

Определяем силу тяги Р

Исходные данные при условии что: $f = 0.3$, $v = 1.6$ м/с.

$$\underline{f} := 0.3 \quad \underline{m} := 925 \text{ [кг]} \quad \underline{k} := 40000 \text{ [Па]} \quad \underline{a} := 0.25 \text{ [м]} \quad \underline{b} := 0.35 \text{ [м]}$$

$$\underline{g} := 9.81 \text{ [м/с}^2\text{]} \quad n := 5 \quad \underline{\varepsilon} := 1513 \quad v := 1.6 \text{ [м/с]}$$

$$P_1 := f \cdot m \cdot g \quad P_2 := k \cdot a \cdot b \cdot n \quad P_3 := \varepsilon \cdot a \cdot b \cdot n \cdot v^2$$

$$P := P_1 + P_2 + P_3 = 21917 \text{ Н}$$

Коэффициент полезного действия плуга:

$$\underline{\eta} := \frac{a \cdot b \cdot n \cdot (k + \varepsilon \cdot v^2)}{f \cdot m \cdot g + a \cdot b \cdot n \cdot (k + \varepsilon \cdot v^2)} = 0.876$$

Исходные данные при условии что: $f = 0.4$, $v = 2.5$ м/с.

$$\underline{f} := 0.4 \quad \underline{m} := 925 \text{ [кг]} \quad \underline{k} := 40000 \text{ [Па]} \quad \underline{a} := 0.25 \text{ [м]} \quad \underline{b} := 0.35 \text{ [м]}$$

$$\underline{g} := 9.81 \text{ [м/с}^2\text{]} \quad n := 5 \quad \underline{\varepsilon} := 1913 \quad v := 2.5 \text{ [м/с]}$$

$$\underline{P}_1 := f \cdot m \cdot g \quad P_2 := k \cdot a \cdot b \cdot n \quad P_3 := \varepsilon \cdot a \cdot b \cdot n \cdot v^2$$

$$P := P_1 + P_2 + P_3 = 26361 \text{ Н}$$

Коэффициент полезного действия плуга:

$$\underline{\eta} := \frac{a \cdot b \cdot n \cdot (k + \varepsilon \cdot v^2)}{f \cdot m \cdot g + a \cdot b \cdot n \cdot (k + \varepsilon \cdot v^2)} = 0.862$$

Способ №1 Определение усилий в верхней и нижних тягах

Исходные данные, при $v = 1.4$ м/с, $a = 0.17$ м:

$$\underline{a} := 0.17 \text{ [м]} \quad \underline{v} := 1.4 \text{ [м/с]} \quad \underline{G} := 9.25 \cdot g \text{ [Н]} \quad \alpha := 21.103^\circ \quad \underline{f} := 0.2 \quad B := 1.75 \quad L_6 := 0.72$$

$$R_x := k \cdot a \cdot B \quad R_x = 11900 \text{ Н}$$

$$R_z := 0.25 \cdot R_x \quad R_z = 2975 \text{ Н}$$

$$X_N := 0.8813 \text{ [м]} \quad X_G := 1.9613 \text{ [м]} \quad X_R := 4.300 \cdot 0.6 \text{ [м]} \quad Z_N := 0.4 \text{ [м]} \quad Z_R := 0.57 \text{ [м]}$$

$$P_B := \frac{G \cdot (X_N - X_G) - R_z \cdot (X_N - X_R) + G \cdot f \cdot Z_N + R_x \cdot Z_R}{L_6 \cdot \cos(\alpha) + X_N \cdot \sin(\alpha)}$$

$$P_B = 11876 \text{ Н}$$

$$P_H := \frac{G \cdot (X_N - X_G) + R_Z \cdot (X_N - X_R) + G \cdot f \cdot (L_6 + Z_N + X_N \cdot \tan(\alpha)) + R_X \cdot (L_6 + Z_R + X_N \cdot \tan(\alpha))}{L_6 + X_N \cdot \tan(\alpha)}$$

$$P_H = 13464 \text{ Н}$$

$$F_{Nx} := P_H \cdot \cos(\psi_5(Sp)) - P_B \cdot \cos(\psi_7(Sp)) - R_X = -9851 \text{ Н}$$

Проверка:

$$P_B \cdot \cos(16.69844^\circ) - P_H \cdot \cos(-4.40458^\circ) + R_X + F_{Nx} = -0$$

Расчет результирующей силы:

$$Rezult1 := \sqrt{(P_H)^2 + (P_B)^2 - 2 \cdot P_H \cdot P_B \cdot \cos(158.897^\circ)} = 24913 \text{ Н}$$

