

ДОСЛІДЖЕННЯ БЕЗПЕЧНОСТІ ПЕРЕХРЕСТЯ З КРУГОВИМ РУХОМ

Національний університет водного господарства та природокористування

Автомобільні дороги забезпечують безперервний, безпечний та зручний рух транспортних засобів. Критичним місцем дорожньої мережі з погляду пропускної здатності, рівня обслуговування та безпеки відіграють перехрестя. Вони проєктуються різних розмірів для різних цілей та умов і мають власні визначальні характеристики, які можуть впливати на безпечність та зручність проїзду.

Особлива увага приділяється перехрестям із круговим рухом, на яких рух сповільнюється і перетворюється на односторонній потік навколо центрального острівця. Додаткові в'їзні та колові смуги покращують транспортну ефективність, але вони також впливають на безпеку руху. Недоліком щодо безпечності може бути неналежна поведінка водіїв на під'їзді до перехрестя, під час кругового руху та виїзду з перехрестя, а також під час маневрів переплетення в межах кільця.

Концепція турбо-кільцевих перехрестя з'явилася як можлива альтернатива звичайним багатосмуговим, однак проведений аналіз досліджень не дає змогу зробити остаточні висновки щодо їх ефективності і безпечності, тому рекомендується провести такі дослідження для конкретних дорожніх умов.

У роботі пропонується проєкт кільцевого турбо-перехрестя з метою підвищення рівня безпеки без зниження його ефективності на перетині автомобільних шляхів міжнародного значення (європейський маршрут E40 «Київ–Чоп» та E85 «Доманове–Ковель–Чернівці–Тереблече») поблизу міста Дубно, на якому регулярно стаються дорожньо-транспортні пригоди.

Серед різних типів турбо-перехрестя за основу взято базове турбо-перехрестя з максимальною пропускною здатністю до 2500 автомобілів за годину і з основним найбільшим – прямим транспортним потоком.

Усі геометричні параметри відповідають середньому за розміром турбо-перехрестю, враховують габаритні розміри вантажного транспортного засобу, швидкісний режим руху і побудовані згідно з рекомендаціями нормативних документів європейських країн, які спеціалізуються на їх проєктуванні.

Запроєктоване турбо-перехрестя з круговим рухом має найкращий порівняльний варіант і дасть змогу скоротити загальну аварійність на 36 %, а кількість травмованих – на 34 %.

Ключові слова: перехрестя з круговим рухом, транспортний потік, інтенсивність, безпечність, геометричний дизайн.

Вступ

Перехрестя є серйозною проблемою для безпеки дорожнього руху, оскільки існує підвищений ризик дорожньо-транспортних пригод через конфлікти пересічних потоків. Різноманітні дослідження показують, що кільцеві перехрестя дещо безпечніші порівняно з класичними прямими перехрестями, тобто тут відбувається менше ДТП [1].

Популярність перехрестя із круговим рухом у всьому світі зумовила значні зусилля з оптимізації процедур їх планування та проєктування. Реалізація перехрестя із круговим рухом є дуже складним завданням і вимагає оптимізації безпеки руху та транспортної (експлуатаційної) ефективності з урахуванням геометричних факторів, характеристик руху та місцевих обмежень [2, 3]. Саме тому перспективними вважаються турбо-перехрестя з круговим рухом.

Постановка проблеми у загальному вигляді

Традиційне багатосмугове перехрестя з круговим рухом є ефективним рішенням для задоволення зростаючих транспортних потоків. Додаткові в'їзні та колові смуги покращують транспортну ефективність, але вони також впливають на безпеку руху. Недоліком щодо безпечності може бути неналежна поведінка водіїв на під'їзді до перехрестя, під час кругового руху та виїзду з перехрестя, а також під час маневрів переплетення в межах кільця.

На багатосмугових перехрестях із круговим рухом збільшення кривизни траєкторії руху транспортних засобів створює більше «бокове тертя» між сусідніми транспортними потоками, що може призвести до збільшення ймовірності бокових зіткнень [4].

Також останнім часом зростає кількість досліджень, представлених у науковій та фаховій літературі, які вказують на низькі транспортно-експлуатаційні характеристики класичних двосмугових перехрестя із круговим рухом та нижчу їх очікувану пропускну здатність [5].

Ентузіазм щодо безпеки та високої пропускної здатності перехресть із круговим рухом призвів до суттєвого збільшення їх кількості. І навпаки, коли зростаючий попит на транспортні послуги призводить до того, що наявні перехрестя вже не справляються з поставленою задачею, тоді їх перетворюють на інші типи.

