

## Механизм вывешивания жатки для уборки трав навесного комбайна "Полесье - 1400"

### 1 Исходные данные:

Координаты крепления звеньев на раме комбайна

$$\begin{array}{lll} X01 := 0.291 & X03 := 0.161 & X05 := 0.481 \\ Y01 := 0.7649 & Y03 := 0.9333 & Y05 := 0.308 \end{array}$$

Величина обобщенной координаты X:

Максимальная	Средняя	Минимальная	(Соответствует подъему башмаков)
0.536	0.5046	0.453	

Изменение обобщенной координаты (растяжение пружины)

$$S := 0.455, 0.465 \dots 0.535 \quad X := 0.5046$$

Длины звеньев механизма вывешивания

$$\begin{array}{ll} L1 := 0.327 & L4 := 0.6365 \\ L2 := 0.4157 & L5 := 0.823 \\ L3 := 0.2782 & \end{array}$$

Вес и координаты центра тяжести жатки

$$\begin{array}{ll} P := 500 & XS5 := 1.140 \\ & YS5 := 0.596 \end{array}$$

Реакция на башмаке и координаты его контакта с поверхностью

Параметры жатки в поперечной плоскости

$$\begin{array}{ll} R := 30 & XM := 1.168 \\ & YM := 0.0 \end{array}$$

Расстояние от центра тяжести до правого и  
левого башмаков

$$ar := 0.575 \quad al := 0.783$$

Распределение веса жатки на левый и правый башмаки

$$\begin{array}{llll} Pl := P \cdot \frac{ar}{al + ar} & Pl = 211.708 & Pr := P \cdot \frac{al}{al + ar} & Pr = 288.292 \\ P := Pl + Pr & P = 500 & & \\ ar + al = 1.358 & \text{— расстояние между башмаками} & & \end{array}$$

Расстояния между верхними лопатками и башмаками и между собственно лопатками

$$a1 := 0.208 \quad a2 := 1.260 \quad a3 := 0.110 \quad a1 + a2 + a3 = 1.578$$

Нагрузка на правый лопаточник

$$\begin{array}{l} Prr := \frac{Pr \cdot (a1 + a2 + a3) + Pl \cdot a3}{a2 + a3} \\ Prr = 349.06 \end{array}$$

Нагрузка на левый лопаточник

$$\begin{array}{ll} Pll := P - Prr & Pll1 := \frac{Pl \cdot a2 - Pr \cdot a1}{a2 + a3} \\ Pll = 150.94 & Pll1 = 150.94 \end{array}$$

Коэффициенты преобразования градусной меры в радианную и наоборот

$$g_r := \frac{\pi}{180} \quad r_g := \frac{180}{\pi}$$

$$L13 := \sqrt{(X03 - X01)^2 + (Y03 - Y01)^2}$$

$$L13 = 0.213$$

$$FIX(S) := \arccos\left(\frac{L13^2 + L1^2 - \xi}{2 \cdot L13 \cdot L1}\right)$$

$$FIX(S) \cdot r_g = \begin{pmatrix} 113.212 \\ 117.404 \\ 121.859 \\ 126.643 \\ 131.856 \\ 137.658 \\ 144.336 \\ 152.523 \\ 164.447 \end{pmatrix}$$

$$AL := \frac{\pi}{2} - \arcsin\left(\frac{X01 - X03}{L13}\right)$$

$$L53 := \sqrt{(X03 - X05)^2 + (Y03 - Y05)^2}$$

$$L53 = 0.702$$

$$AL \cdot r_g = 52.333$$

$$FI2 := \arccos\left(\frac{L3^2 + L1^2 - L2^2}{2 \cdot L3 \cdot L1}\right)$$

$$FI12(S) := AL - \arccos\left(\frac{L13^2 + S^2 - L1^2}{2 \cdot L13 \cdot S}\right)$$

$$FI12(S) \cdot r_g = \begin{pmatrix} 10.995 \\ 13.701 \\ 16.55 \\ 19.582 \\ 22.858 \\ 26.475 \\ 30.605 \\ 35.631 \\ 42.9 \end{pmatrix}$$

