

# Исследование многообразия схем и нормативов кольцевых пересечений в разных уровнях

DOI: 10.17273/CADGIS.2015.1.7

Елугачёв П.А., к.т.н., директор ООО «Индор-Мост» (г. Томск)

Елугачёв М.А., начальник отдела проектирования автомобильных дорог ООО «Индор-Мост» (г. Томск)

*Несмотря на большое количество схем транспортных развязок в разных уровнях, систематизированных для различных условий и категорий пересекающихся и примыкающих дорог, в практике проектирования в России и за рубежом в их классическом виде находят применение лишь немногие, из которых наибольшее распространение имеют схемы полного и неполного клеверного листа (в обжатом варианте), трубы. Остальные варианты либо не рассматриваются на этапе проектирования, либо не имеют чётко сформулированной нормативной базы, позволяющей на этапе технико-экономического сравнения схемы пересечения или примыкания сопоставить преимущества и недостатки альтернативных вариантов.*

В России сложился стереотип, что транспортная развязка должна развязывать все направления преимущественно с помощью безостановочного движения с одинаковыми пропускными способностями съездов по всем направлениям. Этим требованиям отвечает сравнительно недорогая развязка типа полного клеверного листа, которая и получила широкое распространение. Причины применения данной схемы — её изученность, экономическая эффективность. На основании многолетних наблюдений ряда учёных в СНиП 2.05.02–85\* были внесены требования по минимальному радиусу левоповоротных и правоповоротных рампы, их ширине и продольным уклонам. Но такой подход применяется не везде, например в США для каждого из направлений (в зависимости от транспортной модели) прорабатываются отдельные рампы (выделенные). Такой подход хорош с точки зрения перспективы пропускной способности, но весьма капиталоемок. При этом в России необоснованно исключён из методологии и вариантной проработки целый класс транспортных развязок в двух уровнях на основе кольцевых схем, хотя многолетняя практика строительства подтверждает их жизнеспособность.

В 1928 году в США была построена первая транспортная развязка, выполненная по типу «клеверный лист». Уже к 1936 году в США на-

считывалось свыше 125 развязок. В этот период широкое распространение получили кольцевые пересечения в разных уровнях, а именно распределительное кольцо с двумя и пятью путепроводами.

В 1944 году в США были изданы первые технические условия на проектирование транспортных развязок. В этих технических условиях, которые отразили почти двадцатилетний опыт эксплуатации транспортных развязок, были сформулированы основные требования к назначению их геометрических элементов. Расчётные скорости на съездах увязывались с расчётными скоростями на подходящих к транспортным развязкам дорогах.

В 1960-е годы в США стали применять кольцевые пересечения в трёх уровнях. Здесь кольцо располагается в естественном уровне, одна из автомагистралей проходит под кольцом (в тоннеле или выемке), а другая автомагистраль — над кольцом (по эстакаде или насыпи). Пересечение занимает сравнительно небольшую площадь земли, однако строительная стоимость его довольно высока.

Широкое применение кольцевых пересечений в разных уровнях в зарубежных странах актуализирует вопрос рассмотрения данных типов развязок для проектирования и строительства на пересечениях автомобильных дорог в нашей стране

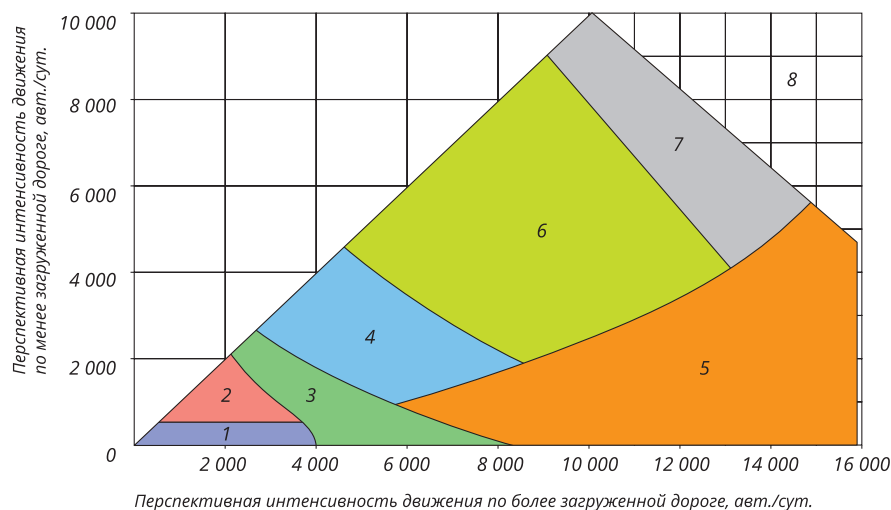


Рис. 1. Номограмма для выбора планировочного решения пересечения

в зависимости от интенсивности движения, существующей застройки и необходимой пропускной способности.

