



# LAIS

## TRANSPORTO INŽINERIJA IR VADYBA

15-osios Lietuvos jaunųjų mokslininkų konferencijos „MOKSLAS – LIETUVOS ATEITIS“ straipsnių rinkinys, 2012 m. gegužės 4 d., Vilnius, Lietuva

## TRANSPORT ENGINEERING AND MANAGEMENT

Proceedings of the 15th Conference for Lithuania Junior Researchers SCIENCE – FUTURE OF LITHUANIA, 4 May 2012 Vilnius, Lithuania

## ИНЖЕНЕРИЯ ТРАНСПОРТА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕРЕВОЗОК

Сборник статей 15-ой конференции молодых ученых Литвы «НАУКА – БУДУЩЕЕ ЛИТВЫ», 4 мая 2012 г., Вильнюс, Литва

## СОВРЕМЕННЫЕ КОЛЬЦЕВЫЕ РАЗВЯЗКИ

Дина Васюкович<sup>1</sup>, Анна Прозоровская<sup>2</sup>

*Национальный авиационный университет, Киев, Украина*

*Эл. почта: <sup>1</sup>dinavasiukovych@gmail.com; <sup>2</sup>annaprozora@rambler.ru*

**Аннотация.** Последние десятилетия состояние безопасности дорожного движения в городах является одной из важнейших проблем. При этом значительное количество ДТП отмечается на нерегулируемых перекрестках, которые составляют значительную долю всех пересечений городских УДС. В соответствии с данными международной статистики переоборудование нерегулируемых пересечений в кольцевые пересечения малого и среднего диаметра позволяет снизить аварийность на 40–80 %. Это обусловило широкое распространение в мировой практике пересечений, обозначаемых термином «современные кольцевые пересечения» (modern roundabouts). Такие пересечения получили широкое применение в США, Канаде, в большинстве стран Западной Европы, Израиле и англоязычных странах Австралии, Новой Зеландии, Южной Африке. Масштабы применения современных кольцевых пересечений характеризуются следующими цифрами: по данным английской прессы в Великобритании насчитывается 5 000 таких пересечений; во Франции в конце 1994 г. насчитывалось около 12 080 современных кольцевых пересечений, а в 2011 г. их уже было более 27 000.

**Ключевые слова:** современные кольцевые пересечения, мини-кольца, компактные кольцевые пересечения.

### Актуальность темы

Постоянный рост уровня автомобилизации и неадекватное этому росту развитие улично-дорожной сети, методов организации движения и систем управления приводит к возникновению сложных транспортных проблем. Они характеризуются низкой скоростью сообщения (10–12 км/ч), наличием заторовых и предзаторовых ситуаций, увеличением выбросов токсичных газов, высокой аварийностью. Удельный вес токсичных выбросов транспортных потоков, в общем объеме выбросов, достигает 85–90 %.

Анализ направлений исследования свидетельствуют о том, что в отечественной практике недостаточно проработана методика организации движения на кольцевых пересечениях, которая бы соответствовала современному уровню решения транспортных проблем. Отсутствуют четкие критерии выбора вариантов организации движения на кольцевых пересечениях, методика применения светофорного регулирования на кольцевых пересечениях, а также динамического управления вариантом организации движения на кольцевом пересечении. Недостаточно исследованы условия движения транспортного потока при въезде на кольцевое пересечение и на

участке переплетения. Недостаток знания в этой области ограничивает применение известных методов организации и препятствует разработке новых. Решение транспортных проблем на кольцевых пересечениях, в некоторых случаях, осложняется исторически сложившейся застройкой и тем, что кольцевые пересечения в большинстве случаев являются архитектурными элементами городской застройки. В таких условиях, когда практически невозможно изменить планировочное решение, особенно актуальным является развитие методов организации движения для решения транспортных проблем. Тем более что проектирование кольцевых пересечений начинается с разработки схем организации движения на них.

