Оглавление

Основные характеристики кривых....1
Круговой кривой....1
Переходной кривой....1
Расчетные характеристики круговой кривой....2
Переходные кривые....2
Выбор очертания переходной кривой....3
Расчетные характеристики кривой с переходными....4

Основные характеристики кривых

Основными характеристики называются потому, что они не рассчитываются, а назначаются проектировщиком, исходя из высших соображений.

Круговой кривой

Угол поворота- зависит от необходимого изменения направления трассы;

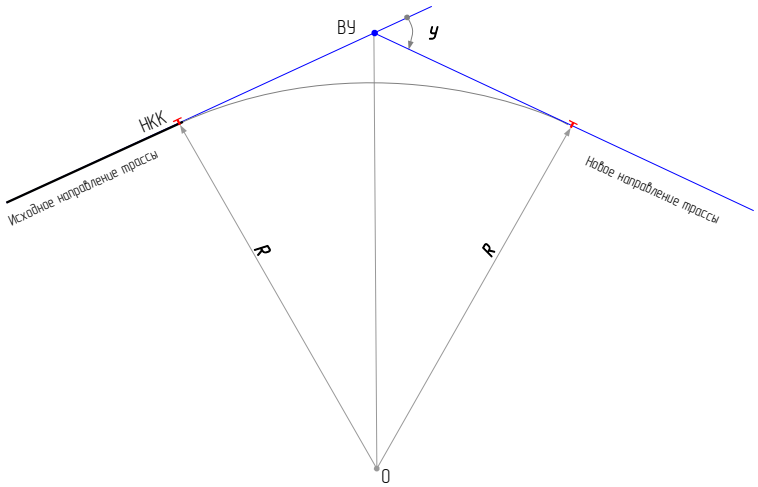
Имеет несколько традиционных обозначений:

$У$ -угол поворота в градусах,

α -угол поворота в радианах[1].

β -угол поворота, размерность необходимо оценивать по контексту расчетов;

R -радиус кривой , м. Зависит от ожидаемой скорости движения.

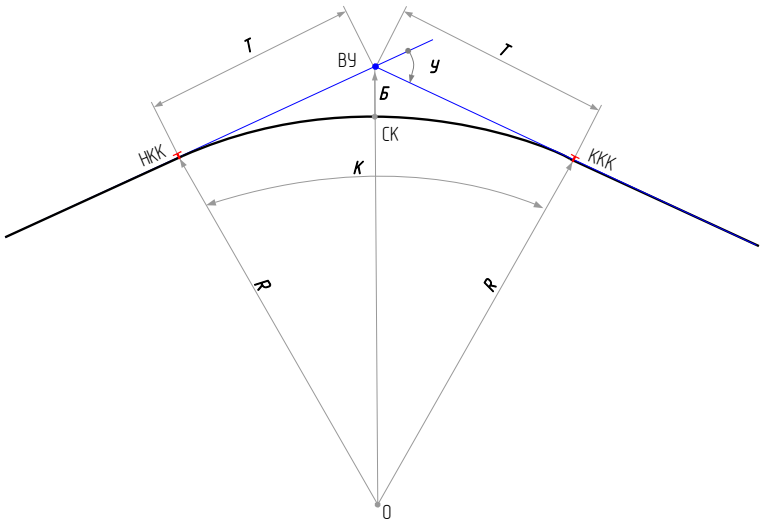


Переходной кривой

l_o -длина переходной кривой, м. Зависит скоростей движения и геометрических характеристик конструкции пути.

1 В разных научных школах

Расчетные характеристики круговой кривой



Вычисляют по формулам, вытекающим из прямоугольного треугольника с вершинами ВУ, НКК, О (центр окружности):

- **тангенс кривой** Т (или касательная) - отрезок прямой между вершиной угла и началом или концом кривой;

$$T = R \cdot tg\left(\frac{У}{2}\right) \quad ;$$

- **кривая К** - длина кривой от начала кривой до её конца;

$$К = R \cdot \alpha = \frac{\pi \cdot R \cdot У}{180°} \quad ;$$

- **биссектриса кривой Б** - отрезок от вершины угла до середины кривой;

$$Б = R\left[sec\left(\frac{У}{2}\right) - 1\right]$$

домер Д - разность между длиной двух тангенсов и кривой.

$$Д = 2Т - К$$

Расчеты вносятся в ведомость кривых[2]

Вместо вычислений по формулам можно[3] воспользоваться таблицами для разбивки кривых на железных дорогах, где по заданным радиусу и углу поворота сразу находят значения Т, К, Б и Д.

