https://doi.org/10.36100/dorogimosti2023.28.234

УДК 625.7

Беленчук О. В., *https://orcid.org/0000-0003-0525-0546*
Попович Н. І., *https://orcid.org/0000-0001-5822-2501*
Теплюк Є. Ф., *https://orcid.org/0000-0001-5581-4798*

Державне підприємство «Державний дорожній науково-дослідний інститут імені М.П. Шульгіна» (ДП «ДержДорНДІ»), м. Київ, Україна

ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ НА ТРАНСПОРТНИХ РОЗВ'ЯЗКАХ В ОДНОМУ РІВНІ

Анотація

Вступ. Вагома частка дорожньо-транспортних пригод трапляється саме на перехрещеннях і примиканнях автомобільних доріг в одному рівні. Тому є потреба в підвищенні безпеки дорожнього руху на них із врахуванням сучасних вимог та кращої світової практики, а саме організації руху по кільцю на перехрещеннях доріг в одному рівні.

Проблематика. Збільшення автомобільного парку значно випереджає темпи зростання протяжності мережі доріг. У зв'язку з цим погіршуються умови руху, збільшується число дорожньо-транспортних пригод, зменшується пропускна здатність доріг, що призводить до зниження ефективності роботи дороги і збільшення вартості автомобільних перевезень. У таких умовах особливої актуальності набуває питання підвищення безпеки дорожнього руху, зокрема на транспортних розв'язках в одному рівні.

Мета. Дослідження безпеки руху на транспортних розв'язках в одному рівні, визначення причин виникнення дорожньо-транспортних пригод і формування пропозицій щодо зниження їх кількості.

Матеріали та методи. У статті було застосовано метод статистичної обробки даних для аналізування безпеки руху на автомобільних дорогах.

Результати. Проаналізовано причини виникнення дорожньо-транспортних пригод, зокрема на транспортних розв'язках в одному рівні та визначено, що кільцеві транспортні розв'язки є більш безпечними, аніж інші види транспортних розв'язок в одному рівні.

Висновки. Кільцеві транспортні розв'язки мають ефект уповільнення руху і завдяки цьому впливають на зменшення тяжкості наслідків від дорожньо-транспортних пригод, якщо такі все ж виникнуть. Чим менший діаметр кільця, навколо якого організовано рух по колу, тим менша швидкість руху транспортного потоку і, звичайно, більша можливість є у водія вчасно зупинитися, а у випадку можливого зіткнення пошкодження будуть незначні, що в свою чергу приведе до зменшення економічних втрат від дорожньо-транспортних пригод.

Ключові слова: автомобільна дорога, безпека дорожнього руху, дорожньо-транспортна пригода, ДТП, кільцева розв'язка, перехрестя, транспортна розв'язка.

Вступ

Проблема безпеки дорожнього руху була і залишається актуальною для багатьох країн світу, у тому числі і для України. Темпи зростання автомобільного парку значно збільшують навантаження на вулично-дорожню мережу і всю транспортну інфраструктуру. У результаті кількість загиблих в дорожньо-транспортних пригодах (далі – ДТП) залишається на досить високому рівні.

Одними з найбільш небезпечними ділянками автомобільних доріг є транспортні розв'язки в одному рівні, на яких досить часто спостерігається концентрація дорожньо-транспортних пригод, зокрема, через порушення правил дорожнього руху (далі – ПДР) водіями та пішоходами. За інформацією [1] у 2021 році на автомобільних дорогах України порушення правил проїзду перехресть займає третє місце серед причин виникнення ДТП із загиблими та/або травмованими, а більшість таких ДТП трапилось через перевищення швидкості (**табл. 1**, **рис. 1**).

Таблиця 1

Розподіл ДТП із загиблими та/або травмованими за видами порушень ПДР в Україні за 2021 рік

Види порушень ПДР	Кількість ДТП з загиблими та/або травмованими	Загинуло, осіб	Травмовано, осіб
Перевищення швидкості	10 024	1 791	12 321
Порушення правил маневрування	5 022	436	6 111
Порушення правил проїзду перехресть	2 115	87	2 876
Порушення правил проїзду пішохідних переходів	1 854	123	1 846
Недотримання дистанції	1 457	84	1 805
Перехід пішоходів у невстановленому місці	877	188	759
Керування транспортним засобом у стані сп'яніння	843	113	1 072
Інші види порушень ПДР	2 329	416	2 948