### Решение проблемы

В зарубежной специальной литературе термином «современные кольцевые пересечения» (modern roundabouts) обозначаются кольцевые пересечения малого и среднего диаметра, имеющие приоритет движения по кольцевой проезжей части и целый ряд особенностей проектирования геометрических элементов. Следует особо подчеркнуть, что современные кольцевые пересечения, далее КП, применяются на

улицах с низкой или умеренной интенсивностью движения (рис. 1).

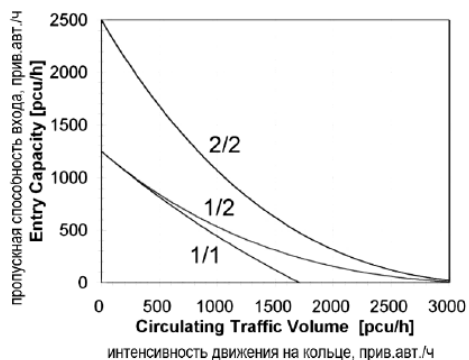
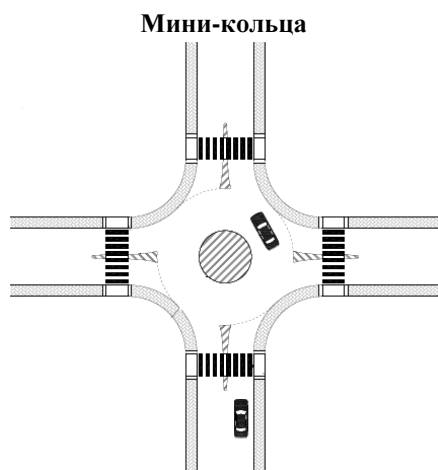


Рис. 1. Пропускная способность входов на КР германского руководства HBS (Brilon 2005)

Цифры указывают на количество полос на входе на кольцо/количество полос на кольце.

Причина популярности этих пересечений у специалистов – очень высокая эффективность современных КР как средства обеспечения безопасности движения, наблюдаемое при их применении снижение аварийности составляет 40–80 %. Одной из составляющих снижения уровня аварийности является безопасность движения пешеходов. Наибольшее распространение получили мини-кольца и компактные кольца, применяемые вместо нерегулируемых пересечений на местной улично-дорожной сети.



Мини-кольцо – самый небольшой тип кольцевой развязки. Они могут быть с успехом использованы в городской среде для улиц местного значения. Центральный и разделительные островки нанесены как разметка, однако, могут быть собраны на месте. Это необходимо для того, чтобы обеспечивать проезд для средних и крупногабаритных транспортных средств.

Главные характеристики мини-кольца:

- низкая скорость движения.
- небольшая пропускная способность.
- небольшие затраты на постройку.

Максимальная скорость вхождения	25 км/ч
Число полос на въезде	1
Диаметр вписанного круга	13–25 м
Ежедневный объем движения	10 000 маш/д

Особенности проектирования и применения современных мини-колец очень подробно представлены в руководствах Великобритании.

К мини-кольцам относят пересечения и примыкания, радиус центрального островка которых, не превышает 4 м. При этом центральный островок не обустраивается бортовым камнем. Департамент Транспорта Великобритании дает следующее определение термина мини-кольцо (mini-roundabout).

Мини-кольцевые пересечения рассматриваются как эффективный прием организации движения, применимый в широком диапазоне условий (т. е. жилые, коммерческие и торговые территории). Рекомендуется применять мини-кольца с четырьмя подходами в условиях, когда суммарная интенсивность движения на всех входах на кольцо в час пик не превышает 500 авт/ч.

Мини-кольцевые пересечения не должны применяться:

- на магистральных дорогах;
- на улицах и дорогах с разделительной полосой;
- для обеспечения непосредственно доступа к территории и с нее;
- когда интенсивность второстепенных потоков составляет 10–15 % от интенсивности главного направления.

