішення забезпечує помітність центрального островця, сприяє зниженню швидкості руху ТЗ на кільцевій проїзній частині й забезпечує відсутність зламів профілю поверхні на в'їздах та виїздах. Інші варіанти проектних рішень для ПРК наведено на рис. 7.

Схема на рис. 7 а) є оптимальною для забезпечення помітності центрального островця; схеми на рис. 7 б), в) та г) потребують забезпечення водовідведення з конструкції ПРК або влаштування дрена на пероні вантажного автомобіля чи на пероні вантажного автомобіля і по периметру ПРК відповідно.

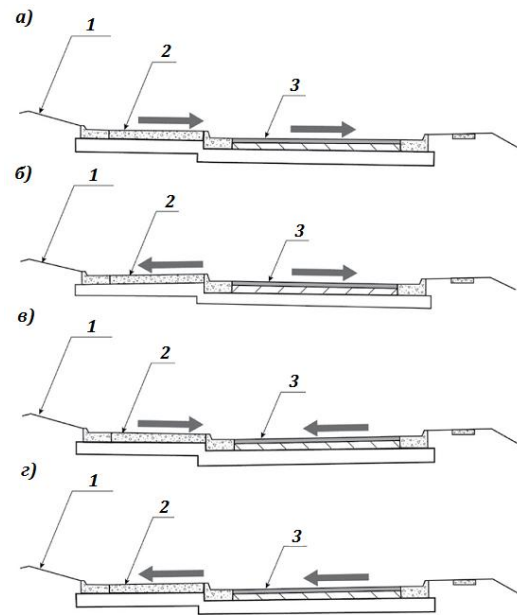


Рис. 7. Схеми проектування ПРК у перерізі, згідно з [4]:  
1 – центральний острівець; 2 – перон вантажного автомобіля; 3 – кільцева проїзна частина.

Для багатосмугових ПРК профіль кільцевої проїзної частини проектують дво-схилим, переважно - на 2/3 ширини низхідним у напрямку центрального островця, та на 1/3 – у напрямку зовнішньої крайки. Такий підхід дозволяє скоротити (розділити) контури поверхневого водовідведення і регулює похил поверхні під задніми колесами вантажного автомобіля з причепом, який застосовує для проїзду перон вантажного автомобіля, проте такі проектні рішення є більш складними для реалізації.

Перони вантажного автомобіля для одно- та багатосмугових ПРК проектують з похилом до 2 % (в окремих випадках – 1 %) [8], переважно низхідними назовні; між пероном і кільцевою проїзною частиною влаштовують бордюри для згладжування різниці висот під час проїзду коліс вантажного автомобіля.

Для центральних островців міні – ПРК та компактних ПРК зі згладженим або опуклим профілем рекомендовано вживати додаткових заходів з підвищення помітності. Для міні – ПРК є можливим односхилий профіль центрального островця, де найбільш висока точка ПРК не співпадає з центром центрального островця, що є

доцільним для забезпечення проїзду ТЗ з малим кліренсом.

### **Загальні питання проектування конструкції дорожнього одягу на ПРК**

Згідно з [4, 6] на кільцевій проїзній частині ПРК, а також на підходах до ПРК дорожній одяг може бути влаштований з верхніми шарами бетону або асфальтобетону, залежно від контексту проєкту в цілому й прийнятих практик. У рекомендаціях [6] зазначено, що всі типи бетонних покривів на ПРК функціонують ідентично до інших «традиційних» елементів автомобільних доріг, на відміну від чого асфальтобетонні покриття зазнають більшого обсягу пошкоджень через вплив відцентрових сил під час проїзду ТЗ. Такий розподіл навантажень від коліс призводить до швидкого утворення колії, особливо на зовнішній траєкторії кочення коліс. За нежорсткої конструкції дорожнього одягу кільцевої проїзної частини перон вантажного автомобіля може бути влаштований з бетонним покритвом або з елементів мостіння [5].

Перевагу за можливості надають ПРК з жорсткою конструкцією дорожнього одягу: з шовним неармованим, безперервно армованим або збірним бетонним покритвом, де в другому випадку поздовжню арматуру розташовують концентрично – згідно з [6] саме такий тип конструкції дорожнього одягу ПРК є поширеним у Європі. За наявності швів бетонного покриття важливим є винесення місць розташування швів за межі границь смуг руху для уникнення помилок водіїв, коли траєкторію руху приймають уздовж шва, що створює небезпеку проїзду ТЗ «бік-о-бік». Розроблення плану розташування (улаштування) швів є важливим елементом проектування ПРК з бетонним покритвом [4].