Турбо-перехрестя з круговим рухом являють собою нещодавню еволюцію кільцевих розв'язок, які характеризуються високою пропускною здатністю та покращеними характеристиками руху [6]. Концепція турбо-кільцевих перехресть з'явилася як можлива альтернатива звичайним багатосмуговим, однак проведений аналіз досліджень не дає змогу зробити остаточні висновки щодо їх ефективності і безпечності, тому рекомендується провести такі дослідження для конкретних дорожніх умов.

Аналіз публікацій

Останнім часом зростає кількість досліджень, які вказують на недостатні характеристики безпеки руху багатосмугових перехресть із круговим рухом [7]. З цієї причини науковці з проєктувальниками шукають альтернативні рішення підвищення рівня безпеки руху [5, 8].

Як відмічають дослідники, більш високий рівень безпеки руху на класичних перехрестях із круговим рухом досягається завдяки [2, 3, 9]:

- зменшенню кількості смуг для руху коловою частиною (однак це буде супроводжуватися зменшенням пропускної здатності перехрестя);
- зменшенню кількості смуг руху на в'їздах (виїздах), що також буде зменшувати пропускну здатність перехрестя;
- збільшенню зовнішнього діаметра перехрестя (потребує певних фінансових витрат на його побудову та подальшу експлуатацію);
- класичному і дієвому способу вирішення проблеми недостатньої безпеки руху проїзду перехрестя через зменшення кількості конфліктних точок.

Компромісні рішення між економічною (вартісною) складовою, підвищенням пропускної спроможності та заданим рівнем безпеки втілюються у проєктуванні турбо-перехресть із круговим рухом.

Постановка задачі

Метою дослідження є підвищення безпечності проїзду перехрестя із врахуванням особливостей транспортного потоку та його заданого типу для конкретного місця перетину автомобільних шляхів міжнародного значення.

Незважаючи на те, що це питання вже неодноразово обговорювалося в науково-технічній літературі, в цій роботі ми маємо намір оцінити зручність (з погляду експлуатаційних і безпекових характеристик) між наявним двосмуговим «Т-подібним» перехрестям і базовим (проєктним) турбо-кільцевим на перехресті доріг поблизу міста Дубно (за 3 км від початку міста, за координатами 50.44308162580137, 25.77978083721454).

Виклад основного матеріалу дослідження

Перехрестя – це вузлові точки дорожньої мережі, які забезпечують розподіл транспортних потоків у бажаних напрямках руху [2].

Перехрестя з круговим рухом набувають все більшого поширення на автомобільних дорогах як засіб ефективного руху транспорту та зменшення затримок. Вони є альтернативою традиційним перехрестям із регульованим рухом і мають знак «Дати дорогу», а його проєктувальні особливості скеровують водіїв транспортних засобів на об'їзд центральної кругової проїзної частини.

Перехрестя з круговим рухом мають унікальні особливості та характеристики, включно з безпекою, екологічними факторами, просторовими вимогами, витратами на експлуатацію та утримання, заспокоєнням руху, естетикою та управлінням доступом тощо. Компроміси, пов'язані із впровадженням кільцевих розв'язок, слід розглядати на регіональному рівні або на рівні окремих проєктів у конкретних місцях, де перехрестя з круговим рухом є однією з альтернатив, що розглядаються [10].

Безпека перехресть із круговим рухом залежить від їхнього конструктивного виконання. На такому перехресті транспортні засоби рухаються в одному напрямку, усуваючи конфліктні ситуації, пов'язані з поворотами праворуч і ліворуч, що характерні для традиційних перехресть. Крім того, продуманий дизайн перехрестя сприяє контролю швидкості руху в будь-який час доби (досягається геометричними

особливостями, а не лише пристроями регулювання дорожнього руху чи перешкодами для інших транспортних засобів).

Нижча прогнозована швидкість руху транспортних засобів має забезпечити такі переваги для безпеки:

- надати більше часу водіям, що в'їжджають, щоб оцінити ситуацію, скоригувати швидкість і безпечно в'їхати в розрив транспортного потоку;
- зменшити розмір трикутників видимості, необхідних для того, щоб користувачі могли бачити один одного;
- збільшити ймовірність того, що водії поступляться дорогою пішоходам (порівняно з неконтрольованим переходом);
- надати більше часу всім користувачам для виявлення та виправлення своїх помилок або помилок інших;
- зменшити кількість та тяжкість аварій, і за участю пішоходів та велосипедистів також;
- зробити перехрестя безпечнішим для користувачів-початківців.

Перехрестя з круговим рухом також мають і обмеження:

1. Зазвичай вони не є неефективними, коли інтенсивність руху висока і наближається до пропускної здатності більш ніж на одній ділянці, що буде супроводжуватися довгими чергами та транспортними затримками.

2. Для правильного проектування геометрії потрібна більша площа, яка має відповідати наявній смузі відведення, особливо в міських районах, де простір обмежений.