$$FI2 \cdot r_g = 86.371$$

$$FI3 := 2 \cdot \pi - (AL + FI2 + FIX(X))$$

$$FI1 := (AL + FIX(X)) - \pi$$

$$FI1 \cdot r_g = 9.744$$

$$FI3 \cdot r_g = 83.885$$

$$X23 := X03 + L1 \cdot \cos(FI1 + \pi)$$

$$X23 = -0.161$$

$$Y23 := Y03 + L1 \cdot \sin(FI1 + \pi)$$

$$Y23 = 0.878$$

$$T1 := \arcsin\left(\frac{Y03 - Y05}{L53}\right)$$

$$T1 \cdot r_g = 62.899$$

$$FI31 := FI3 + T1$$

$$FI31 \cdot r_g = 146.784$$

$$FIS1 := \arctan\left(\frac{-L3 \cdot \sin(FI31)}{L53 - L3 \cdot \cos(FI31)}\right)$$

$$FIS1 \cdot r_g = -9.256$$

$$S1 := \sqrt{L3^2 + L53^2 - 2 \cdot L3 \cdot L53 \cdot \cos(FI31)}$$

$$S11 := -L3 \cdot \frac{\sin(FI31)}{\sin(FIS1)}$$

$$S1 = 0.948$$

$$S11 = 0.948$$

$$FIS5 := \arccos\left(\frac{L4^2 - S1^2 - L5^2}{2 \cdot L5 \cdot S1}\right)$$

$$FIS4 := \arccos\left(\frac{L4^2 + S1^2 - L5^2}{2 \cdot L4 \cdot S1}\right)$$

$$FIS5 \cdot r_g = 138.605$$

$$FIS4 \cdot r_g = 58.759$$

$$FI51 := FIS5 + FIS1$$

$$FI41 := FIS4 + FIS1$$

$$FI5 := FI51 - T1$$

$$FI51 \cdot r_g = 129.35$$

$$FI5 \cdot r_g = 66.451$$

$$FI5 = 1.16$$

$$X34 := X03 + L3 \cdot \cos(FI3)$$

$$X34 = 0.191$$

$$Y34 := Y03 + L3 \cdot \sin(FI3)$$

$$Y34 = 1.21$$

$$U43 := \frac{-(L3 \cdot \sin(FI3 - FI5))}{L4 \cdot \sin(FI4 - FI5)}$$

$$U43 = 0.133$$

$$LS5 := \sqrt{(YS5 - Y05)^2 + (XS5 - X05)^2}$$

$$LS5 = 0.71918 \quad \underline{LS5} := 0.72577$$

$$LM := \sqrt{(YM - Y05)^2 + (XM - X05)^2}$$

$$LM = 0.75288 \quad \underline{LM} := 0.75543$$

$$Xn := XS5 - X05 \quad Xn = 0.659$$

$$\underline{Yn} := YS5 - Y05 \quad Yn = 0.288$$

$$\underline{FIS5} := 2 \cdot \pi + \operatorname{atan}\left(\frac{Yn}{Xn}\right) - FI50$$

$$FIS5 \cdot r_g = 315.31$$

$$FIS5 = 5.5032$$

$$FIS50 := 5.50675$$

$$\underline{XS5} := X05 + LS5 \cdot \cos(FI5 + FIS50)$$

$$XS5 = 1.154$$

$$\underline{YS5} := Y05 + LS5 \cdot \sin(FI5 + FIS50)$$

$$YS5 = 0.579$$

$$XP := \frac{(Y05 \cdot X03 - Y03 \cdot X05) \cdot (X34 - X45) - (X03 - X05) \cdot (Y45 \cdot X34 - Y34 \cdot X45)}{(Y34 - Y45) \cdot (X03 - X05) - (X34 - X45) \cdot (Y03 - Y05)}$$

