



Расчетный файл MathCad 15

Проектирование кривошипно-ползунного механизма по двум заданным положениям кривошипа и соответствующему перемещению ползуна

Задача: провести метрический синтез кривошипно-ползунного механизма.

Исходные данные:

| | |
|---|--------------------------------|
| Перемещение ползуна: | $h_c = 1$ усл. ед. |
| Угловая координата кривошипа в начальном положении: | $\varphi_{1Н} = 30\text{deg}$ |
| Угловая координата кривошипа в конечном положении: | $\varphi_{1К} = 120\text{deg}$ |
| Относительная длина шатуна: | $\lambda_2 = 2.8$ |
| Относительная внеосность: | $\lambda_e = 0.2$ |

Иллюстрация расчетной схемы:

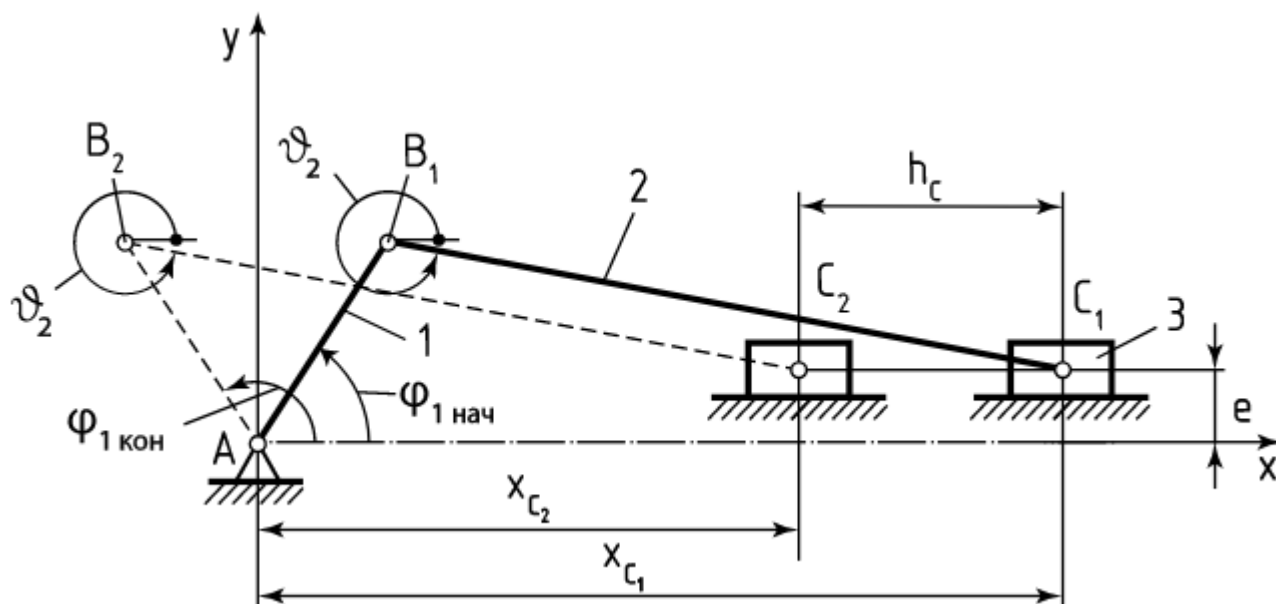


Рис. 1. Кривошипно-ползунный механизм с двумя заданными положениями

Неизвестные величины:

l_1 - длина кривошипа; l_2 - длина шатуна; ν_1, ν_2 - углы давления, соответствующие двум заданным положениям, отсчитываемые от горизонтали Ox ; e_1 - внеосность; x_{C1}, x_{C2} - координаты положения ползуна в соответствующем положении.

Приближения для нахождения исходных величин:

$$l_1 = h_c \quad l_2 = h_c \quad \nu_1 = 0 \quad \nu_2 = 0 \quad e_1 = 0 \quad x_{C1} = h_c \quad x_{C2} = 0$$

Система, определяющая линейные и угловые координаты всех точек механизма в начальном и конечном положении:

Given

$$l_1 \cdot \cos(\varphi_{1H}) + l_2 \cdot \cos(\nu_1) = x_{C1} \quad \text{проекция на ось } Ox, \text{ начальное положение}$$

$$l_1 \cdot \sin(\varphi_{1H}) + l_2 \cdot \sin(\nu_1) = e \quad \text{проекция на ось } Oy, \text{ начальное положение}$$

$$l_1 \cdot \cos(\varphi_{1K}) + l_2 \cdot \cos(\nu_2) = x_{C2} \quad \text{проекция на ось } Ox, \text{ конечное положение}$$

$$l_1 \cdot \sin(\varphi_{1K}) + l_2 \cdot \sin(\nu_2) = e \quad \text{проекция на ось } Oy, \text{ конечное положение}$$

$$l_2 = \lambda_2 \cdot l_1 \quad \text{связь длины шатуна и кривошипа}$$

$$e_1 = \lambda_e \cdot l_1 \quad \text{связь смещения и длины кривошипа}$$

$$x_{C1} - x_{C2} = h_c \quad \text{ход поршня по определению}$$

$$F = \text{Find}(l_1, l_2, \nu_1, \nu_2, e_1, x_{C1}, x_{C2})$$

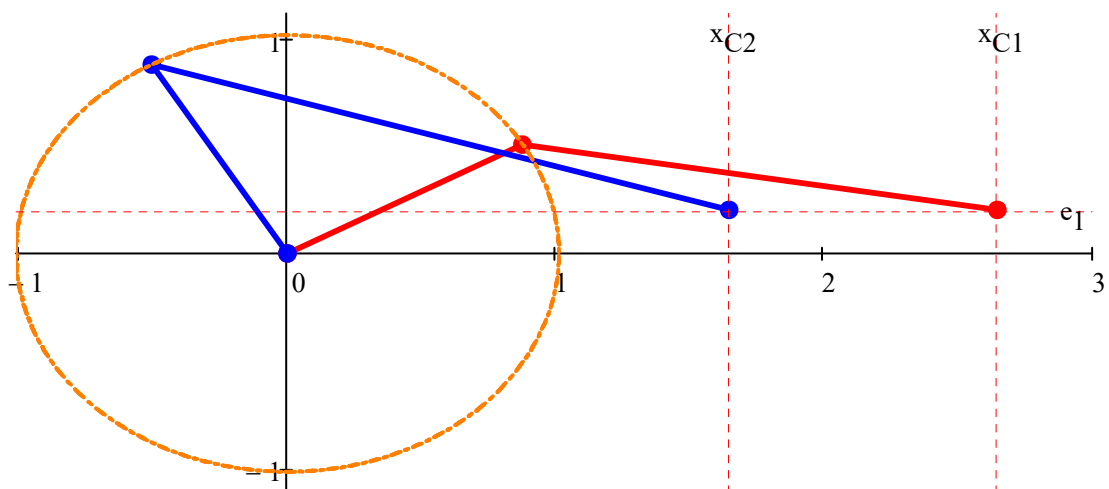
Присваиваем полученные значения:

$$l_1 = F_0 = 1.012 \quad \nu_1 = F_2 = 51.3 \cdot \text{град} \quad x_{C1} = F_5 = 2.648 \quad e_1 = F_4 = 0.202$$

$$l_2 = F_1 = 2.834 \quad \nu_2 = F_3 = 40.5 \cdot \text{град} \quad x_{C2} = F_6 = 1.648 \quad h_c = x_{C1} - x_{C2} = 1$$

Схема механизма в двух крайних положениях:

$$X_H = \begin{pmatrix} 0 \\ l_1 \cdot \cos(\varphi_{1H}) \\ x_{C1} \end{pmatrix} \quad Y_H = \begin{pmatrix} 0 \\ l_1 \cdot \sin(\varphi_{1H}) \\ e_1 \end{pmatrix} \quad X_K = \begin{pmatrix} 0 \\ l_1 \cdot \cos(\varphi_{1K}) \\ x_{C2} \end{pmatrix} \quad Y_K = \begin{pmatrix} 0 \\ l_1 \cdot \sin(\varphi_{1K}) \\ e_1 \end{pmatrix}$$



Построим график угла давления:

$$\nu(\varphi) = \begin{cases} 2 \cdot \pi - \operatorname{asin}\left(\frac{\sin(\varphi) - \lambda_e}{\lambda_2}\right) & \text{if } \sin(\varphi) - \lambda_e \geq 0 \\ -\operatorname{asin}\left(\frac{\sin(\varphi) - \lambda_e}{\lambda_2}\right) & \text{if } (\sin(\varphi) - \lambda_e) < 0 \end{cases}$$

Переопределим:

$$\varphi_H = \frac{\varphi_{1H}}{\operatorname{deg}} \quad \varphi_K = \frac{\varphi_{1K}}{\operatorname{deg}}$$

$$\varphi = 0, 0.5 \operatorname{deg} .. 360 \operatorname{deg}$$

Угол давления в начальном положении: $\nu(\varphi_{1H}) = 353.8 \operatorname{град}$

Угол давления в конечном положении: $\nu(\varphi_{1K}) = 346.2 \operatorname{град}$

Изменение угла давления