3. Оскільки пішоходам доводиться проходити значно більшу відстань на поворотних перехрестях, такі перехрестя не завжди доречні з інтенсивними пішохідними потоками.

4. Маневри для габаритного транспорту повинні бути ретельно сплановані для забезпечення безпечного маневру.

5. Необхідність проїзду транспортних засобів колом створює геометричні затримки, що призводить до незручностей та збільшення експлуатаційних витрат.

Вплив перехресть із круговим рухом на безпеку можна класифікувати на основі швидкості, конфліктних ситуацій та інших ефектів, як-от організація дорожнього руху тощо. Навіть більше, вплив на швидкість та конфлікти є двома домінуючими факторами, які значно знижують аварійність і тяжкість ДТП для більшості учасників дорожнього руху порівняно зі звичайними перехрестями або іншими їх типами [6].

Турбо-кільцеві перехрестя – це нещодавня вдосконалена конструкція перехресть, що передбачає як збільшення пропускної спроможності, так і підвищення безпеки руху. На такому перехресті транспортні потоки розділяються ще до в'їзду на нього, а також роздільно направляються на виїзді. Водій завчасно має вибрати відповідну смугу вже на в'їзді. Турбо-перехрестя є доцільним рішенням на заміській території перетину доріг.

Існує кілька різних варіантів турбо-кільцевих перехресть, які можуть бути побудовані з урахуванням запланованої інтенсивності руху та розподілу пропускної здатності на підходах до кільця (їх основні форми наведені в голландських рекомендаціях, словенських технічних специфікаціях та сербському посібнику з проектування).

Турбо-перехрестя – це умовно перспективне рішення для [8]:

- наявних односмугових кільцевих перехресть з інтенсивними транспортними потоками і зростаючими заторами, розміри яких (зовнішній радіус) дають змогу побудувати додаткову смугу руху в середині (краще рішення), або є місце для будівництва іншого кільцевого перехрестя ззовні (дещо гірше або дорожче рішення);
- наявних двосмугових кільцевих перехресть із постійними заторами;
- наявних менш безпечних двосмугових кільцевих перехресть;
- реконструкції класичного наземного перехрестя з переважаючим основним напрямком руху з високою інтенсивністю транспортного потоку.

Вибір форми (типу) перехрестя з круговим рухом залежить від переважного основного напрямку. Розрізняють овальну («яйцеподібну»), базову (класичну), вигнуту («колінну») та спіральну форму перехрестя, які рекомендуються для одного домінуючого транспортного потоку. Роторна («зіркоподібна») форма кільцевого перехрестя рекомендується у разі однакової інтенсивності руху на всіх під'їздах (рис. 1). Інші модифіковані варіанти можуть бути спроектовані шляхом зміни кількості в'їзних смуг (наприклад, із чотиристороннього на тристороннє).