В России основы исследования пересечений автомобильных дорог заложили в 60–70-х годах Бабков В.Ф. [1], Сильянов В.В. [2], Гохман В.А. [3] и др.

Их работы легли в основу нормативных документов СССР, а потом Российской Федерации, а именно СНиП 2.05.02–85\* и «Технических указаний по проектированию пересечений и примыканий автомобильных дорог», впервые изданных в 1964 году, а затем переизданных в 1975 году.

За счёт высокой эффективности работы таких пересечений не угасает интерес к ним и сегодня [4–7].

Нами проведён анализ научных работ в России и за рубежом за последние 10–15 лет. В последние годы выполнен ряд научных изысканий, в них проводится подробный анализ современных кольцевых пересечений, раундэбаутов, обосновывается количество полос, ширины полос на подходе, на входе на кольцо, обосновываются формы и положения островков безопасности, организации движения и т.д. Однако все эти работы рассматривают кольцевое пересечение в одном уровне.

Возникает естественный вопрос — почему в одном и можно ли приравнять транспортную работу кольца в одном уровне к кольцу в двух уровнях? Мы думаем, что нет. Дело в том, что кольцо в двух уровнях характеризуется как самой кольцевой проезжей

частью, так и подходами. На подходах происходит переплетение потоков, что, по нашему мнению, и определяет пропускную способность такого вида пересечения. В связи с этим и физический смысл работы таких переплетений отличен от кольца в одном уровне.

В действующих российских указаниях в зависимости от размеров, состава и распределения движения по направлениям, а также от местных условий необходимо применять различные схемы развязок в разных уровнях. Типы транспортных развязок, а также геометрические параметры их соединительных ответвлений следует использовать с учётом обеспечения требуемой пропускной способности [8]. Кольцевые пересечения рекомендуется применять при суммарной перспективной интенсивности движения от 2000 до 8000 приведённых ед./сут. и относительном равенстве интенсивностей движения на пересекающихся дорогах при условии, что они отличаются не более чем на 20%, а количество автомобилей, совершающих левый поворот, составляет не менее 40% суммарной интенсивности движения на пересекающихся дорогах [8].



Рис. 2. Транспортная развязка в г. Челябинске до и после реконструкции

На рисунке 1 приведена номограмма для выбора типа планировочных решений пересечений. В соответствии с ней схема кольцевых пересечений попадает в достаточно обширную зону 5–6, что должно быть поводом для широкого их применения, однако всё чаще применяется схема клеверного листа, только потому что она лучше изучена.

Даже реконструкция кольцевого пересечения не всегда является следствием рассмотрения варианта кольца в двух уровнях. На рисунке 2 представлено пересечение в г. Челябинске, до реконструкции выполненное в виде кольца в одном уровне, в связи с высокой интенсивностью не справляющееся со своими функциями. После реконструкции была построена двухуровневая транспортная развязка. Из рисунка следует, что проектировщик принял решение в пользу клеверного листа, и высока вероятность того, что развязка по типу кольца в двух уровнях не была представлена в качестве варианта.

А какие могли быть варианты кольцевых пересечений в разных уровнях? Для этого мы исследовали многообра-

На подходах происходит переплетение потоков, что, по нашему мнению, и определяет пропускную способность такого вида пересечения. В связи с этим и физический смысл работы таких переплетений отличен от кольца в одном уровне.

