

Математическое моделирование подъема левой секции косилки-плющилки ротационной КРР-6

Для решения задачи используется правая система координат на плоскости. При этом ось ординат пересекает центр опорного шарнира гидроцилиндра, а ось абсцисс пересекает центр тяжести секции. Анализ механизма подъема выполнен на основе метода замкнутого векторного контура (Зиновьева). Размерность величин следующая: сила – [кгс], давление [кгс/см²см], геометрические размеры – [м], за исключением параметров гидроцилиндра [см], расчет углов в MathCAD ведется в радианах.

1 Исходные данные:

X01 := 0	Y01 := 0.242	Координаты опорного шарнира гидроцилиндра
X03 := 0.652	Y03 := 0.33	Координаты крепления шарнира поворотного рычага
L3 := 0.175		Длина поворотного рычага
X3 := 1.07	Y3 := -0.37	Координаты центра тяжести секции (S3) в нижнем положении (S=0.55) отсчитываемой от центра шарнира поворотного рычага (П03)
DELFI := 129.5	[град]	Угол между вектором L3 и осью абсцисс (S=0.55)
P := 900	[кгс]	Вес левой секции
p := 155	[кгс/см ² см]	Максимальное давление в гидроцилиндре
D := 8	[см]	Диаметр гидроцилиндра
S := 0.55, 0.60 .. 0.80		Изменение обобщенной координаты (учитывая ход поршня гидроцилиндра)
km := 0.85	kg := 0.95	КПД механический и гидравлический
rg := $\frac{180}{\pi}$	gr := $\frac{1}{rg}$	Кэф. перевода радианной меры в градусную и наоборот

2 Анализ механизма

2.1 Геометрический анализ механизма подъема секции

$$\begin{aligned} L0 &:= \sqrt{(X03 - X01)^2 + (Y01 - Y03)^2} & L0 &= 0.658 \\ LS3 &:= \sqrt{X3^2 + Y3^2} & LS3 &= 1.132 \\ FI0 &:= \arcsin\left(\frac{Y03 - Y01}{L0}\right) & FI0 \cdot rg &= 7.687 \\ FIS(S) &:= \arccos\left(\frac{L0^2 + L3^2 - S^2}{2 \cdot L0 \cdot L3}\right) & FIS(S) &:= \arccos\left(\frac{L0^2 + S^2 - L3^2}{2 \cdot S \cdot L0}\right) \\ FI3(S) &:= \pi + FI0 + FIS(S) & FIS1(S) &:= FIS(S) - FI0 \\ X13(S) &:= X03 + L3 \cdot \cos(FI3(S)) & X131(S) &:= X01 + S \cdot \cos(FIS1(S)) \\ Y13(S) &:= Y03 + L3 \cdot \sin(FI3(S)) & Y131(S) &:= Y01 - S \cdot \sin(FIS1(S)) \end{aligned}$$

Табл. 1 Зависимость промежуточных параметров от обобщенной координаты. Проверка правильности геометрического анализа.

$$S = \begin{pmatrix} 0.55 \\ 0.6 \\ 0.65 \\ 0.7 \\ 0.75 \\ 0.8 \end{pmatrix} \quad FIS(S) \cdot rg = \begin{pmatrix} 45.648 \\ 63.298 \\ 79.75 \\ 96.615 \\ 115.471 \\ 140.051 \end{pmatrix} \quad FI3(S) \cdot rg = \begin{pmatrix} 233.335 \\ 250.984 \\ 267.437 \\ 284.302 \\ 303.157 \\ 327.737 \end{pmatrix} \quad FI(S) \cdot rg = \begin{pmatrix} 13.151 \\ 15.103 \\ 15.363 \\ 14.379 \\ 12.161 \\ 8.075 \end{pmatrix}$$

$$FIS1(S) \cdot rg = \begin{pmatrix} 5.464 \\ 7.417 \\ 7.676 \\ 6.692 \\ 4.474 \\ 0.388 \end{pmatrix} \quad X131(S) = \begin{pmatrix} 0.548 \\ 0.595 \\ 0.644 \\ 0.695 \\ 0.748 \\ 0.8 \end{pmatrix} \quad X13(S) = \begin{pmatrix} 0.548 \\ 0.595 \\ 0.644 \\ 0.695 \\ 0.748 \\ 0.8 \end{pmatrix} \quad Y131(S) = \begin{pmatrix} 0.19 \\ 0.165 \\ 0.155 \\ 0.16 \\ 0.183 \\ 0.237 \end{pmatrix} \quad Y13(S) = \begin{pmatrix} 0.19 \\ 0.165 \\ 0.155 \\ 0.16 \\ 0.183 \\ 0.237 \end{pmatrix}$$

$$FI := \operatorname{atan}\left(\frac{Y3}{X3}\right) \quad FI \cdot rg = -19.075 \quad FIS3 := DELFI \cdot gr + FI \quad FIS3 \cdot rg = 110.425$$