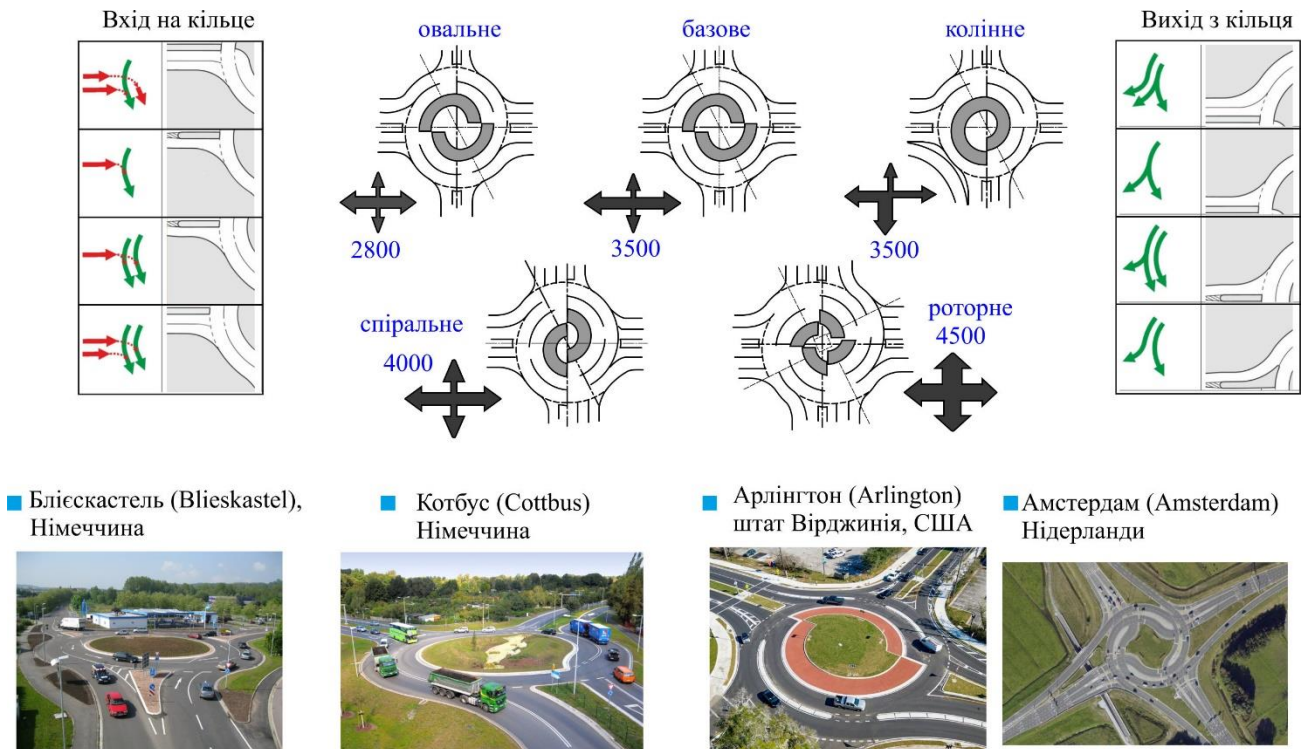


Рис. 1. Основні типи турбо-перехресть із круговим рухом [8, 11]

Біля міста Дубно (Рівненська обл.) проходять автомобільні шляхи міжнародного значення – європейський маршрут E40 «Київ–Чоп» та E85 «Доманове–Ковель–Чернівці–Тереблече» (державний автомобільний маршрут M19).

Проаналізувавши різні інформаційні джерела (дані Національної поліції України, інтернет-ресурси, газети) відмітимо, що на перехресті автодоріг E40 та E85 поблизу міста Дубно, яке є простим «Т-подібним», має непогану, на перший погляд, розв’язку, але на ньому регулярно стаються дорожньо-транспортні пригоди ЗІ значною кількістю транспортних засобів і потерпілих (рис. 2а). Найголовніша причина скоєння дорожньо-транспортної пригоди обраного перехрестя – порушення правил проїзду (75%), також ще залишаються водії, які керують автомобілем під «зеленим змієм» – 10% (рис. 2б).

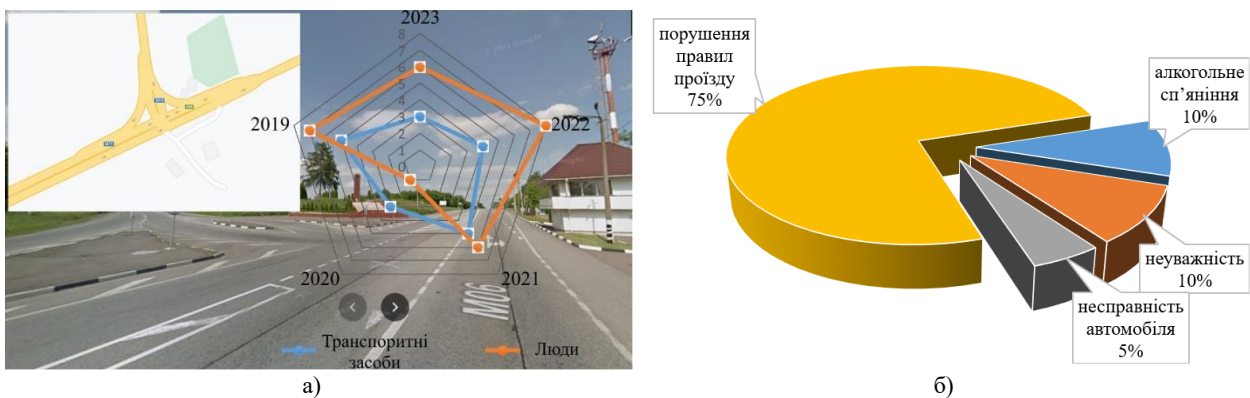


Рис. 2. Динаміка ДТП (а) та їх причини (б) досліджуваного перехрестя (фото – Google карта)

Вихідними даними для проектування турбо-перехрестя з круговим рухом здійснено перерозподіл інтенсивності фактичного руху транспорту на круговий із врахуванням частки вантажних транспортних засобів за всіма напрямками руху (яка становить 45%) та добової погодинної інтенсивності руху (рис. 3). Отже, найбільший транспортний потік колового руху в години пік буде складати 802 одиниці (приведений до легкових автомобілів) і мати одну смугу руху в прямому напрямку з метою підвищення безпеки його проїзду.