Рисунок 1 – Розподіл ДТП із загиблими та/або травмованими за видами порушень ПДР на автомобільних дорогах України (2021 рік)

Перевищення швидкості, зокрема під час проїзду перехресть, є причиною загибелі більшості людей на автомобільних дорогах в Україні протягом 2021 року. І така тенденція зберігається з року в рік. Також висока швидкість збільшує ризик потрапити у ДТП. Адже якщо виникає якась нестандартна ситуація, у водія менше часу – а отже, і можливостей, щоб адекватно відреагувати. До того ж, гальмівний шлях стає довшим. Якщо ДТП все ж сталася,

швидкість збільшує тяжкість травм, а отже й імовірність смертельних наслідків. Це стосується всіх учасників руху: водіїв автомобілів, пішоходів, велосипедистів, мотоциклістів. За даними ВООЗ, зменшення середньої швидкості руху на 5 % може скоротити кількість смертельних ДТП на 30 % [2].

Наприклад, у Нідерландах близько третини всіх смертей на дорогах можна віднести до перехресть. Частка смертельних випадків у результаті ДТП на перехрестях в містах більша, ніж на перехрестях позаміських автомобільних доріг. Серед велосипедистів кількість смертей на дорогах у зоні перехресть становить у середньому за рік 54 % від загальної кількості. Також половина щорічної кількості смертей водіїв мопедів на дорогах відбувається в результаті ДТП у зоні транспортних розв'язок в одному рівні. Імовірність смерті пішоходів у зоні перехресть становить 26 % [3].

Основна частина

Транспортна розв'язка повинна забезпечити безпечний і комфортний рух користувачів дороги, безпечне та зручне перехрещення, розгалуження, злиття транспортних потоків, а також перестроювання транспортних засобів у транспортному потоці для виконання маневрів. Організація дорожнього руху на транспортній розв'язці повинна бути зрозумілою водіям транспортних засобів для безпечного та своєчасного здійснення необхідних маневрів.

Транспортні розв'язки в одному рівні є об'єктом підвищеної небезпеки для учасників дорожнього руху.

Як правило, серед видів ДТП, що стались на транспортних розв'язках в одному рівні переважають зіткнення та наїзд на пішохода. Основними причинами виникнення такого виду ДТП, як зіткнення на перехрещеннях і примиканнях в одному рівні на автомобільних дорогах можуть бути: незабезпечена бокова видимість і видимість зустрічного автомобіля; відсутність або погана видимість попереджувальних дорожніх знаків і знаків пріоритету; відсутність чи погана видимість дорожньої розмітки; неправильний вибір типу транспортної розв'язки в одному рівні; наявність близько розташованих до перехрестя автобусних зупинок, що змушує водіїв виїжджати зразу на основну смугу руху, відсутність виділеної смуги для лівого повороту; відсутність перехідно-швидкісних смуг; відсутність напрямних острівців у передбачених будівельними нормами місцях; відсутність місцевих проїздів тощо.

Виникнення такого виду ДТП, як наїзд на пішохода в зоні транспортних розв'язок в одному рівні зумовлене звичайно ж порушенням ПДР як самими пішоходами так і водіями. Але, завданням дорожніх служб є зменшити ризики виникнення таких порушень шляхом встановлення пішохідних огороджень з метою упорядкування руху пішоходів; забезпечення роботи зовнішнього освітлення в зоні наземних пішохідних переходів; влаштування острівців безпеки на наземних пішохідних переходах, влаштування засобів заспокоєння руху тощо.

Вибір класу і форми розв'язки, з урахуванням умов її розташування, здійснюється на основі техніко-економічного порівняння варіантів згідно з [4]. Перед вибором типу розв'язки необхідно визначитися щодо розподілу інтенсивності руху за напрямками руху. Важливо також приділити увагу засобам безпеки пішоходів і маломобільних учасників дорожнього руху у разі наявності наземних пішохідних переходів на перехрещеннях доріг в одному рівні.

Першою визначальною характеристикою безпеки перехрестя є тип перехрестя. Крім того, кожен тип перехрестя має характеристики, які можуть вплинути на його безпеку:

- кількість можливих конфліктних точок;
- дозволена швидкість руху;
- різниця в масі транспортних засобів, які зустрічаються на перехресті;
- кут удару (кут перехрещення доріг);

– співвідношення інтенсивності руху між головним і другорядним транспортними потоками.