Не рекомендуется устраивать мини-кольца на улицах, ведущих к промышленным и складским территориям, на улицах, обслуживающих автобусные маршруты. При этом запрещается устраивать мини-кольца на узлах, имеющих пять и более подходов.

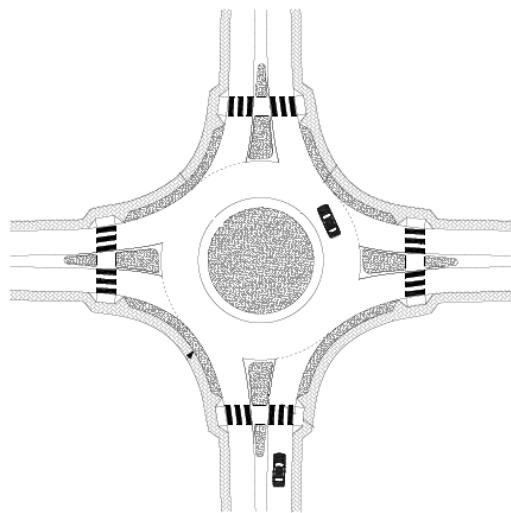
Размеры мини колец и их низкая стоимость позволяют широко применять их на местной улично-дорожной сети, что, безусловно, является большим достоинством. Вместе с тем в Украине нет опыта эксплуатации мини-колец, центральный островок которых выделяется дорожной разметкой, и внедрение таких пересечений может сопровождаться нарушениями правил движения. Поэтому полагаем, что наибольший интерес для отечественной практики представляют компактные кольцевые пересечения, которые имеют незначительные габариты, но при их этом центральный островок выделяется бортовым камнем, что важно в условиях низкой дисциплины водителей.

#### Компактные кольцевые пересечения

В Великобритании и США пересечения, классифицируемые как компактные кольца (Compact Roundabout) имеют:

- по одной полосе движения на входах и выходах;

– одну-две полосы движения на кольцевой проезжей части.



Этот тип пересечений имеет меньшую пропускную способность, чем нормальные кольцевые пересечения, но обеспечивают более удобные условия движения для пешеходов. В Англии они применяются на улицах с разрешаемой скоростью движения до 40 миль/ч (74 км/ч).

В качестве достоинств компактных колец отметим следующее:

– компактные кольца могут размещаться в габаритах красных линий на магистральных улицах районного значения, имеющих две полосы движения и на местных улицах ;

– применяемые конструкции центральных островков компактных колец (Англия, Германия, США, Франция) предусматривают движение длинномерных транспортных средств, центральный островок включает наклонную краевую полосу шириной 1–2 м, на которую заезжают грузовые автомобили и автобусы.

### Геометрические особенности компактных кольцевых пересечений

Компактные кольца – малый тип кольцевой развязки, рассчитанный, чтобы быть удобным для пешеходов. На них возможно автомобильное движение с низкой скоростью и предусмотрены условия для безопасности пешеходов.

– Поднятые центральный и разделительные островки.

– Островки безопасности для пешеходов в разделительных островках.

– Пешеходная часть вокруг кольца, физически отделенная ландшафтным ограждением, от автомобильного движения.

– Наклонная краевая полоса вокруг центрального островка обеспечивает возможность движения крупногабаритного транспорта.

Максимальная скорость въезда	25 км/ч
Число полос на въезде	1
Диаметр вписанного круга	25–30 м
Ежедневный объем движения	15 000 маш/д

В американских нормах (Roundabouts: An Informational Guide, FHWA-RD-00-67) городские компактные пересечения имеют следующие параметры:

- расчетная скорость движения – 25 км/ч;
- внешний диаметр – до 25–30 м;
- суточная интенсивность движения – до 15 000 авт/сутки.

Пример геометрической компоновки компактного пересечения представлен на рис. 2. В данном примере внешний диаметр кольцевой проезжей части составляет 30 м, соответственно при устройстве компактного кольцевого пересечения не требуется значительной дополнительной территории по сравнению с обычными перекрестками (рис. 6).