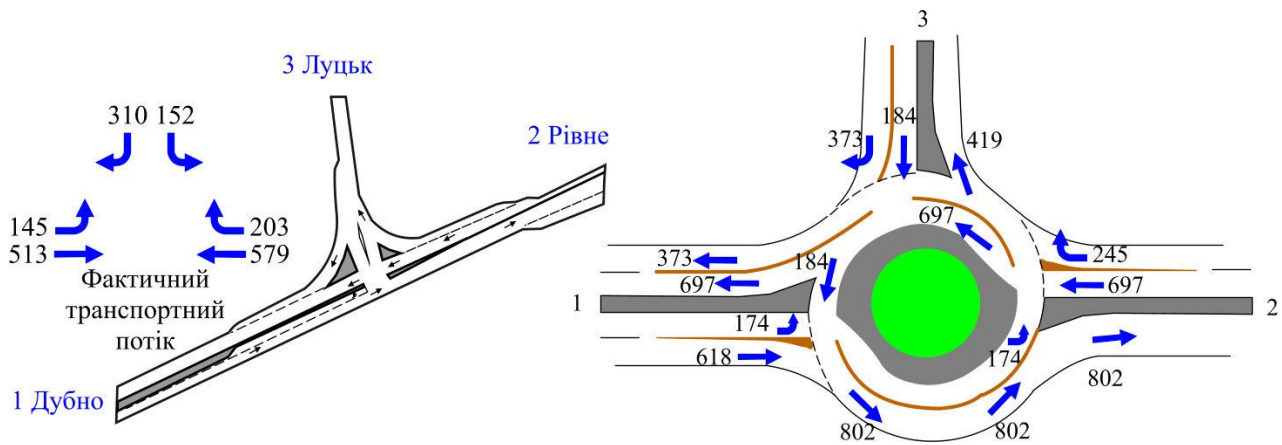


Рис. 3. Перерозподіл фактичних (а) та проектних (б) транспортних потоків перехрестя

Конфліктні точки – це точки перетину кругового потоку транспортних засобів із вхідним (вихідним) потоком. Розрізняють чотири категорії конфліктів:

1. Зіткнення – це конфлікт, який виникає під час зіткнення транспортного засобу з іншим. Це може відбуватися у потоці транспортних засобів на в'їзді, у кільцевому потоці та у потоці транспортних засобів на виїзді. Здебільшого ці конфлікти несерйозні, оскільки задіяні найбільш захищені частини транспортного засобу, а відносна різниця швидкості між транспортними засобами зазвичай невелика.

2. В'їзд (наїзд) – це зіткнення, яке відбувається при в'їзді транспортного засобу на круговий потік.

3. Переплетення – конфлікт при зміні смуг руху в круговому русі транспортних засобів на кільцевих перехрестях із кількома смугами. Найчастіше це відбувається у вигляді бічного зіткнення транспортного засобу. Цей конфлікт може спричинити серйозні зіткнення, оскільки в них беруть участь сторони транспортного засобу, які є менш захищеними частинами автомобіля.

Головна перевага турбо-перехрестя перед класичним двосмуговим кільцевим перехрестям полягає у меншій кількості конфліктних точок перетину, що досягається шляхом зменшення кількості перетину транспортних потоків, а також усунення конфліктних точок перетину смуг руху шляхом роздільної маршрутизації окремих потоків транспорту (рис. 4).

Конструктивні елементи турбо-кільцевого перехрестя повинні забезпечувати безперешкодний проїзд усіх видів транспортних засобів, які призначені для експлуатації автомобільними дорогами, який зі свого боку буде визначатися шляхом його проходження за смугами руху, їх зміною залежно від проектувальної реалізації.