$$XP = -4.32 \times 10^{-3}$$

$$FI4 := FI41 - T1$$

$$FI41 \cdot r_g = 49.503$$

$$FI4 \cdot r_g = -13.395$$

$$FI50 := 1.192$$

$$X45 := X34 + L4 \cdot \cos(FI4)$$

$$X45 = 0.81$$

$$Y45 := Y34 + L4 \cdot \sin(FI4)$$

$$Y45 = 1.062$$

$$U53 := \frac{L3 \cdot \sin(FI3 - FI4)}{L5 \cdot \sin(FI5 - FI4)}$$

$$U53 = 0.341$$

$$X451 := X05 + L5 \cdot \cos(FI5)$$

$$X451 = 0.81$$

$$Y451 := Y05 + L5 \cdot \sin(FI5)$$

$$Y451 = 1.062$$

$$KS5 := \sqrt{(YS5 - Y45)^2 + (XS5 - X45)^2}$$

$$KS5 = 0.571$$

$$KM := \sqrt{(YM - Y45)^2 + (XM - X45)^2}$$

$$KM = 1.121$$

$$Xm := XM - X05$$

$$Xm = 0.687$$

$$Ym := YM - Y05$$

$$Ym = -0.308$$

$$FIM := 2 \cdot \pi + \operatorname{atan}\left(\frac{Ym}{Xm}\right) - FI50$$

$$FIM \cdot r_g = 267.555$$

$$FIM = 4.66972$$

$$FIM0 := 4.67847$$

$$\underline{XM} := X05 + LM \cdot \cos(FI5 + FIM0)$$

$$XM = 1.163$$

$$\underline{YM} := Y05 + LM \cdot \sin(FI5 + FIM0)$$

$$YM = -0.017$$

$$DFI3(S) := \frac{2 \cdot S}{\sqrt{4 \cdot L13^2 \cdot L1^2 - [S^2 - (L13^2 + L1^2)]^2}}$$

$$DFI3(S) = \begin{pmatrix} 7.117 \\ 7.529 \\ 8.039 \\ 8.689 \\ 9.553 \\ 10.777 \\ 12.697 \\ 16.356 \\ 28.681 \end{pmatrix}$$

$$IS(S) := DFI3(S) \cdot (U53 \cdot LS5 \cdot \cos(FI5 + FIS50))$$

$$IM(S) := DFI3(S) \cdot (U53 \cdot LM \cdot \cos(FI5 + FIM0))$$

$$IS(S) = \begin{pmatrix} 1.632 \\ 1.726 \\ 1.843 \\ 1.992 \\ 2.19 \\ 2.471 \\ 2.911 \\ 3.75 \\ 6.576 \end{pmatrix} \quad IM(S) = \begin{pmatrix} 1.653 \\ 1.749 \\ 1.867 \\ 2.018 \\ 2.219 \\ 2.503 \\ 2.949 \\ 3.799 \\ 6.662 \end{pmatrix}$$

Пружина растяжения N 230 ГОСТ 13772-86

Характеристика пружины

Кол-во рабочих витков

$$n := 22.0$$

Диаметр проволоки

$$d := 0.012$$

Длина нерастянутой пружины

$$H0 := (n + 1) \cdot d$$

$$H0 = 0.276$$

Длина рабочего растяжения пружины

$$H2 := 0.4065$$

Длина максимально растянутой пружины

$$H3 := 0.420$$

Величина максимально растягивающей силы

$$F3 := 900 \quad [кгс]$$

Величина растягивающей силы в рабочем положении

$$F2 := F3 \cdot \frac{H2}{H3} \quad [кгс]$$

$$F2 = 871.071$$

Жесткость пружины (22 витка)

$$C := \frac{F3}{H3 - H0}$$

$$C = 6.25 \times 10^3$$

Величина предварительного натяжения пружины

Справа :