Исходные данные, при $v = 2.25 \text{ м/с}$, $a = 0.15 \text{ м}$:

$$a := 0.15 \text{ [м]} \quad v := 2.25 \text{ [м/с]} \quad G := 9.25 \cdot g \text{ [Н]} \quad \alpha := 21.103^\circ \quad f := 0.2$$

$$R_X := k \cdot a \cdot B \quad R_X = 10500 \text{ Н}$$

$$R_Z := 0.25 \cdot R_X \quad R_Z = 2625 \text{ Н}$$

$$X_N := 0.8813 \text{ [м]} \quad X_G := 1.9613 \text{ [м]} \quad X_R := 4.300 \cdot 0.6 \text{ [м]} \quad Z_N := 0.4 \text{ [м]} \quad Z_R := 0.55 \text{ [м]}$$

$$P_B := \frac{G \cdot (X_N - X_G) - R_Z \cdot (X_N - X_R) + G \cdot f \cdot Z_N + R_X \cdot Z_R}{L_6 \cdot \cos(\alpha) + X_N \cdot \sin(\alpha)}$$

$$P_B = 10256 \text{ Н}$$

$$P_H := \frac{G \cdot (X_N - X_G) + R_Z \cdot (X_N - X_R) + G \cdot f \cdot (L_6 + Z_N + X_N \cdot \tan(\alpha)) + R_X \cdot (L_6 + Z_R + X_N \cdot \tan(\alpha))}{L_6 + X_N \cdot \tan(\alpha)}$$

$$P_H = 11674 \text{ Н}$$

$$F_{Nx} := P_H \cdot \cos(\psi_5(Sp)) - P_B \cdot \cos(\psi_7(Sp)) - R_X = -8684 \text{ Н}$$

Проверка:

$$P_B \cdot \cos(\psi_7(Sp)) - P_H \cdot \cos(\psi_5(Sp)) + R_X + F_{Nx} = 0$$

Расчет результирующей силы:

$$Rezult := \sqrt{(P_H)^2 + (P_B)^2 - 2 \cdot P_H \cdot P_B \cdot \cos(158.897^\circ)} = 21561 \text{ Н}$$

Способ №2 Определение усилий в верхней и нижних тягах

Исходные данные:

$$G := 0.925 \cdot g \text{ [H]}$$

$$X_N := 0.8813 \text{ [M]} \quad X_G := 1.9613 \text{ [M]} \quad X_R := 4.300 \cdot 0.6 \text{ [M]} \quad Z_N := 0.4 \text{ [M]} \quad Z_R := 0.55 \text{ [M]}$$

$$\psi_5(\text{Sp}) = -4.405^\circ$$

$$\psi_7(\text{Sp}) = 16.698^\circ$$

$$F_X := 0.3 \cdot P = 7908 \text{ [H]}$$

$$R_X := k \cdot a \cdot B$$

$$R_Z := 0.25 \cdot R_X = 2625 \text{ [H]}$$

$$\mu := 0.15$$

$$N_Z := \frac{[(-G - R_Z) \cdot \cos(\psi_5(\text{Sp})) + R_X] \cdot L_6 \cdot \cos(\psi_7(\text{Sp}))}{(\cos(\psi_5(\text{Sp})) + \mu) \cdot L_6 \cdot \cos(\psi_7(\text{Sp})) + (X_N + Z_N \cdot \mu) \cdot (\sin(\psi_7(\text{Sp})) \cdot \cos(\psi_5(\text{Sp})) + \cos(\psi_7(\text{Sp})))} \dots$$

$$+ \frac{[(-G \cdot X_G - R_Z \cdot X_R + R_X \cdot Z_R) \cdot (\sin(\psi_7(\text{Sp})) \cdot \cos(\psi_5(\text{Sp})) + \cos(\psi_7(\text{Sp})))]}{[(\cos(\psi_5(\text{Sp})) + \mu) \cdot L_6 \cdot \cos(\psi_7(\text{Sp})) + (X_N + Z_N \cdot \mu) \cdot (\sin(\psi_7(\text{Sp})) \cdot \cos(\psi_5(\text{Sp})) + \cos(\psi_7(\text{Sp})))]}$$

$$N_Z = 2123 \text{ H}$$

$$R_{67} := \frac{(-G - R_Z + N_Z) \cdot \cos(\psi_5(\text{Sp})) + R_X - N_Z \cdot (\mu - \cos(\psi_5(\text{Sp})))}{\sin(\psi_7(\text{Sp})) \cdot \cos(\psi_5(\text{Sp})) + \cos(\psi_7(\text{Sp}))} = 9475 \text{ H}$$

$$R_{65} := \frac{R_{67} \cdot \cos(\psi_7(\text{Sp})) + R_X + F_{Nx}}{2 \cdot \cos(\psi_5(\text{Sp}))} = 10240 \text{ H}$$

Расчет результирующей силы:

$$Rezult := \sqrt{(R_{65})^2 + (R_{67})^2 - 2 \cdot R_{65} \cdot R_{67} \cdot \cos(158.897^\circ)} = 19382 \text{ H}$$

Вывод: в ходе выполнения лабораторной работы научились определять силу сопротивления плуга, научились рассчитывать сопротивление холостого хода плуга. В практической части определили силу тяги Р при разных скоростях движения 1.6 м/с и 2.5 м/с. При данных скоростях сила Р равняется 21917 Н и 26361 Н соответственно. Также определили усилия в верхней и нижних тягах по двум способам. При 1-ом способе $P_B=10256 \text{ H}$, $P_H=11674 \text{ H}$. При 2-ом способе $P_B=9475 \text{ H}$, $P_H=10240 \text{ H}$, $N_Z=2123 \text{ H}$.