Відповідно до поняття стійкої безпеки дорожнього руху [5] ідеальне перехрестя залежить від категорій доріг, що перетинаються. Керівний принцип безпечних перехресть полягає в тому, що виникнення конфліктів між транспортними засобами дозволено лише тоді, коли швидкість і маса транспортних засобів не сильно відрізняються. Тому для безпеки дорожнього руху необхідно вживати заходів для зменшення швидкості руху на підході до перехрестя. Тобто на перехрестях, де є рух лише автомобілів, безпечною вважається максимальна швидкість руху 50 км/год. У випадку, коли інтенсивний моторизований рух перетинається з набагато легшими транспортними засобами (мопеди, велосипеди) або з пішоходами, швидкість варто зменшити ще більше. Для таких умов безпечна максимальна швидкість становить 30 км/год. Досягти фізичного зниження швидкості руху водіями можна за допомогою застосування засобів заспокоєння руху, таких, як дорожні пагорби, підвищені перехрестя чи міні-кільцеві транспортні розв'язки.

Кільцеві перехрестя малого радіуса – одні з найбільш ефективних засобів заспокоєння руху. Вони змушують водіїв знижувати швидкість на під'їздах до перехресть, завдяки чому значно знижується аварійність і наслідки ДТП на таких ділянках. Міні-кільцеві розв'язки не мають світлофорного регулювання і тому не потребують витрат на їх встановлення та обслуговування. Їх рекомендується влаштовувати на перехрещеннях з невисокою інтенсивністю руху, а також в міських, приміських умовах і сільській місцевості, де проєктні рішення залежать від наявної площі та обумовлені необхідністю зменшити швидкість руху.

Дослідження показують, що влаштування кільцевої розв'язки замість нерегульованого перехрестя дозволяє скоротити кількість ДТП на 41 % для чотирьохстороннього перехрестя та на 32 % – для тристороннього. Влаштування кільцевої розв'язки замість регульованого перехрестя – зменшує кількість аварій на (11 – 17) %. Для забезпечення комфортного і безпечного руху рекомендовано, щоб під'їзди до кільцевої розв'язки були розташовані рівномірно (**рис. 2**) [6].

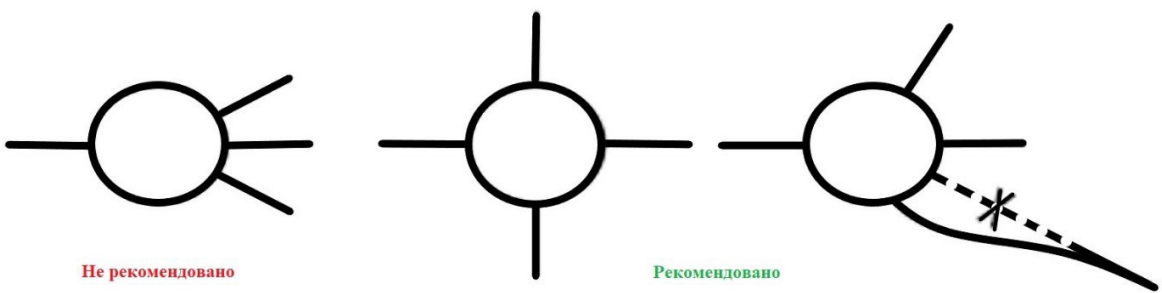

Рисунок 2 – Приклад схем розташування під'їздів до кільцевої розв'язки

Правильно запроєктовані кільцеві розв'язки є безпечними, а тому варто уникати надмірної кількості попереджувальних технічних засобів організації руху (знаків, засобів заспокоєння руху), що може призвести до інформаційного перевантаження і зниження ефективності їх застосування.

Звичайно, не завжди є можливість влаштувати кільцеву розв'язку, і не завжди кільцева розв'язка є оптимальним рішенням поставленої задачі. Але є певні переваги, які рекомендовано враховувати під час вибору типу транспортної розв'язки, серед яких можна виділити такі [3, 7]:

– кільцеві розв'язки мають менше конфліктних точок порівняно з нерегульованими перехрестями і тому зменшують ризики виникнення «зіткнень» на перехресті (**рис. 3**);

– займають меншу площу порівняно з транспортними розв'язками в різних рівнях, що важливо при проблемах з відведенням земельних ділянок;

– вартість влаштування кільцевої розв'язки в одному рівні суттєво менша порівняно із вартістю влаштування транспортної розв'язки в різних рівнях;

– ДТП, які виникли на розв'язці кільцевого типу з малим і середнім діаметром центрального острівця, не приводять до серйозних наслідків (тяжких поранень та загибелі людей), оскільки швидкість на кільці незначна;

