

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРАВОБЕРЕЖНОЙ РАЗВЯЗКИ 4-ГО МОСТОВОГО ПЕРЕХОДА ЧЕРЕЗ Р. ЕНИСЕЙ В Г. КРАСНОЯРСКЕ

Крынцова Д.Е.,

научный руководитель канд. техн. наук Гавриленко Т.В.

Сибирский федеральный университет

В настоящее время в г. Красноярске ведется строительство 4-го мостового перехода через реку Енисей, призванного существенно повлиять на современное распределение транспортных потоков. При этом модель правобережной развязки еще только разрабатывается проектными организациями (рис. 1).



Рисунок 1 – Модель четвертого мостового перехода через реку Енисей

В данной статье рассматривается предложенный нами вариант многоуровневой развязки, предназначенной для сопряжения примыкания 4-го мостового перехода к улице Свердловской. Обе дороги на данном участке относятся к магистральным улицам непрерывного движения (МУНД), т.е. являются многополосными. Транспортный узел проектируется при следующих исходных данных по расчетным интенсивностям движения автомобильных потоков: для 4-го мостового перехода (примыкающей дороги) – $N_1 = 2452$ авт./час и для ул. Свердловской (основной дороги) – $N_2 = 8020$ авт./час. При таких высоких значениях интенсивностей движения требуется проектирование примыкания в разных уровнях [1].

Геометрические элементы проезжих частей назначаются по нормам для дороги категории IV. Расчетная скорость движения составляет 60 км/ч.

С целью выбора наиболее экономичного, оптимального и безопасного транспортного узла, нами было проведено сравнение трех вариантов примыкания: листовидного, грибообразного и по типу трубы (рис. 2-4) [2,3]. В результате, для дальнейшего проектирования было выбрано примыкание грибообразного типа.

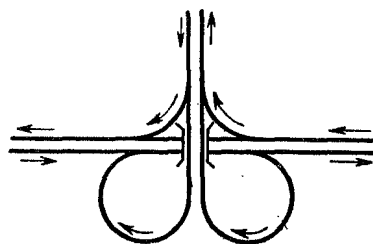


Рисунок 2 – Схема листовидного типа примыкания

Грибообразный тип примыкания можно рассматривать как улучшенный вариант примыкания по типу половины клеверного листа, в котором устранена точка пересечения

транспортных потоков движения в одном уровне [3]. Это достигается устройством путепровода в месте пересечения левоповоротных потоков. На данном типе примыкания планы трасс (проекция на горизонтальную плоскость) левоповоротных съездов aa' и bb' пересекают план трассы основной автомагистрали dd' и друг друга в одной точке A (рис. 4). В результате транспортная развязка имеет два косых путепровода и три уровня.

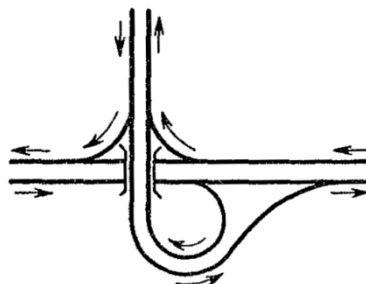


Рисунок 3 – Схема примыкания по типу трубы

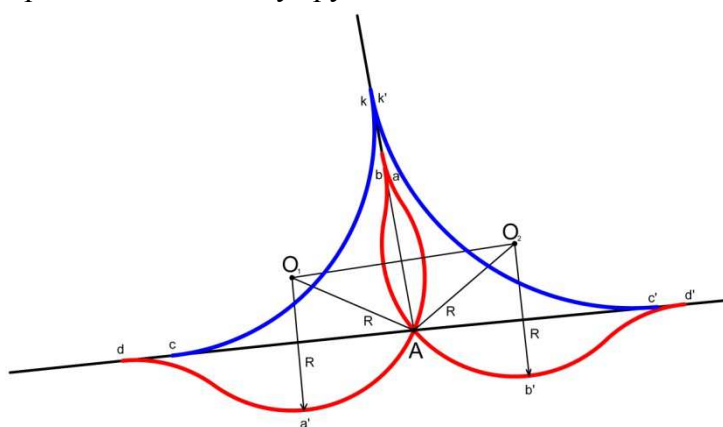


Рисунок 4 – Расчетная схема грибообразного типа примыкания

Преимущества данного типа примыкания состоят в следующем:

- каждый поворачивающий поток движения имеет свой собственный съезд, вследствие чего, левоповоротные и правоповоротные потоки не смешиваются между собой;
- вливание транспортного потока левоповоротного съезда, ведущего с примыкающей дороги на основную, в транспортный поток основной дороги производится с правой стороны;
- имеет 6 конфликтных точек (3 слияния и 3 разветвления);
- является легким для ориентировки водителей.

