



Определение элементов переходной кривой в wxMaxima.

Основной формулой в переходной кривой является формула изменения радиуса от бесконечности вначале до R_{kk} - в конце.

```
(%i1) define(p(l),C/l);
(%o1) p(l) :=  $\frac{C}{l}$ 
```

Из этого выражения видно, что при $l=0$ однозначности нет, но при $l=L$ данная зависимость однозначна:

$$p(L) = R_{kk} = \frac{C}{L} \Rightarrow C = R_{kk} \cdot L$$

, то есть для круговой кривой радиусом R_{kk} и переходной кривой длиной L существует только один параметр переходной кривой C , равный произведению указанных величин.

Для круговой кривой существует зависимость угла поворота в радианах от длины дуги и радиуса:

$$\varphi(L) = L/R$$

, это правило действует и для переходной кривой при переходе к бесконечно малым:

$$d\varphi(l) = dl/p(L)$$

, отсюда можно найти угол поворота всей переходной кривой или ее части.

```
(%i2) df_dl: 1/p(l);
(%o2)  $\frac{l}{C}$ 
```

```
(%i3) define(f(l),integrate(df_dl,l));
(%o3) f(l) :=  $\frac{l^2}{2C}$ 
```

Проекции переходной кривой на линию тангенса и перпендикуляр к нему найдем также через бесконечно малые:

$$dx = dl \cdot \cos(\varphi(l))$$

$$dy = dl \cdot \sin(\varphi(l))$$

, но интегралы от этих выражений напрямую не берутся, поэтому используем вместо них быстросходящееся в точке $l=0$ разложение в ряд Тейлора.

```
(%i4) dx_dl: taylor(cos(f(l)),l,0,20);
```

```
(%o4) 1 -  $\frac{l^4}{8C^2} + \frac{l^8}{384C^4} - \frac{l^{12}}{46080C^6} + \frac{l^{16}}{10321920C^8} - \frac{l^{20}}{3715891200C^{10}} + \dots$ 
```

```
(%i5) dy_dl: taylor(sin(f(l)),l,0,20);
```

```
(%o5)  $\frac{l^2}{2C} - \frac{l^6}{48C^3} + \frac{l^{10}}{3840C^5} - \frac{l^{14}}{645120C^7} + \frac{l^{18}}{185794560C^9} + \dots$ 
```

```
(%i6) define(x(l),integrate(dx_dl,l));
```

```
(%o6) x(l) :=  $-\frac{l^5}{40C^2} + \frac{l^9}{3456C^4} - \frac{l^{13}}{599040C^6} + \frac{l^{17}}{175472640C^8} - \frac{l^{21}}{78033715200C^{10}} + l$ 
```

```
(%i7) define(y(l),integrate(dy_dl,l));
```

$$(\%07) \quad y(L) := \frac{L^3}{6C} - \frac{L^7}{336C^3} + \frac{L^{11}}{42240C^5} - \frac{L^{15}}{9676800C^7} + \frac{L^{19}}{3530096640C^9}$$

(%i8) x(L);

$$(\%08) \quad -\frac{L^{21}}{78033715200C^{10}} + \frac{L^{17}}{175472640C^8} - \frac{L^{13}}{599040C^6} + \frac{L^9}{3456C^4} - \frac{L^5}{40C^2} + L$$

(%i9) y(L);

$$(\%09) \quad \frac{L^{19}}{3530096640C^9} - \frac{L^{15}}{9676800C^7} + \frac{L^{11}}{42240C^5} - \frac{L^7}{336C^3} + \frac{L^3}{6C}$$

Поворот переходной кривой должен соответствовать повороту круговой кривой.

Решив треугольник при $l=L$ и соответствующим углом поворота определим ту часть из X , которая заменит часть круговой кривой a_1 , и остаток, заменяющий часть прямой a .

Для упрощения выражения воспользуемся быстросходящимся разложением в ряд Тейлора в точке $l=0$.

(%i10) a_1: taylor((p(L)-y(L))*tan(f(L)),L,0,20);

$$(\%10) \quad \frac{L}{2} - \frac{L^5}{24C^2} - \frac{13L^9}{10080C^4} - \frac{19L^{13}}{118272C^6} - \frac{10277L^{17}}{638668800C^8} + \dots$$

(%i11) a: x(L)-a_1;

$$(\%11) \quad \frac{L}{2} + \frac{L^5}{60C^2} + \frac{191L^9}{120960C^4} + \frac{7333L^{13}}{46126080C^6} + \frac{1398167L^{17}}{86858956800C^8} + \dots$$

Используя приведенные выше элементы, можно построить (скажем в AutoCAD-е или QCAD-е) переходную и круговую кривую.

В этом случае мы увидим, что углы поворота и кривизна обеих кривых совпадают, но между ними существует зазор z .

Воспользуемся опять упомянутым выше треугольником и определим данный зазор.

Для упрощения выражения воспользуемся быстросходящимся разложением в ряд Тейлора в точке $l=0$.

(%i12) z: taylor(p(L)-(p(L)-y(L))/cos(f(L)),L,0,20);

$$(\%12) \quad \frac{L^3}{24C} + \frac{13L^7}{2688C^3} + \frac{589L^{11}}{1182720C^5} + \frac{86099L^{15}}{1703116800C^7} + \frac{3978839L^{19}}{776621260800C^9} + \dots$$

Чтобы устранить данный зазор, изменяем радиус круговой кривой с R на $(R-z)$.

Это приводит к небольшому скачку радиуса, но в относительных единицах он составляет $\sim 1/1000$.

Это гораздо лучше, чем скачек при непосредственном переходе с прямой на круговую кривую, который в относительных единицах составляет $1/1$.

"...И не будет после нас тьмы."

А.Н.Каретин.
15.07.2010г.

Made in [Terra No Names](#).

Created with [wxMaxima](#).

Additional design - [T_E_Xgui](#) based [mimeT_E_X](#).