

Определение параметров переходной кривой с помощью Maple V Release 4;

Переходная кривая - спиралевидная кривая, сглаживающая переход с прямой на круговую кривую;

> restart;

Переходная кривая изменяет геометрию прямого участка трассы длиной a и участка круговой кривой длиной $a - l$;

Переходная кривая меняет свой радиус от *бесконечности* до R_{kk} . R_{kk} - радиус круговой кривой;

Основными элементами переходной кривой являются R_{kk} и L . L - длина переходной кривой, выбираемая по ГОСТу для данного радиуса круговой кривой;

Все элементы переходной кривой определяются через постоянную переходной кривой:

$$C = R_{kk} * L;$$

Текущий радиус переходной кривой: $R = C/l$;

Для круговой кривой угол поворота определяется как: $fi = l/R$;

Это уравнение применимо и к переходной кривой при переходе к бесконечно малым:

$$dfi = dl/R = l/C * dl;$$

$$> Fi := \int_0^L \frac{l}{C} dl; fi_l := \int \frac{l}{C} dl$$

$$Fi := \frac{1}{2} \frac{L^2}{C}$$

$$fi_l := \frac{1}{2} \frac{l^2}{C}$$

Смещение по линии тангенса X и поперек линии тангенса Y зависят от текущего значения угла поворота fi :

$$dx = dl * \cos(fi_l) = \cos(l^2/(2*C)) dl, dy = dl * \sin(fi_l) = \sin(l^2/(2*C)) dl;$$

$$> X := \text{taylor} \left(\int_0^L \cos \left(\frac{l^2}{2C} \right) dl, L, 20 \right); x_l := \text{convert} \left(\text{taylor} \left(\int \cos \left(\frac{l^2}{2C} \right) dl, l, 20 \right), \text{polynom} \right)$$

$$X := L - \frac{1}{40} \frac{1}{C^2} L^5 + \frac{1}{3456} \frac{1}{C^4} L^9 - \frac{1}{599040} \frac{1}{C^6} L^{13} + \frac{1}{175472640} \frac{1}{C^8} L^{17} + O(L^{20})$$

$$x_l := l - \frac{1}{40} \frac{l^5}{C^2} + \frac{1}{3456} \frac{l^9}{C^4} - \frac{1}{599040} \frac{l^{13}}{C^6} + \frac{1}{175472640} \frac{l^{17}}{C^8}$$

$$> Y := \text{taylor} \left(\int_0^L \sin \left(\frac{l^2}{2C} \right) dl, L, 20 \right); y_l := \text{convert} \left(\text{taylor} \left(\int \sin \left(\frac{l^2}{2C} \right) dl, l, 20 \right), \text{polynom} \right)$$

$$Y := \frac{1}{6} \frac{1}{C} L^3 - \frac{1}{336} \frac{1}{C^3} L^7 + \frac{1}{42240} \frac{1}{C^5} L^{11} - \frac{1}{9676800} \frac{1}{C^7} L^{15} + \frac{1}{3530096640} \frac{1}{C^9} L^{19} + O(L^{20})$$

$$y_l := \frac{1}{6} \frac{l^3}{C} - \frac{1}{336} \frac{l^7}{C^3} + \frac{1}{42240} \frac{l^{11}}{C^5} - \frac{1}{9676800} \frac{l^{15}}{C^7} + \frac{1}{3530096640} \frac{l^{19}}{C^9}$$

Для расчетов обычно обходятся первыми двумя элементами разложения в ряд, но при желании можно использовать любое их количество;

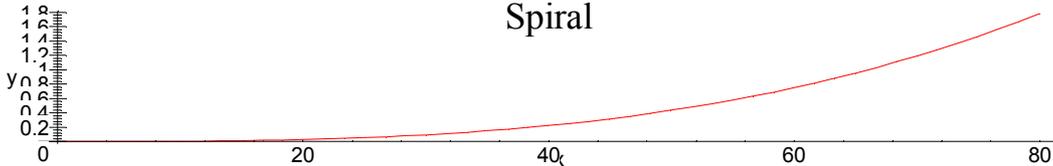
> $R := 600; L := 80; C := R L; \text{plot}([x_l, y_l, l = 0 .. L], \text{title} = 'Spiral', \text{labels} = ['x', 'y'])$

$R := 600$

$L := 80$

$C := 48000$

Spiral



> **restart;**

В конце переходная кривая осуществляет поворот на угол Fi . Это должно соответствовать углу поворота исходной круговой кривой;

А значит только часть переходной кривой a_l из всего X может замещать круговую кривую;

Определим эту часть так, чтобы углы поворота обеих кривых совпадали:

$$a_l = (R - Y) * \text{tg}(Fi), a = X - a_l;$$

$$\begin{aligned} > a_l := \text{series} \left(\left(\frac{C}{L} - \left(\frac{1 L^3}{6 C} - \frac{1 L^7}{336 C^3} + \frac{1 L^{11}}{42240 C^5} - \frac{1 L^{15}}{9676800 C^7} + \frac{1 L^{19}}{3530096640 C^9} \right) \right) \tan \left(\frac{L^2}{2 C} \right), L, 20 \right) \\ a_l := \frac{1}{2} L - \frac{1}{24} \frac{1}{C^2} L^5 - \frac{13}{10080} \frac{1}{C^4} L^9 - \frac{19}{118272} \frac{1}{C^6} L^{13} - \frac{10277}{638668800} \frac{1}{C^8} L^{17} + O(L^{19}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} > a := L - \frac{1 L^5}{40 C^2} + \frac{1 L^9}{3456 C^4} - \frac{1 L^{13}}{599040 C^6} + \frac{1 L^{17}}{175472640 C^8} \\ - \left(\frac{1 L}{2} - \frac{11 L^5}{24 C^2} - \frac{13 L^9}{10080 C^4} - \frac{19 L^{13}}{118272 C^6} - \frac{10277 L^{17}}{638668800 C^8} \right) \\ a := \frac{1}{2} L + \frac{1}{60} \frac{L^5}{C^2} + \frac{191}{120960} \frac{L^9}{C^4} + \frac{7333}{46126080} \frac{L^{13}}{C^6} + \frac{1398167}{86858956800} \frac{L^{17}}{C^8} \end{aligned}$$

Осталось только узнать величину смещения Z переходной кривой от круговой кривой:

$$Z = R_{kk} - R(X, Y);$$

$$> Z := \text{series} \left(\frac{\frac{C}{L} - \left(\frac{1 L^3}{6 C} - \frac{1 L^7}{336 C^3} + \frac{1 L^{11}}{42240 C^5} - \frac{1 L^{15}}{9676800 C^7} + \frac{1 L^{19}}{3530096640 C^9} \right)}{\cos \left(\frac{L^2}{2 C} \right)}, L, 20 \right)$$

$$Z := \frac{1}{24} \frac{1}{C} L^3 + \frac{13}{2688} \frac{1}{C^3} L^7 + \frac{589}{1182720} \frac{1}{C^5} L^{11} + \frac{86099}{1703116800} \frac{1}{C^7} L^{15} + O(L^{19})$$

Все элементы переходной кривой определены (и могут быть определены с ЛЮБОЙ!!! точностью);

Спасибо Maple V Release 4;

"...И не будет после нас тьмы.";

А.Н.Каретин;

04.07.2010г.;

Typeset by Maple V Release 4;

>