– система регулювання руху (кільце головне) не потребує встановлення світлофорів і їх обслуговування, а отже не потребує зайвих витрат;

– підвищення безпеки руху, яке досягається зниженням швидкості під час наближення до транспортної розв'язки;

– пропускна здатність може бути вищою ніж у звичного перехрестя зі світлофорним регулюванням через відсутність затримок під час перехідних інтервалів;

– час очікування порівняно з лінійним перехрестям може бути меншим, оскільки кільцева розв'язка зазвичай не має світлофорного регулювання, а отже відсутня потреба очікувати зелений сигнал світлофора;

– кількість підходів до кільцевої транспортної розв'язки може бути більше ніж чотири без впливу на її складність, у той час коли лінійне перехрестя з більш ніж чотирма підходами, як правило, потребує влаштування світлофорного регулювання з тривалим циклом регулювання;

– інші переваги, зокрема можливе зниження рівня шуму та викидів шкідливих речовин через відсутність заторів.

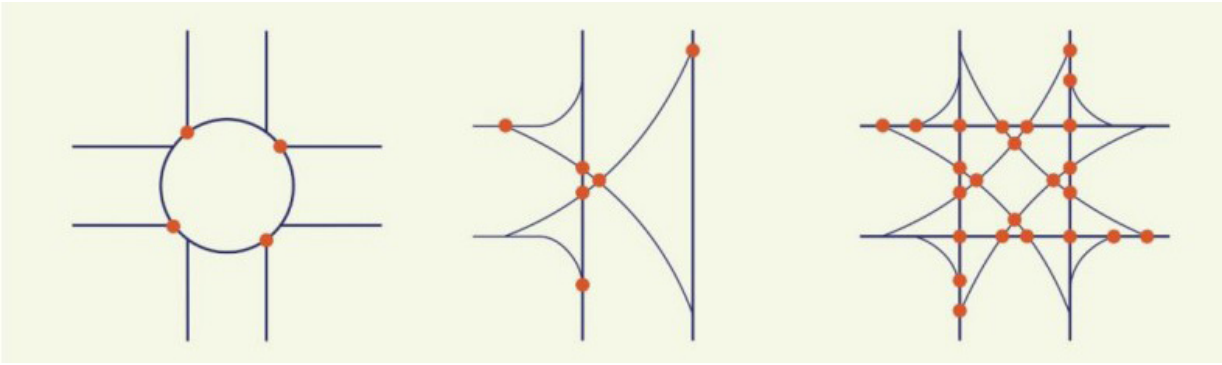

Рисунок 3 – Порівняння кількості конфліктних точок на кільцевих і лінійних транспортних розв'язках в одному рівні

За розміром центрального острівця кільцеві розв'язки поділяють на [8]:

– великі, діаметр центрального острівця яких становить більше ніж 60 м;
– середні – діаметр центрального острівця становить від 18 м до 60 м включно;
– малі – діаметр центрального острівця від становить від 4 м до 18 м включно;
– міні-кільцеві, з діаметром центрального острівця від 2,5 м до 4,0 м.

Великі кільцеві розв'язки влаштовують на автомобільних дорогах з інтенсивністю руху понад 5 000 авт./добу. Пріоритет у русі на них дозволено встановлювати світлофорним регулюванням. Кількість смуг руху на таких розв'язках може бути від 2 до 6.

Середні та малі кільцеві розв'язки потрібно влаштовувати на дорогах з інтенсивністю до 5 000 авт./добу. За умови, коли інтенсивність руху становить понад 5 000 авт/добу, такі розв'язки дозволено влаштовувати у випадку обмеженого простору і відповідного обґрунтування та у населених пунктах. Середні та малі кільцеві розв'язки є саморегулівними, світлофорне регулювання на них не застосовується. Єдине правило організації руху на них – кільце головне.

Міні-кільцеві розв'язки (міні-каруселі) займають меншу площу, зменшують швидкість руху на в'їзді, мають перевагу руху на кільці. Вони можуть застосовуватися тільки там, де швидкість

обмежена до 50 км/год. Передбачати такі розв'язки доцільно в населених пунктах чи передмісті на перехрещеннях з невисокою сумарною інтенсивністю руху (до 2 000 авт./добу).