Слева :

$$X0r(S) := \frac{Prr \cdot IS(S) - R \cdot IM(S)}{C} \quad X0l(S) := \frac{PlI \cdot IS(S) - R \cdot IM(S)}{C}$$

$$X0r(S) = \begin{pmatrix} 0.083 \\ 0.088 \\ 0.094 \\ 0.102 \\ 0.112 \\ 0.126 \\ 0.148 \\ 0.191 \\ 0.335 \end{pmatrix} \quad X0l(S) = \begin{pmatrix} 0.031 \\ 0.033 \\ 0.036 \\ 0.038 \\ 0.042 \\ 0.048 \\ 0.056 \\ 0.072 \\ 0.127 \end{pmatrix}$$

$$H0r(S) := S - X0r(S)$$

$$H0r := 0.395126$$

$$H0r(S) =$$

0.371804
0.376981
0.38102
0.383423
0.383318
0.379007
0.366563
0.333787
0.199704

$$H0l(S) := S - X0l(S)$$

$$H0l := 0.463372$$

$$H0l(S) =$$

0.423528
0.431703
0.439448
0.446575
0.452752
0.457338
0.458848
0.452667
0.408162

Величина приведенной к пружине нагрузки

Справа :

$$FXr(S) := C \cdot (S - H0r) \quad FXr(S) = \begin{pmatrix} 374.213 \\ 436.713 \\ 499.213 \\ 561.713 \\ 624.213 \\ 686.713 \\ 749.213 \\ 811.713 \\ 874.213 \end{pmatrix}$$

Слева :

$$FXl(S) := C \cdot (S - H0l) \quad FXl(S) = \begin{pmatrix} -52.325 \\ 10.175 \\ 72.675 \\ 135.175 \\ 197.675 \\ 260.175 \\ 322.675 \\ 385.175 \\ 447.675 \end{pmatrix}$$

$$FSr1(S) := Prr \cdot IS(S) - R \cdot IM(S)$$

$$FSr1(S) = \begin{pmatrix} 519.976 \\ 550.12 \\ 587.376 \\ 634.858 \\ 698.011 \\ 787.458 \\ 927.731 \\ 1.195 \times 10^3 \\ 2.096 \times 10^3 \end{pmatrix}$$

$$FSl1(S) := PlI \cdot IS(S) - R \cdot IM(S)$$

$$FSl1(S) = \begin{pmatrix} 196.7 \\ 208.104 \\ 222.197 \\ 240.159 \\ 264.049 \\ 297.886 \\ 350.949 \\ 452.084 \\ 792.74 \end{pmatrix}$$

$$\text{FSr}(S) := \text{Prr} \cdot \text{I} = \begin{pmatrix} 569.566 \\ 602.586 \\ 643.395 \\ 695.406 \\ 764.581 \\ 862.559 \\ 1.016 \times 10^3 \\ 1.309 \times 10^3 \\ 2.295 \times 10^3 \end{pmatrix}$$

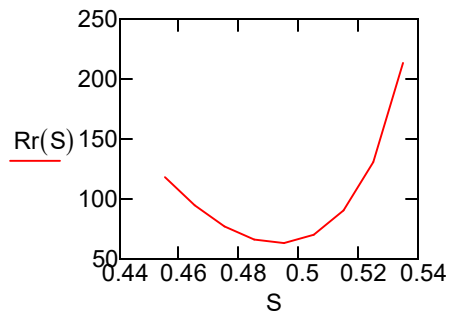
$$\text{FSI}(S) := \begin{pmatrix} 246.291 \\ 260.569 \\ 278.216 \\ 300.707 \\ 330.619 \\ 372.987 \\ 439.428 \\ 566.061 \\ 992.601 \end{pmatrix}$$

Величина силы реакции на башмаках

Справа :

$$\text{Rr}(S) := \frac{\text{Prr} \cdot \text{IS}(S) - C \cdot (S - H0r)}{\text{IM}(S)}$$

$$\text{Rr}(S) = \begin{pmatrix} 118.18 \\ 94.847 \\ 77.215 \\ 66.242 \\ 63.257 \\ 70.244 \\ 90.529 \\ 130.907 \\ 213.336 \end{pmatrix}$$



Слева :

$$\text{RI}(S) := \frac{\text{PII} \cdot \text{IS}(S) - C \cdot (S - H0l)}{\text{IM}(S)}$$

$$\text{RI}(S) = \begin{pmatrix} 180.648 \\ 143.176 \\ 110.074 \\ 82.018 \\ 59.912 \\ 45.064 \\ 39.587 \\ 47.611 \\ 81.796 \end{pmatrix}$$