Определение координат центра тяжести секции.

$$XS3(S) := X03 + LS3 \cdot \cos(FI3(S) + FIS3)$$

$$YS3(S) := Y03 + LS3 \cdot \sin(FI3(S) + FIS3)$$

2.2. Кинематический и силовой анализ механизма

Определение аналога угловой скорости поворотного рычага (L3)

$$DFI3(S) := \frac{2 \cdot S}{\sqrt{4 \cdot L0^2 \cdot L3^2 - [S^2 - (L3^2 + L0^2)]^2}}$$

Определение коэффициента кинематической передачи секции

$$I(S) := DFI3(S) \cdot LS3 \cdot \cos(FI3(S) + FIS3)$$

Определение параметров гидропривода

$$SS := \pi \cdot D^2 \cdot 0.25 \quad SS = 50.265 \quad \text{Площадь поршня гидроцилиндра}$$

$$FG := kg \cdot p \cdot SS \quad FG = 7.402 \times 10^3 \quad \text{Максимальное усилие развиваемое гидроцилиндром}$$

Определение приведенной нагрузки на штоке гидроцилиндра (F(S)) и возникающего от давления (pd(S)) и коэф. запаса (kz(S))

$$F(S) := \frac{P \cdot I(S)}{(\text{kg} \cdot \text{km})} \quad p_d(S) := \frac{F(S)}{SS} \quad k_z(S) := \frac{P}{p_d(S)}$$

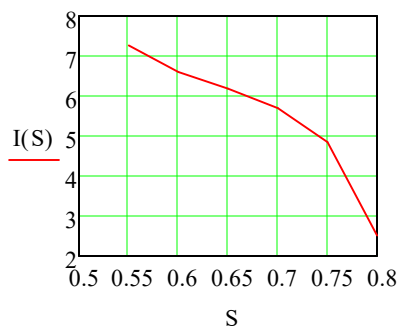
Табл.2. Зависимости выходных параметров от обобщенной координаты

$$S = \begin{pmatrix} 0.55 \\ 0.6 \\ 0.65 \\ 0.7 \\ 0.75 \\ 0.8 \end{pmatrix} \quad XS3(S) = \begin{pmatrix} 1.739 \\ 1.784 \\ 1.73 \\ 1.583 \\ 1.324 \\ 0.884 \end{pmatrix} \quad YS3(S) = \begin{pmatrix} 0.013 \\ 0.358 \\ 0.677 \\ 0.975 \\ 1.241 \\ 1.438 \end{pmatrix} \quad DFI3(S) = \begin{pmatrix} 6.681 \\ 5.833 \\ 5.737 \\ 6.121 \\ 7.215 \\ 10.821 \end{pmatrix}$$

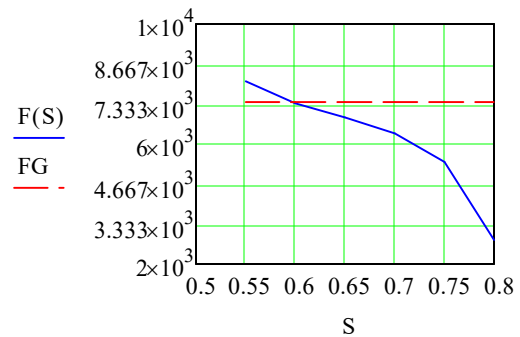
$$I(S) = \begin{pmatrix} 7.262 \\ 6.602 \\ 6.182 \\ 5.695 \\ 4.85 \\ 2.513 \end{pmatrix} \quad F(S) = \begin{pmatrix} 8.094 \times 10^3 \\ 7.359 \times 10^3 \\ 6.89 \times 10^3 \\ 6.348 \times 10^3 \\ 5.405 \times 10^3 \\ 2.801 \times 10^3 \end{pmatrix} \quad p_d(S) = \begin{pmatrix} 161.017 \\ 146.397 \\ 137.081 \\ 126.282 \\ 107.534 \\ 55.727 \end{pmatrix} \quad k_z(S) = \begin{pmatrix} 0.963 \\ 1.059 \\ 1.131 \\ 1.227 \\ 1.441 \\ 2.781 \end{pmatrix}$$

23. Графическая интерпретация анализа

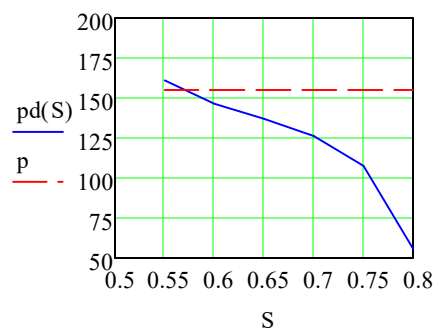
Зависимость КПД от S



Зависимость усилия на штоке от S



Зависимость давления в гидроцилиндре от S



Зависимость запаса мощности гидроцилиндра от S