Міні-кільцеві розв’язки є саморегулівні (без світлофорного регулювання). Але їх слід застосовувати при забезпеченні видимості кільця у напрямку руху. З метою полегшення розвороту великогабаритного транспорту вся або майже вся поверхня центрального острівця повинна бути доступною для руху і мати твердий покрив – асфальтобетонний, цементобетонний, бруківку або інший матеріал, який може витримувати навантаження від розрахункового транспорту.

Слід надавати перевагу проєктуванню кільцевих розв’язок з меншим діаметром центрального острівця. Окрім того, більш безпечними є односмугові кільцеві розв’язки. Їх безпека зумовлена меншою кількістю конфліктних точок, обмеженням швидкості для всього транспортного потоку та меншою різницею кутів в’їзду. Багатосмугові кільцеві розв’язки є менш безпечними, ніж односмугові, оскільки вони мають більшу кількість конфліктних точок, вони складніші, швидкість руху на них вища, а кут в’їзду менш гострий. Та разом з тим вони є безпечнішими, аніж інші типи транспортних розв’язок в одному рівні [3].

Висновки

Для зменшення кількості ДТП та тяжкості їх наслідків на транспортних розв’язках в одному рівні необхідно застосовувати засоби заспокоєння руху на підходах до них з метою зниження швидкості руху транспортних засобів. Одним з таких засобів заспокоєння руху є кільцеві транспортні розв’язки з малим діаметром центрального острівця.

Правильна організація руху на кільцевій розв’язці повністю або частково виключає перехрещення транспортних потоків, замінюючи його послідовним злиттям і розгалуженням у короткій зоні − зоні розгалуження. При цьому, якщо ДТП все ж виникають, то вони, як правило, не мають тяжких наслідків, саме тому цей вид транспортної розв’язки в одному рівні вважається одним з найбезпечніших. На відміну від звичайного лінійного перехрестя, де кількість конфліктних точок у середньому може бути 32, на кільцевій транспортній розв’язці цей показник у середньому становить 8 точок.

Окрім того, застосування кільцевих розв’язок має ряд інших переваг перед лінійними перехрестями, зокрема відсутня потреба у встановлення світлофорного обладнання, кількість підходів до транспортної розв’язки може бути більше ніж чотири, економічні показники влаштування та обслуговування кільцевої транспортної розв’язки є нижчими, ніж вартість влаштування розв’язки в двох рівнях, покращення екологічних показників і зниження рівня шуму через відсутність заторів на підходах до транспортної розв’язки.

Враховуючи власні дослідження та світовий досвід можна рекомендувати влаштування в Україні середніх, малих і міні-кільцевих транспортних розв’язок, які спонукають до уповільнення руху, що сприятиме підвищенню безпеки руху на наших автомобільних дорогах.

Список літератури

1. Статистичні дані про аварійність Департаменту патрульної поліції Національної поліції України. URL: https://patrolpolice.gov.ua/statystyka/ (дата звернення: 10.08.2023).

2. Безпека дорожнього руху в Україні: перемоги та нові виклики в умовах війни. Центр демократії та верховенства права. Листопад, 2022. URL: https://cedem.org.ua/news/bezpeka-dorozhnogo-ruhu-v-ukrayini/ (дата звернення: 10.08.2023).

3. Roundabouts and other intersections. (Кільцеві розв’язки та інші перехрестя). Інформаційний бюлетень Інституту досліджень безпеки дорожнього руху (SWOV). Гаага, червень,

2022. 22 с. URL: https://www.swov.nl/en/facts-figures/factsheet/roundabouts-and-other-intersections (дата звернення: 10.08.2023).

4. ДБН В.2.3-4:2015 Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво. Київ, 2015. 91 с. (Інформація та документація).

5. Sustainable Road Safety. (Стійка безпека дорожнього руху). Інформаційний бюлетень Інституту досліджень безпеки дорожнього руху (SWOV). Гаага, березень, 2019. 26 с. URL: https://swov.nl/en/fact-sheet/sustainable-road-safety (дата звернення: 10.08.2023).

6. Road Safety Manual. Recommendations from the World Road Association (PIARC). (Посібник з безпеки руху. Рекомендації Світової дорожньої асоціації). Париж, 2003. 629 с. URL: https://www.piarc.org/en/PIARC-knowledge-base-Roads-and-Road-Transportation/Road-Safety-Sustainability/Road-Safety/safety-manual (дата звернення: 10.08.2023).