**Рис. 2.** Элементы планировки и обустройства современного кольцевого пересечения (Roundabout Design Standards, City of Colorado Springs 2005 г.): 1 – приподнятый центральный островок; 2 – априон (*apron, truck apron*); 3 – кольцевая проезжая часть; 4 – вход на кольцевое пересечение с стоп-линий (разметкой *yield*); 5 – приподнятый разделительный островок (*splitter island*); 6 – пешеходный переход (в одном уровне с проезжей частью); 7 – ландшафтный буфер (*landscape buffer*), разделяющий пешеходный тротуар и кольцевую проезжую часть

Элементы планировки и обустройства современных кольцевых пересечений представлены на рис. 7.

Отметим три самые важные детали:

– на кольцевых пересечениях малого и среднего диаметра центральный островок имеет наклонную укрепленную краевую полосу (в США – *apron, truck apron*; в Великобритании – *central overrun area*), предназначенную для движения длинномерных транспортных средств (рис. 7);

– в случаях наличия пешеходного движения устраиваются разделительные

– островки независимо от количества полос движения на примыкающих улицах;

– пешеходные переходы размещаются со смещением от кольца, что улучшает условия движения транспорта, поскольку выходящие с кольца

транспортные средства пропускают пешеходов, не занимая при этом кольцевую проезжую часть.

Предложения по применению планировочных решений и элементов обустройства современных колец (приподнятые разделительные островки, апроны в составе центральных островков) могут вызывать отрицательную реакцию части российских специалистов. Это прослеживается в оценке возможности применения в нашей стране приподнятых канализирующих островков, когда оппоненты в качестве аргументов указывают особые климатические условия (зимняя эксплуатация, требования очистки от снега).

Именно поэтому апроны широко применяются США и Канаде, а также в районах с продолжительным снежным периодом.

Городские однополосные кольца больше, чем компактные кольца; они также предусматривают большую скорость движения и пропускную способность. Обладают такими же специфическими характеристиками, как и компактные кольца. Конструкция въездов и выездов рассчитана одновременно на высокую скорость автомобильного движения и безопасность пешеходов и велосипедистов. Городские двухполосные кольца – все кольца с хотя бы одним двухполосным въездом.

– Поднятые центральный и разделительные островки.

– Островки безопасности для пешеходов в разделительных островках.

– Пешеходная часть вокруг кольца, физически отделенная ландшафтным ограждением, от автомобильного движения.

– Большая ширина проезжей части кольца, скорость движения и пропускная способность, чем у однополосного городского кольца.

– Удобства для пешеходов и велосипедистов.

– Наклонная краевая полоса не требуется.

Внегородские двухполосные кольца – самый большой тип колец; они имеют хотя бы один двухполосный въезд.

– Скорость движения такая же, как на внегородском однополосном кольце, или выше.

– Снижение скорости транспортного потока может потребоваться для снижения скорости на въездных полосах.

– Конструкция сходна с городским двухполосным кольцом, но немного больше и без удобств для пешеходов и велосипедистов.

– Необходима возможность создания удобств для пешеходов и велосипедистов в будущем, поскольку в случае расширения города возможна перестройка данных колец в городские кольца.

### Сравнение кольцевых развязок и пересечений дорог со светофорным регулированием

Исследование Институтом дорожной безопасности (ИДБ) 24 перекрестков в США (городская, пригородная и внегородская среды) показало, что при

*замене пересечений со знаком СТОП и со светофорным регулированием на современную кольцевую развязку:*

- общее число столкновений снижено на 39 %;
- столкновения с травмами снижены на 76 %;
- со смертельным исходом снижены на 90 %

Результаты не противоречат результатам многочисленных международных исследований. Из них следует, что постройка кольцевых развязок является эффективным в плане безопасности видом дорожного пересечения и должна поощряться.