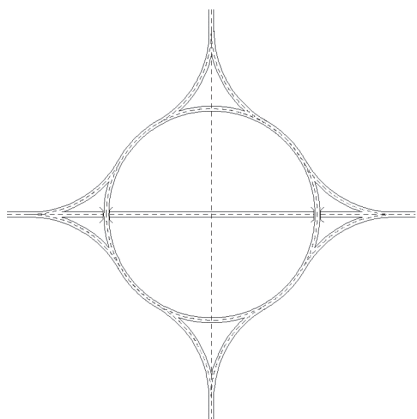


Рис. 3. Распределительное кольцо с двумя путепроводами



Рис. 4. Кольцевое пересечение в разных уровнях на пересечении автомобильных дорог 640 и 148 в Канаде, выполненное по типу распределительного кольца с двумя путепроводами

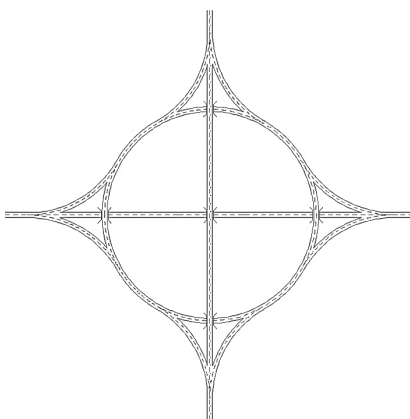


Рис. 5. Распределительное кольцо с пятью путепроводами

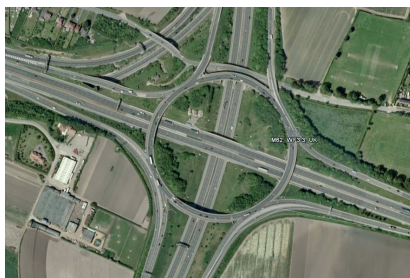


Рис. 6. Кольцевое пересечение в разных уровнях на пересечении автомобильных дорог М62 и М1 в Англии, выполненное по типу распределительного кольца с пятью путепроводами

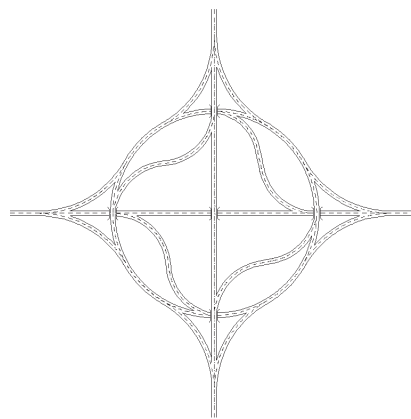


Рис. 7. Улучшенный тип распределительного кольца



Рис. 8. Кольцевое пересечение в разных уровнях на пересечении улиц Малахова и Павловского тракта в г. Барнауле, выполненное по сжатому усовершенствованному типу распределительного кольца с двумя путепроводами

зие схем таких пересечений с помощью сервиса Google Maps.

### Вариант №1

Распределительное кольцо с двумя путепроводами применяют при пересечении автомагистрали и второстепенной дороги (рис. 3, 4). При этом скоростной поток автомагистрали проходит по прямой, а пересекаемый поток второстепенной дороги — по кольцу.

Здесь на кольце происходит смешение не только поворачивающих потоков, но и поворачивающих потоков с основным потоком второстепенной дороги, и, кроме того, основной поток второстепенной дороги вынужден проходить по кольцу, что приводит к большому перепробегу. С целью некоторого уменьшения указанного перепробега кольцо иногда вытягивают в направлении второстепенной дороги и выполняют в форме эллипса или в виде двух полуокружностей, соединённых прямыми вставками. Преимуществом данной транспортной развязки по сравнению с распределительным кольцом, имеющим пять путепроводов, является меньшее

количество путепроводов и более низкая стоимость строительства.

### Вариант №2

Распределительное кольцо с пятью путепроводами применяют при пересечении двух автомагистралей между собой. Пересечения распределительного кольца с автомагистралями осуществляется таким образом, что кольцо поочерёдно проходит то над одной автомагистралью, то под другой (рис. 5, 6).

### Вариант №3

Улучшенный тип распределительного кольца благодаря наличию специальных левоповоротных съездов не имеет точек пересечения потоков в одном уровне (рис. 7, 8). Недостатком данной транспортной развязки является то обстоятельство, что специальные съезды для левоповоротного движения вливаются в кольцо не с правой, а с левой стороны, тогда как на автомагистралях, как правило, все ответвления и присоединения дорог должны устраиваться с правой стороны (по ходу движения).

Большой интерес к изученности вопроса кольцевых пересечений представляет нормативная документация Англии, так как в ней уделяется особое внимание геометрии зон слияния, разветвления и переплетения.

Выше приведены только основные схемы кольцевых пересечений, но и они не изучены в полной мере, по ним нет исчерпывающей нормативной документации, критерии эффективности не определены. Авторами было проанализировано порядка 120 существующих транспортных развязок кольцевого типа. Особый интерес анализа вызывают зоны слияния/разветвления в связи с тем, что вся развязка кольцевого типа состоит из переходов от одной зоны к другой.