7. Roundabouts – Technical Summary. (Кільцеві перехрестя. Технічний звіт) Номер звіту: FHWA-SA-10-006. Федеральне управління автомобільних доріг. Управління безпеки. США, 2010. 32 с. URL: https://rosap.ntl.bts.gov/view/dot/42603 (дата звернення: 10.08.2023)

8. ГБН В.2.3-37641918-555:2016 Автомобільні дороги. Транспортні розв'язки в одному рівні. Проектування. Зі Зміною № 1. Київ, 2022. 59 с. (Інформація та документація).

References

1. Statistical data on the accident rate of the Patrol Police Department of the National Police of Ukraine. URL: https://patrolpolice.gov.ua/statystyka/ (Last accessed: 10.08.2023) [in Urkainian].

2. Bezpeka dorozhnoho rukhu v Ukraini: peremohy ta novi vyklyky v umovakh viiny. Centre for democracy and rule of law [Road safety in Ukraine: victories and new challenges in the conditions of war. Center for Democracy and Rule of Law]. November, 2022. URL: https://cedem.org.ua/news/bezpeka-dorozhnogo-ruhu-v-ukrayini/ (Last accessed: 10.08.2023) [in Urkainian].

3. Roundabouts and other intersections. SWOV fact sheet, June 2022. SWOV, The Hague. URL: https://www.swov.nl/en/facts-figures/factsheet/roundabouts-and-other-intersections (Last accessed: 10.08.2023) [in English].

4. DBN V.2.3-4:2015 Avtomobilni dorohy. Chastyna I. Proektuvannia. Chastyna II. Budivnytstvo [State Building Norms (DBN V.2.3-4:2015) Highways. Part I. Design. Part II. Building]. Kyiv, 2016. 104 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].

5. Sustainable Road Safety. SWOV fact sheet, March 2019. SWOV, The Hague. URL: https://swov.nl/en/fact-sheet/sustainable-road-safety (Last accessed: 10.08.2023) [in English].

6. Road Safety Manual. Recommendations from the World Road Association (PIARC). Paris, 2003. 629 p. URL: https://www.piarc.org/en/PIARC-knowledge-base-Roads-and-Road-Transportation/Road-Safety-Sustainability/Road-Safety/safety-manual (Last accessed: 10.08.2023) [in English].

7. Roundabouts – Technical Summary. Report Number: FHWA-SA-10-006. Federal Highway Administration. Office of Safety. USA, 2010. 32 p. URL: https://rosap.ntl.bts.gov/view/dot/42603 (Last accessed: 10.08.2023) [in English].

8. HBN V.2.3-37641918-555:2016 Avtomobilni dorohy. Transportni rozviazky v odnomu rivni. Proektuvannia. Zi Zminoiu № 1 [Highway. At-grade Intersections. Designing. With Change No. 1]. Kyiv, 2015. 59 p. (Information and documentation) [in Urkainian].

Olha Belenchuk, *https://orcid.org/0000-0003-0525-0546*
Natalia Popovych, *https://orcid.org/0000-0001-5822-2501*
Yevhen Tepliuk, *https://orcid.org/0000-0001-5581-4798*
M.P. Shulgin State Road Research Institute State Enterprise – DerzhdorNDI SE, Kyiv, Ukraine

IMPROVING TRAFFIC SAFETY AT INTERSECTIONS

Abstract

Introduction. A significant share of traffic accidents occurs precisely at intersections and junctions Therefore, there is a need to increase road safety on them, taking into account modern requirements and best global practice, namely the organization of roundabouts at intersections

Problem Statement. The increase in the car fleet is significantly ahead of the rate of growth of the road network. In this regard, traffic conditions worsen, the number of traffic accidents increases, the capacity of roads decreases, which leads to a decrease in road efficiency and an increase in the cost of road transportation. In such conditions, the issue of increasing road safety, in particular at intersections, becomes especially urgent.

Purpose. Study of traffic safety at intersections, determination of the causes of traffic accidents and formulation of proposals to reduce their number.

Materials and methods. In the article, the method of statistical data processing was used to analyze traffic safety on highways.

Results. The causes of traffic accidents were analyzed, in particular at intersections, and it was determined that roundabouts are safer than other types of intersections.

Conclusions. Roundabouts have the effect of slowing down traffic and, thanks to this, affect the reduction of the severity of the consequences of traffic accidents, if they do occur. The smaller the diameter of the roundabout is, the lower the speed of the traffic flow and, of course, the driver has a greater opportunity to stop in time, and in case of a possible accident, the damage will be insignificant, which in turn will lead to a decrease in economic losses from traffic accidents.

Keywords: highway, traffic safety, accident, traffic accident, roundabout, intersection.