*При снижении скорости транспортного потока.*

*Для регулируемого светофорами или знаками перекрестка.*

Сигнальное регулирование является действенным способом управления движением, но, как правило, оно не классифицируется как средство снижения скорости транспортного потока. Светофоры и знаки устанавливаются только по необходимости в местах с высоким объемом транспортных потоков, числом происшествий или другими условиями. Светофоры и знаки управляют движением и увеличивают безопасность, регулируя приоритет движения; они не предназначены для регулировки скорости или повышения пешеходного и велосипедного движения.

*Для кольцевой развязки*

Кольцевые развязки обладают преимуществами в отношении снижения скорости транспорта, вынуждают транспорт снижать скорость по мере приближения к пересечению. Пересечение становится более безопасным для всех видов передвижения, включая пешеходное и велосипедное. Дизайн современных кольцевых развязок предусматривает отклонения на каждом въезде на перекресток. Из-за этого ни одно транспортное средство не может пройти пересечение без снижения скорости.

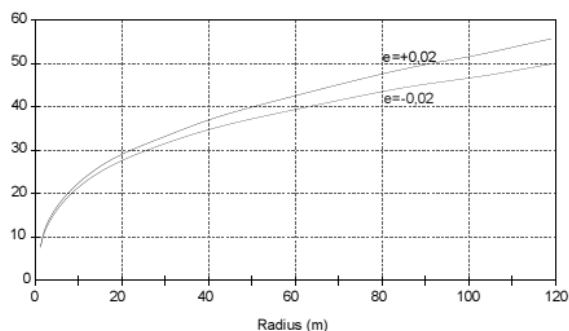
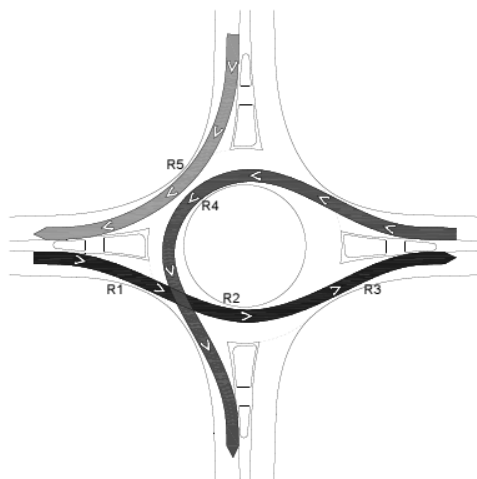


Рис. 3. Зависимость скорости от радиуса

Кольцевая развязка снижает скорость въезжающего и движущегося по кругу транспорта, уменьшает вероятность потери управления и дает преимущество транспорту на въезде.

Для всех маневров радиус определяется, как минимальный радиус закругления самого длинного пути.

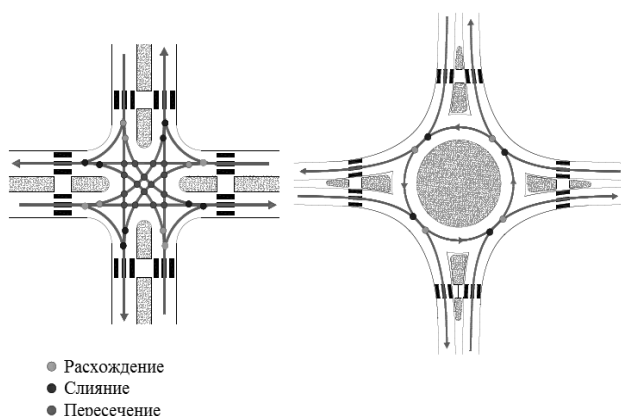


**Рис. 4.** Радиусы кольцевых развязок

- $R_1$  – радиус входа; ➤  $R_2$  – ширина кольцевой проезжей части; ➤  $R_3$  – радиус выхода; ➤  $R_4$  – радиус пути поворота направо; ➤  $R_5$  – радиус пути поворота налево;
- $R_4$  – критический радиус (чаще всего минимальный);
- $R_5$  – максимальный радиус (чаще всего); скорость  $R_1 \leq$  скорость  $R_2 \leq$  скорость  $R_3$ ; скорость  $R_1 \leq$  расчетная скорость; скорость  $R_1$  – скорость  $R_4 \leq 20$  км/ч; скорость  $R_5 \leq$  расчетная скорость; скорость  $R_5$  – скорость  $R_4 \leq 20$  км/ч.