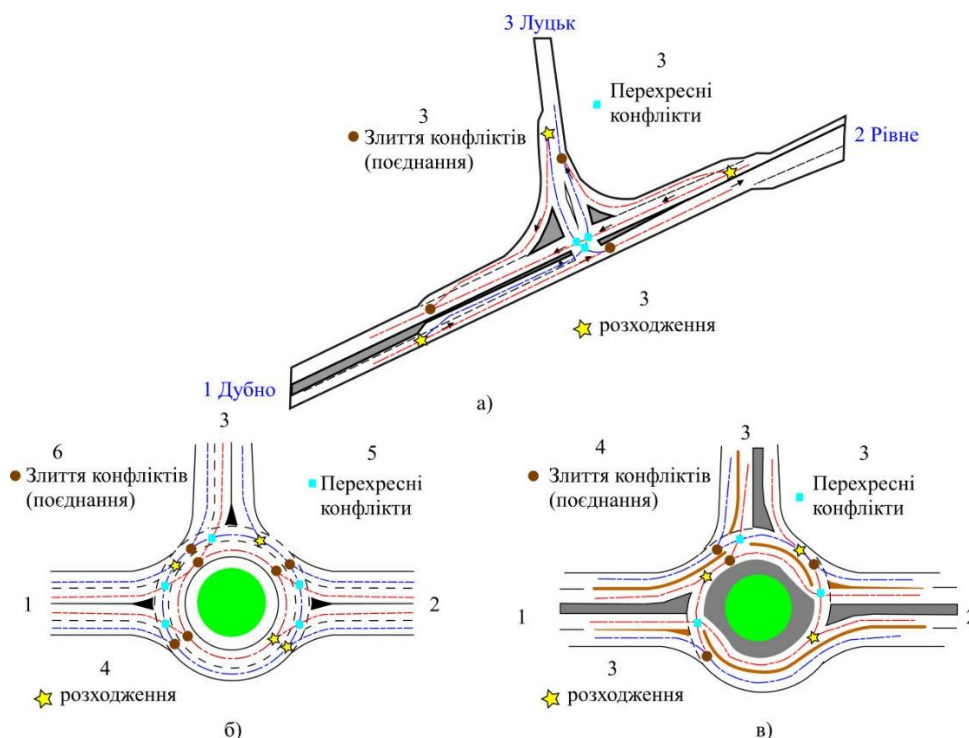


Рис. 4. Конфліктні точки наявного(а), двосмугового кільцевого (б) та турбо-перехрестя (в)

Оскільки нормативні документи України, які б визначали проєктувальні особливості турбо-перехрестя, відсутні, візьмемо за основу рекомендації європейських країн, які для узгодження всіх його геометрично-компонувальних параметрів приймають тривісний вантажний транспортний засіб (є найпоширенішим у Європі), а з огляду на те, що це перехрестя розташоване на перетині доріг міжнародного рівня, такі рекомендації будуть відповідати всім міжнародним стандартам (як показує практика, саме застосування тривісних вантажних транспортних засобів дає змогу уникнути перевантаження ведучої осі через високі транспортні навантаження і негативно впливати на стан дорожнього полотна) [8, 11]. Зобразимо запроєктовані розміри досліджуваного перехрестя, прийнявши за основу стандартний тип турбо-перехрестя, але адаптований під наші умови (рис. 5).