Левоповоротные съезды имеют в основе элементы кольца (рис. 5). Следовательно, используется алгоритм расчета кольцевого типа примыкания, в котором радиусы всех элементов съезда должны быть одинаковыми, т.к. закладывается одна и та же расчетная скорость. Правоповоротные съезды представляют собой сложные кривые, состоящие из одной круговой и двух переходных кривых.

При движении по левоповоротному съезду закладывается скорость движения транспорта $v = 40$ км/ч, для которой по рекомендациям [1] принимаем коэффициент поперечной силы $\mu = 0,17$. Вычислим минимально допустимый радиус кривой по формуле

$$R = \frac{v^2}{g \cdot (\mu + i_b)}, \quad (1)$$

где g – ускорение свободного падения, i_b – уклон виража. И, подставив в нее соответствующие значения параметров, получим

$$R = \frac{11,11^2}{9,81 \cdot (0,17 + 0,04)} = 59,91 \text{ м.}$$

Отводимые площади земель под развязку позволяют назначить радиус $R=100$ м.

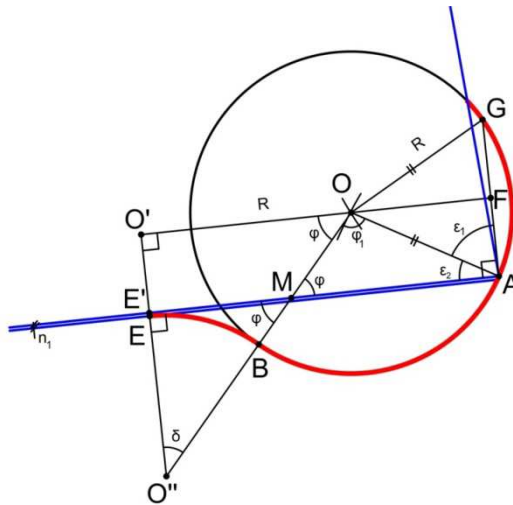


Рисунок 5 – Расчетная схема левоповоротного съезда

Далее определяем положение точек O и O'' – центров окружностей кольца, на котором лежит дуга BAG (второй элемент трассы левоповоротного съезда), и его сопряжения с основной дорогой, т.е. дуги EB (первый элемент трассы левоповоротного съезда). Координаты опорной точки G считаются заданными. Тогда точка O находится на пересечении окружностей радиусом 100 м, построенных из центров A и G .

Центр O'' лежит на отрезке OO'' длиной $2R = 200$ м, проведенном из точки O под углом φ к лучу OO' , который параллелен основной дороге. Путем измерения в программе IndorCAD определяем, что $GA = 81,54$ м, следовательно, длина $AF = 40,77$ м. Для дороги категории IV ширина переходной-скоростной полосы движения (ПСП), предусматриваемой для перехода на левоповоротный съезд, $b = 3,75$ м. Тогда расстояние между осью дороги и осью внешней полосы движения $n_1 = \frac{b}{2} = \frac{3,75}{2} \approx 2$ м. Определим угол δ , стягивающий дугу EB :

$$\cos \delta = \frac{R + n_1 + E'O'}{2R} = \frac{100 + 2 + 40,77}{2 \cdot 100} = 0,7139.$$

Тогда $\delta = 44,45^\circ$. Из подобия треугольников следует, что угол,

$$\varphi = 90^\circ - \delta = 90^\circ - 44,45^\circ = 45,55^\circ = 45^\circ 33'.$$

Аналогичным образом вычисляется дуга, сопрягающая элемент кольца с трассой примыкающей дороги (рис. 6). Расчет левоповоротного съезда, ведущего с примыкающей дороги на основную, проводятся по такому же алгоритму.