Кольцевая развязка снижает скорость въезжающего и движущегося по кругу транспорта, уменьшает вероятность потери управления и дает преимущество транспорту на въезде.

Согласно нескольким исследованиям и статистическим данным из разных стран по доле снижения происшествий на кольцевых развязках и пересечениях со светофором, кольцевые развязки обладают в этом отношении значительным преимуществом. Число столкновений снижается и, из-за низкой скорости движения на пересечении и более острых углов, приводит к менее сильным столкновениям с менее серьезными последствиями.



**Рис. 5.** Конфликтные точки

Несмотря на то, что знаки увеличивают безопасность на пересечении, было зафиксировано, что, например, установка знака СТОП увеличивает число других происшествий: увеличивается число

наездов сзади, хотя, такие аварии имеют меньшие последствия, чем боковые столкновения.

Кольцевая развязка имеет меньше конфликтных точек, чем пересечение, регулируемое светофором или знаками, и, следовательно, вызывает меньше столкновений. Кроме того, кольца спроектированы таким образом, чтобы транспорт снижал скорость при вхождении, из-за чего у водителей остается больше времени на оценку опасности конфликтных точек. Обычное пересечение имеет 32 конфликтные точки; однополосное кольцо – только 8.

Классическое средство по улучшению безопасности путем снижения скорости на въезде заключается в модификации подъездной полосы серией изгибов, предшествующих стоп-линии; как видно, радиус изгибов уменьшается по мере приближения к стоп-линии.

## Выводы

1. Кольцевая развязка снижает скорость въезжающего и движущегося по кругу транспорта, уменьшает вероятность потери управления и дает преимущество транспорту на въезде.

2. Кольцевая развязка имеет меньше конфликтных точек, чем пересечение, регулируемое светофором или знаками, и, следовательно, вызывает меньше столкновений. Кроме того, кольца спроектированы таким образом, чтобы транспорт снижал скорость при вхождении, из-за чего у водителей остается больше времени на оценку опасности конфликтных точек.

3. Кольцевые развязки обладают преимуществами в отношении снижения скорости транспорта, вынуждают транспорт снижать скорость по мере приближения к пересечению. Пересечение становится более безопасным для всех видов передвижения, включая пешеходное и велосипедное. Дизайн современных кольцевых развязок предусматривает отклонения на каждом въезде на перекресток. Из-за этого ни одно транспортное средство не может пройти пересечение без снижения скорости.

4. Разные исследования приходят к выводу, что кольцевые развязки безопасней для пешеходов, чем обычные перекрестки. Планировка кольцевых развязок заставляет транспорт снижать скорость, оставляя пешеходам больше времени для перехода дороги в промежутки между движением транспорта. Разделительные островки снабжены островками безопасности позволяющими переходить дорогу в две стадии и сокращая дистанцию перехода.

5. Кольцевые развязки улучшают безопасность пешеходов по сравнению с обычными

6. перекрестками (меньшая дистанция перехода; переход две стадии, по одной полосе за раз; меньшая скорость движения транспорта, физическое ограждение от движения транспорта).

### **Литература**

Brilon, W. Roundabouts: A State of the Art in Germany. Vail, \Colorado 2005. 16 p.

Roundabouts: An Informational Guide//Publication No FHWA–RD-00-67, June 2000, 277 p.

U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration – June 2000 – “Roundabouts: An Informational Guide.”

Липницкий, А. С. 2008. Оценка области эффективного применения компактных кольцевых пересечений, Иркутск.