Переходные кривые

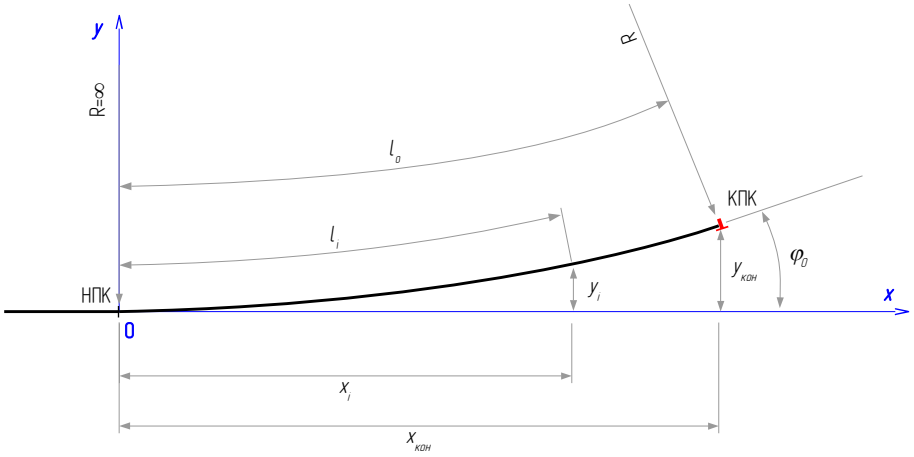
Между прямой и круговой кривой вписывают[4] т.н. переходную кривую, радиус кривизны которой плавно изменяется от ∞ до R.

Переходная кривая имеет две характерных точки:

- НПК - начало переходной;
- КПК -конец переходной кривой;

2 Если не предусматривается укладки переходных кривых- расчет завершается.
3 С существенными ограничениями;
4 Проще говоря- укладывают;

и рассчитывается в прямоугольной системе координат, см. рисунок:



Переходная кривая имеет следующие расчетные характеристики:

- Угол поворота, реализующийся в пределах переходной кривой, определятеся как:

$$\varphi_o = \frac{l_o}{2R}$$

размерность угла- радианы;

- Параметр переходной кривой,

$$C = R \cdot l_o$$

размерность величины- квадратные метры.

Принципиальная возможность разбивки переходной кривой[5] способом сдвижки определяется по условию:

$$2\varphi_o < \alpha$$

Если условие не соблюдается, то разбивка переходных кривых с заданными основными характеристиками, на данной круговой кривой- невозможна.

Выбор очертания переходной кривой

Проверки применимости того или иного очертания переходной кривой проводятся исходя из двух условий:

Разница между величинами x_i и l_i должна быть меньше, чем точность измерения расстояний на местности $\frac{1}{W}$:

$$\frac{l_o^4}{40 \cdot C^2} \leqslant \frac{1}{W}$$

Одновременно, следует проверить условие схожести кривизны[6] переходной и круговой кривых на участке переходной:

$$R \geqslant 1{,}602 \cdot \sqrt[9]{C^5}$$

Если оба условия соблюдаются,то в качестве переходной кривой может быть применено уравнение кубической параболы:

$$x_i = l_i$$

$$y_i = \frac{x_i^3}{6C}$$

Яко-же хотя-бы одно условие не выполняется- необходимо применить радиоидальную спираль[7]:

---

5 То есть возможность размещения между переходными некоторой протяженности круговой кривой;

6 Иначе говоря: отсутствие отступления по рихтовке, проще: «угла в пути»;

7 она-же клотоида: более сложная в расчетах и последующей разбивке на местности

$$x_i = l_i\left(1-\frac{l_i^4}{40\cdot C^2}\right)$$
$$y_i = \frac{l_i^3}{6\cdot C}\cdot\left(1-\frac{l_i^4}{56\cdot C^2}\right)$$

где l_i -расстояние от начала переходной кривой;

Расстояния l_i, откладываются, с шагом 10 м [8]:

- от 0, то есть начала координат, совпадающего с точкой НПК;
- до точки КПК, соответствующей l_o;

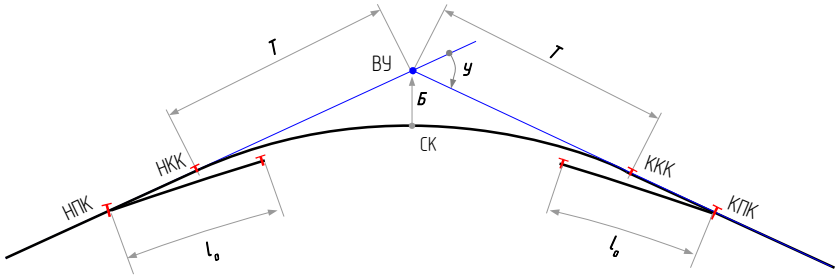
Расчеты сводятся в таблицу, по результатам строится график переходной кривой в прямоугольной системе координат.