Обсяги робіт з утримування, ремонтів асфальтобетонного покриття на ПРК, у порівнянні з іншими елементами доріг, є більшими. Окремі типи бетонних покривів на ПРК потребують більш інтенсивного моніторингу швів. Після завершення строку служби ПРК з жорстким дорожнім одягом потребується повна заміна конструкції [4].

### **Висновки**

1. Примикання/перехрещення автомобільних доріг в одному рівні з організаціями руху по колу, ПРК, (англомовний термін – *roundabout*), є окремою категорією примикань/перехрещень в одному рівні кільцевого типу, з організаціями руху через геометрію елементів ПРК і наданням переваги в русі ТЗ на кільцевій проїзній частині, де засадою ефективного функціонування є обмеження відношення кількості ТЗ на кільцевій проїзній частині до пропускної здатності ПРК.

2. Гнучкість проєктних рішень забезпечує можливість улаштування ПРК як виділеного елемента автомобільної дороги – з обслуговуванням усіх категорій учасників дорожнього руху, або в складі системи перерозподілення транспортних потоків, на автомагістралях, з відповідним вибором основних елементів ПРК.

3. Важливим чинником сталого функціонування транспортної інфраструктури і, відтак, економічного розвитку, доцільно визнати проектування ПРК не тільки за параметрами розрахункового ТЗ, але, за потреби, й за максимально можливими розмірами ТЗ для забезпечення проїзду великогабаритних/великовагових ТЗ.

4. Якщо інтенсивність руху потребує улаштування ПРК з кількома смугами руху на кільцевій проїзній частині, більш економічно ефективним може бути улаштування ПРК із жорстким дорожнім одягом.

5. Зазначені на рівні висновків особливості проектування та функціонування ПРК доцільно врахувати на рівні національних вимог. Відправною точкою такої роботи доцільно прийняти розділення за функціональністю ПРК як виділеного елемента автомобільної дороги і ПРК як елемента системи перерозподілення транспортних потоків.

### **References**

1. United Nations. (2016). European Agreement on Main Inter-National Traffic Arteries (AGR).

Consolidated version  
ECE/TRANS/SC.1/2016/3/Rev.1. 43.

Retrieved from:  
<https://unece.org/DAM/trans/doc/2016/sc1/ECE-TRANS-SC1-2016-03-Rev1e.pdf>

2. Tereshchenko, T. (2024). Interchange systems. Interchanges. Used terminology. Roads and bridges, Kyiv, 30, 398–406 [in Ukrainian]

DOI: <https://doi.org/10.36100/dorogimosti2024.30.398>

3. TC. (2025). DSTU EN 13863-1:2024 (EN 13863-1:2003, IDT) Betonni pokryvy. Chastyna 1. Metod vyprobuvan z vyznachennia tovshchyny betonnoho pokryvu metodom obstezhennia (National Ukrainian Standard (DSTU EN 13863-1:2024 (EN 13863-1:2003, IDT)) Concrete pavements – Part 1: Test method for the determination of the thickness of a concrete pavement by survey method). Kyiv, 5 (Information and documentation) [in Ukrainian]

4. Hedges, C. J., Dekelbab, W., Hanna, A. N., Griswold, E., Barnes, N., DiAngelis, H. (2023). Guide for roundabouts. NCHRP research Report 1043. Transportation research Board, 426.

Retrieved from: <https://nap.nationalacademies.org/catalog/27069/guide-for-roundabouts>

5. FGSV. (2006). Directives for the design of urban roads. English Version of «Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen», Edition 2006, Translation 2012. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen

e.V., Köln, 131. Retrieved from: [https://www.fgsv-verlag.de/pub/media/pdf/200\\_E\\_PDF.v.pdf](https://www.fgsv-verlag.de/pub/media/pdf/200_E_PDF.v.pdf)

6. Department of Transportation, Federal Highway Administration. (2023). Selection of pavement types for roundabout intersections. Tech Brief

FHWA – HIF – 23 – 075. U.S. 2023. Retrieved June from: <https://www.fhwa.dot.gov/pavement/pubs/hif23075.pdf>

7. Petru, J.; Krivda, V. (2021). An Analysis of Turbo Roundabouts from the Perspective of Sustainability of Road Transportation. Sustainability. 2021, 13, 2119. Retrieved from: <https://doi.org/10.3390/su13042119>

8. Rens, L. (2013). Concrete roundabouts. European Concrete Paving Association, 28. Retrieved from: <https://www.eupave.eu/wp-content/uploads/eupave-concrete-roundabouts.pdf>.

ISSN 0365-8392

DOI: 10.33868/0365-8392-2026-1-286-33-41

Дата першого надходження статті: 30.12.2025

Дата прийняття до друку: 15.03.2026

Дата публікації: 31.03.2026