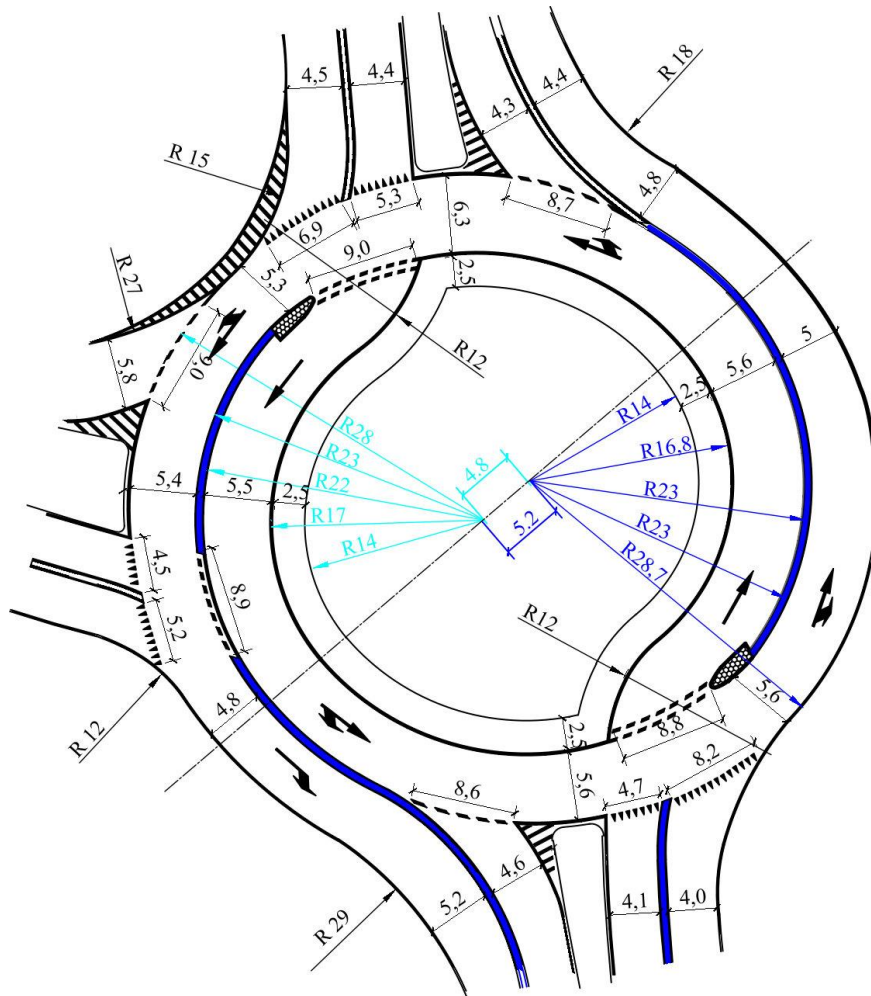


Рис. 5. Геометричні розміри запроєктованого турбо-перехрестя

Безпекова ефективність від побудови перехрестя з круговим рухом визначається як передбачувана економія для населення внаслідок зменшення кількості аварій на території проєкту. Більшість моделей, яким надається перевага при аналізі ДТП з участю автотранспорту та пішоходів, містять змінні, що характеризуються транспортним потоком. Європейський підхід до проєктування кільцевих перехресть із низькою швидкістю руху має перевагу з погляду безпеки [10, 13, 14].

Наведемо результати дослідження безпечності обраного перехрестя шляхом здійснення порівняльного вибору між класичним перехрестям із круговим рухом та турбо-перехрестям, розрахунок яких здійснювався за методикою, описаною в [10]. Припускаючи, що моделі є репрезентативними для всіх розрахункових умов і не потребують повторного калібрування, їх використано для прогнозування річної кількості ДТП обраного перехрестя із середньодобовим потоком *AADT* у 14400 автомобілів.

Найвне перехрестя:

- річна кількість ДТП

$$P = (\exp(-1,62)) \times (AADT)^{0,220}, \quad (1)$$

- річна кількість травмованих у ДТП

$$P_m = (\exp(-3,04)) \times (AADT)^{0,220}. \quad (2)$$

Проектна модель турбо-перехрестя з круговим рухом:
- річна кількість ДТП

$$P = 0,0011 \times (AADT)^{0,7490}, \quad (3)$$

- річна кількість травмованих у ДТП

$$P_m = 0,0008 \times (AADT)^{0,7490}. \quad (4)$$

Розрахункові очікувані зміни свідчать про зменшення річної кількості ДТП на 36 %, а кількості травмованих – на 34 %.

Висновки

Отже, обране перехрестя поблизу міста Дубно характеризується як об'єкт середньої небезпеки і потребує змін в організації дорожнього руху, серед яких проектування турбо-перехрестя з круговим рухом.

Встановлено основні параметри турбо-перехрестя: ширина смуг в'їзду та виїзду – 4,0–4,5 м; ширина колових смуг – 5 та 5,6 м; роздільних островців та радіуси в'їзду та виїзду та ін. Усі ці параметри вибрано на основі середнього за розміром перехрестя, заданої конструкції транспортного засобу та необхідної швидкості руху через кільцеву розв'язку (до 30 км/год) згідно з рекомендаціями нормативних документів європейських країн, які спеціалізуються на їх проектуванні.