Расчетные характеристики кривой с переходными

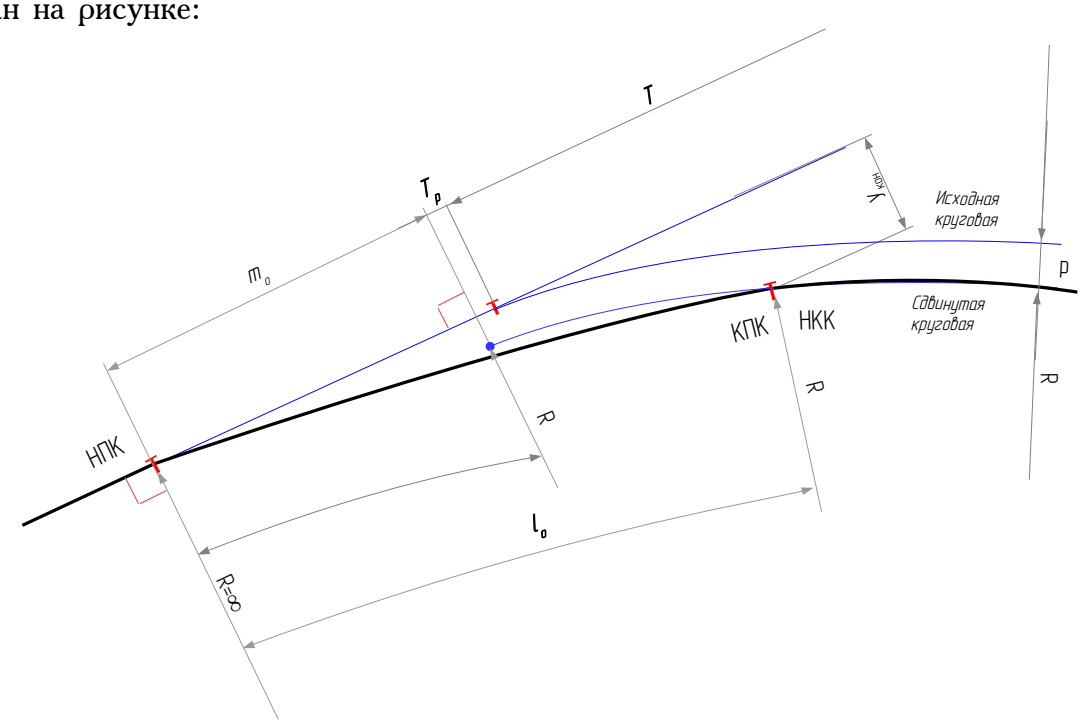
Основные элементы, необходимые для разбивки переходной кривой способом сдвижки:

- длина переходной кривой: l_o;
- значение последней абсциссы переходной кривой $x_{кон} = x(l_o)$;
- значение последней ординаты переходной кривой: $y_{кон} = y(l_o)$;

Общий принцип исходного расположения элементов кривой при сдвижке- приведён на рисунке:



Принцип сдвижки круговой кривой, к центру поворота без изменения радиуса- показан на рисунке:



8 то есть 0, 10, 20... и т.д.

Сдвижка составит:

$$p = y_{кон} - R(1 - \cos(\varphi_0))$$

Расстояние между началом переходной кривой и «сдвинувшимся старым началом круговой кривой»- называется дополнением к тангенсу:

$$m_o = x_{кон} - R \cdot \sin(\varphi_0)$$

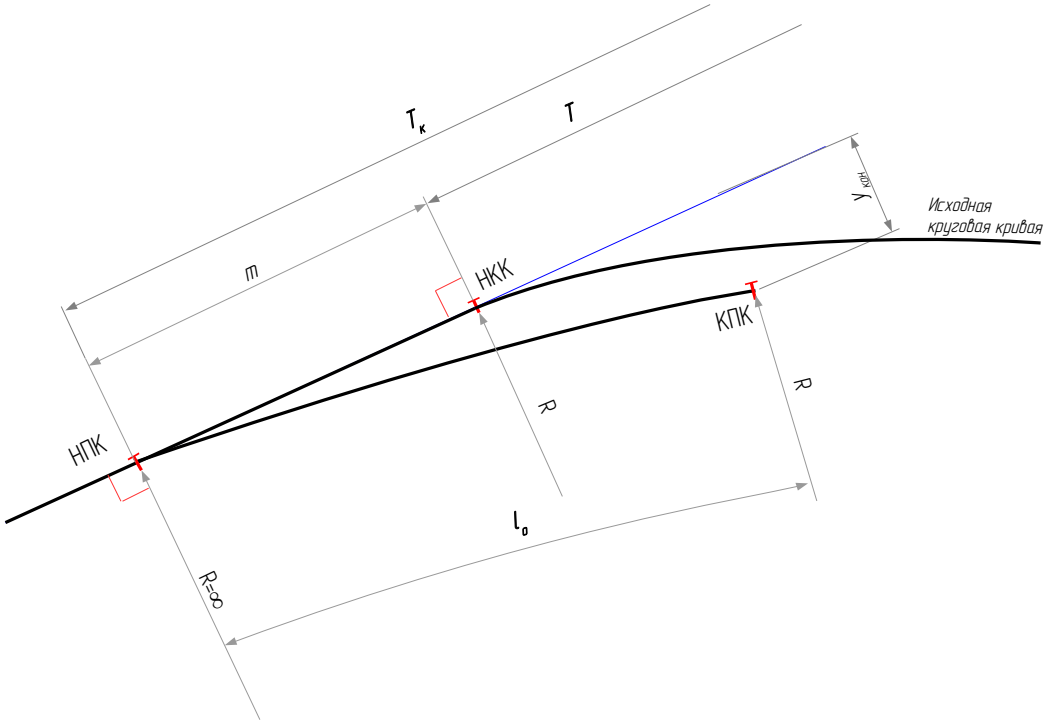
Геометрически m_o - проекция половины длины переходной кривой $\frac{l_o}{2}$ на касательную.

Приращение тангенса, из-за сдвижки, составит:

$$T_p = p \cdot \tan(\frac{\alpha}{2})$$

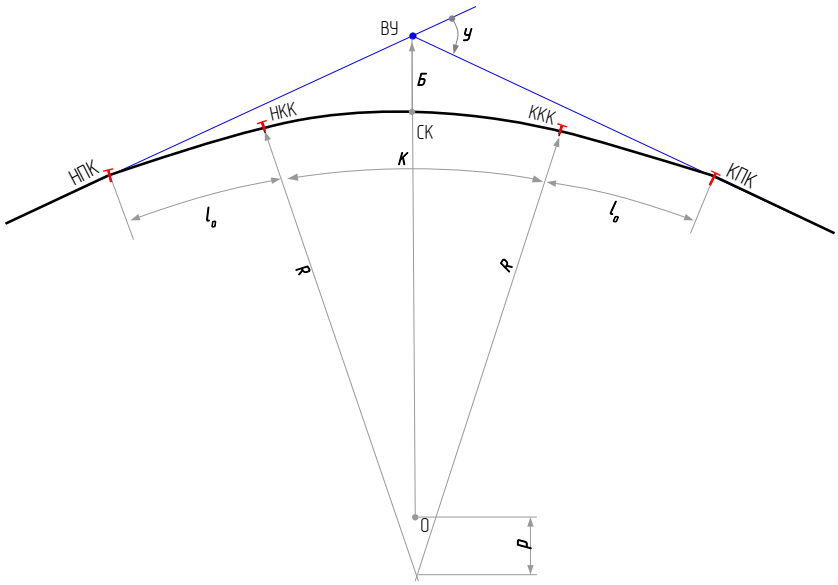
Расстояние от начала переходной кривой НПК до первоначального[9] положения тангенсного столбика:

$$m = m_o + p \cdot \tan(\frac{\alpha}{2})$$



Сдвижка круговой кривой внутрь- вызывает изменение и всех остальных величин:

9 иначе говоря: до НКК несдвинутой круговой кривой:



Биссектрисы, на величину:

$$Б_p = p \cdot \cos(\frac{\alpha}{2})$$

Домера на величину:

$$Д_p = 2\mathrm{T}_p - 2(\frac{1}{2} l_o - m)$$

Длина оставшейся, после сдвижки, части круговой кривой:

$$K = R(\alpha - 2 \cdot \varphi_0)$$

Полная длина всей кривой, от НПК до КПК:

$$L_к = K + 2 \cdot l_o$$

Полный тангенс:

$$T_к = T + m$$

Полная биссектрисса:

$$Б_к = Б + Б_p$$

Полный домер:

$$Д_к = 2 \cdot T_к - L_к$$