Произведем расчет правоповоротного съезда, ведущего с примыкающей дороги на основную. Он строится по правилу сопряжения двух трасс круговой кривой с двумя переходными кривыми (клотоидами) [3].

При движении по правоповоротному съезду закладывается скорость движения транспорта $v = 60$ км/ч, для которой принимаем коэффициент поперечной силы $\mu = 0,15$ [1]. Вычислим минимально допустимый радиус кривой по формуле (1).

$$R = \frac{16,67^2}{9,81 \cdot (0,15 + 0,04)} = 149,09 \text{ м.}$$

Отводимые площади позволяют вписать радиус $R=150$ м. Определяем длину переходной кривой, в качестве которой берем клотоиду. Её длина

$$L = \frac{v^3}{R \cdot j} = \frac{16,67^3}{150 \cdot 0,34} = 90,83 \text{ м.}$$

И принимаем $L = 90$ м. Угол наклона касательной в конце переходной кривой составит

$$\beta = \frac{180 \cdot L}{2\pi \cdot R} = 17,19^\circ$$

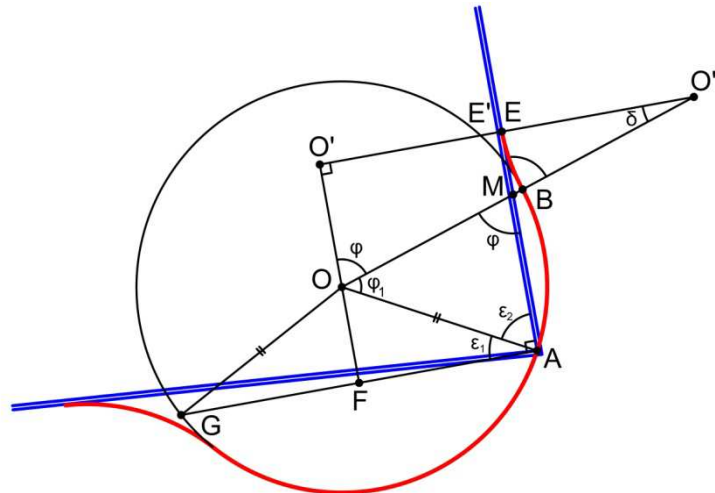


Рисунок 6 – Схема построения дуги, сопрягающей элемент кольца с трассой примыкающей дороги

Вычисляем координаты конца переходной кривой:

$$x = L - \frac{L^3}{40R^2} = 90 - \frac{90^3}{40 \cdot 150^2} = 89,19 \text{ м;}$$

$$y = \frac{L^2}{6R} - \frac{L^4}{336R^3} = \frac{90^2}{6 \cdot 150} - \frac{90^4}{336 \cdot 150^3} = 8,94 \text{ м.}$$

Определяем центральный угол, стягивающий круговую кривую правоповоротного съезда по формуле $\gamma = \alpha - 2\beta$, где α – угол примыкания оси примыкающей дороги к основной, равный $94^\circ 14'$. Тогда $\gamma = 59^\circ 51'$. Подсчитываем длину круговой кривой

$$K = \frac{\pi \cdot R \cdot \gamma}{180} = \frac{3,14 \cdot 150 \cdot 59,85}{180} = 156,61 \text{ м.}$$

Вычисляем длину составной кривой, равную длине правоповоротного съезда:

$$L_{\text{прав}} = K + 2L = 156,61 + 2 \cdot 90 = 336,61 \text{ м.}$$

Расчет правоповоротного съезда, ведущего с основной дороги на примыкающую, проводится аналогично.

Проект выполняется в программном продукте IndorCAD.

Список литературы

1. СП 34.13330.2012 Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85* / Мин-во регионального развития Российской Федерации. – М., 2013. – 139 с.
2. Дубровин Е.Н. Пересечения в разных уровнях на городских магистралях. М.: 1968. – 278 с.
3. Гохман В. А., Визгалов В. М., Поляков М. П. Пересечения и примыкания автомобильных дорог: Учеб. пособие для авт.-дор. спец. вузов. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1989. – 319 с.