Запроектване турбо-перехрестя з круговим рухом має найкращий порівняльний варіант і дасть змогу скоротити загальну аварійність на 36 %, а кількість травмованих – на 34 %.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Gross, F., Lyon C., Persaud B., Srinivasan R. Safety effectiveness of converting signalized intersections to roundabouts. *Accident Analysis and Prevention*. 2013. Vol. 50. P. 234–241. URL: <https://doi.org/10.1016/j.aap.2012.04.012>
- [2] Pilko H., Mandžuka S., Barić D. Urban single-lane roundabouts: a new analytical approach using multi-criteria and simultaneous multi-objective optimization of geometry design, efficiency and safety. *Transportation Research*. 2017. Vol. 80. P. 257–271. URL: <https://doi.org/10.1016/j.trc.2017.04.018>
- [3] Hatami H., Aghayan I. Traffic efficiency evaluation of elliptical roundabout compared with modern and turbo roundabouts considering traffic signal control. *Promet-Traffic & Transportation*. 2017. Vol. 29(1) P. 1–11. URL: <http://dx.doi.org/10.7307/ptt.v29i1.2053>
- [4] Driving around turbo-roundabouts vs. conventional roundabouts: are there advantages regarding pollutant emissions? / Fernandes P. *International Journal of Sustainable Transportation*. 2016. Vol. 10(9), 847–860. URL: <http://dx.doi.org/10.1080/15568318.2016.1168497>
- [5] Mauro R, Branco F. Comparative Analysis of Compact Multilane Roundabouts and Turbo-Roundabouts. *Journal of Transportation Engineering*, 2010. Vol. 136(4). P. 316–322. URL: [http://dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)TE.1943-5436.0000106](http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)TE.1943-5436.0000106)
- [6] Giuffrè Orazio, Guerrieri Marco, Granà Anna. Conversion of Existing Roundabouts into Turbo-Roundabouts: Case Studies from Real World. *Journal of Civil Engineering and Architecture*. Aug. 2012. Vol. 6, № 8 (Serial № 57). P. 953–962. URL: <https://www.davidpublisher.com/Public/uploads/Contribute/555ab4d8b01e6.pdf>
- [7] Hansen I. A., Fortuijn G. H. Steigerung der Leistungsfähigkeit und Sicherheit von mehrspurigen Kreisverkehrsplätzen durch Spiralförmigkeit / Increase of Capacity and Safety of Roundabouts with Multiple Lanes through Spiral Form; *Straßenverkehrstechnik*, 2006. Vol. 5, № 1. P. 37–42
- [8] Priručnik za projektovanje puteva u republici Srbiji. Funkcionalni elementi i površine puteva: kružne raskrsnice. Beograd, 2012. P. 66. URL: [https://www.putevi-srbije.rs/images/pdf/harmonizacija/prirucnik_za_projektovanje_puteva/SRDM5-3-kruzne-raskrsnice\(120427-srb-konacni\).pdf](https://www.putevi-srbije.rs/images/pdf/harmonizacija/prirucnik_za_projektovanje_puteva/SRDM5-3-kruzne-raskrsnice(120427-srb-konacni).pdf)
- [9] Silva A. B., Vasconcelos L., Santos S. Moving from conventional roundabouts to turboroundabouts. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. 2014. Vol. 111. P. 137–146. URL: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.046>
- [10] NCHRP report 672. Roundabouts: An Informational Guide. Washington: National Academy of Sciences. 2010. P. 407. URL: <https://nacto.org/docs/usdg/nchrprpt672.pdf>
- [11] Kenjić Z. Kružne raskrsnice – rotori. Priručnik za planiranje i projektovanje. Sarajevo, 2009. P. 119. URL: <https://dokumen.tips/documents/kruzne-raskrsnice-rotori-prirucnik-za-planiranje-i-projektovanjenjic.html>
- [12] Technické podmienky projektovanie turbo-okružných križovatiek. TP 14/2015. URL: https://www.ssc.sk/files/documents/technicke-predpisy/tp/tp_100.pdf
- [13] Shane Turner, Aaron Roozenburg. Roundabout safety – influence of speed, visibility and design. *Transportation Group New Zealand*. 2005. URL: https://www.transportationgroup.nz/papers/2006/14_Turner_Roozenburg_rdbt.pdf
- [14] Vincenzo Gallelli, Rosolino Vaiana. Safety Improvements by Converting a Standard Roundabout with Unbalanced Flow Distribution into an Egg Turbo Roundabout: Simulation Approach to a Case Study. *Sustainability*. 2019. № 11(2). URL: <https://doi.org/10.3390/su11020466>

Хітров Ігор Олександрович – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри транспортних технологій і технічного сервісу, e-mail: i.o.khitrov@nuwm.edu.ua

Safety study of a roundabout

National University of Water and Environmental Engineering

Roads ensure continuous, safe and convenient movement of vehicles. Intersections play a critical role in the road network in terms of capacity, service level and safety. They are designed in different sizes for different purposes and conditions and have their own defining characteristics that can affect their safety and ease of use.

Particular attention is paid to roundabouts - where traffic slows down and becomes a one-way flow around a central island. Additional entrance and roundabout lanes improve transportation efficiency, but they also have an impact on safety. The safety disadvantage can be due to inappropriate driver behavior when approaching, circling, and exiting the intersection, as well as weaving maneuvers within the roundabout.

The concept of turbo-roundabouts has emerged as a possible alternative to conventional multi-lane intersections, but the analysis of studies does not allow us to draw definitive conclusions about their effectiveness and safety, so it is recommended that such studies be conducted for specific road conditions.

The paper proposes a design of a turbo-roundabouts to improve safety without reducing its efficiency at the intersection of international highways (European route E40 «Kyiv–Chop» and E85 «Domanove-Kovel-Chernivtsi-Terebleche») near the city of Dubno, where traffic accidents regularly occur.

Among the different types of turbo-roundabouts, the basic turbo-roundabouts with a maximum capacity of up to 2,500 vehicles per hour and the largest traffic flow is taken as a basis.

All geometric parameters correspond to the average size of a turbo intersection, take into account the overall dimensions of the truck, the speed of traffic and are built in accordance with the recommendations of regulatory documents of European countries specializing in their design.

The designed turbo intersection with circular traffic has the best comparative option and will reduce the overall accident rate by 36 % and the number of injured people by 34 %.

Key words: roundabout, traffic flow, intensity, safety, geometric design.

Ihor Khitrov – Ph. D. (Eng), Associate Professor, Associate Professor of the Transport Technologies and Technical Service Department, e-mail: i.o.khitrov@nuwm.edu.ua