Нужно отметить, что в нормативной литературе Европейского союза, а также США и Канады уделено особое внимание моделированию транспортных потоков, исследованию режимов движения и пропускной способности на развязках, а также влиянию вновь возводимых дорожных объектов на существующие. Требования к геометрии кольцевых пересечений отсутствуют.

Большой интерес к изученности вопроса кольцевых пересечений представляет нормативная документация Англии [9], так как в ней уделяется особое внимание геометрии зон слияния, разветвления и переплетения. Этим элементам посвящена целая отдельная глава нормативного документа, в которой описаны основные принципы проектирования таких зон. Например, если присоединяющийся съезд имеет интенсивность большую, чем пропускная способность одной полосы (на основной дороге), тогда необходимо добавлять дополнительную полосу на основной дороге. При этом дополнительная полоса должна обеспечивать адаптивность водителей, движущихся по ней, к новым условиям движения.

Проектирование зон разветвления на основе норм Англии выполняется по диаграммам, построенным исходя из проведённых наблюдений и описанных математической моделью. Для российских условий интенсивности, состава движения, правил проезда по кольцу, приоритета транспортных средств, психологии и культуры вождения применимость данных номограмм должна быть отдельно изучена.

Таким образом, вопросы слияния, разветвления и пересечения потоков на кольцевых транспортных пересечениях нормируются в недостаточной степени, что ведёт к трудностям на этапе трассирования развязки и дальнейшем прохождении государственной экспертизы.

На основе проведённого сравнительного анализа транспортных развязок, нормативно-методических документов авторы особо отмечают актуальность следующих задач:

- Классифицирование кольцевых транспортных пересечений в двух уровнях и выработка рекомендаций по применению схем в зави-

симости от интенсивности движения основной и пересекающейся дорог [10].

- Сужение области изысканий в области проектирования кольцевых транспортных развязок до подробного анализа сплетения/разветвления транспортных потоков.
- Выработка рекомендаций по созданию инструментов автоматизированного проектирования кольцевых пересечений в двух уровнях, используя имеющиеся наработки в системе проектирования автомобильных дорог IndorCAD («ИндорСофт», г. Томск) [11–13]. ■

#### Литература:

1. Бабков В.Ф. Дорожные условия и безопасность движения: Учебник для вузов. М.: Транспорт, 1993. 271 с.
2. Поспелов П.И., Шевяков А.П., Щит Б.А. Методическое обеспечение проектирования кольцевых пересечений // Вестник МАДИ. 2013. № 1. С. 101–111.
3. Сильянов В.В., Домке Э.Р. Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог и городских улиц: Учебник для студ. вузов. 2-е изд., стер. М.: Академия, 2008. 352 с.
4. Гохман В.А., Визгалов В.М., Поляков М.П. Пересечения и примыкания автомобильных дорог: Учебное пособие для авт.-дор. спец. вузов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Высш. шк., 1989. 319 с.
5. Елугачёв П.А., Катасонов М.А., Елугачёв М.А. Обоснование ширины и количества полос движения на кольцевых пересечениях автомобильных дорог // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2013. № 1(1). С. 26–30.
6. Немчинов Д.М. Некоторые аспекты зарубежного опыта проектирования транспортных пересечений на автомобильных дорогах // Автоматизированные технологии изысканий и проектирования. 2009. №3(34). С. 68–73.
7. Современные кольцевые пересечения. Иркутск: Транспортная лаборатория ИрГТУ, 2009. 103 с.
8. СП 34.13330.2012. Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02–85\*.
9. TD 22/06. DMRB 6.2.1. Layout of Grade Separated Junctions. The highways agency, 2006. 79 p.
10. Поспелов П.И., Щит Б.А., Овчинников М.А. и др. Методическое обеспечение автоматизированного проектирования кольцевых пересечений // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2014. № 2(3). С. 46–56.
11. Кривых И.В., Мирза Н.С. Проектирование транспортных развязок в IndorCAD // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2014. № 1(2). С. 36–41.
12. Бойков В.Н. САПР АД — перспективы развития // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2013. № 1(1). С. 6–9.
13. Петренко Д.А. Новое поколение программных продуктов в ИндорСофт // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2013. № 1(1). С. 10–17.