



Задача № 1

При маневре беспилотному летательному аппарату необходимо отклонить руль высоты 5 (рисунок 1), который связан с электродвигателем 6 через редуктор 7 шестернями d_2 и d_3 . Крутящий момент на руль передается от шестерни d_1 электродвигателя 6 на шестерню руля d_4 . Определите крутящий момент и силу тока электрического двигателя для поворота руля со скоростью $\omega_{\text{руль}} = 5$ град/с.

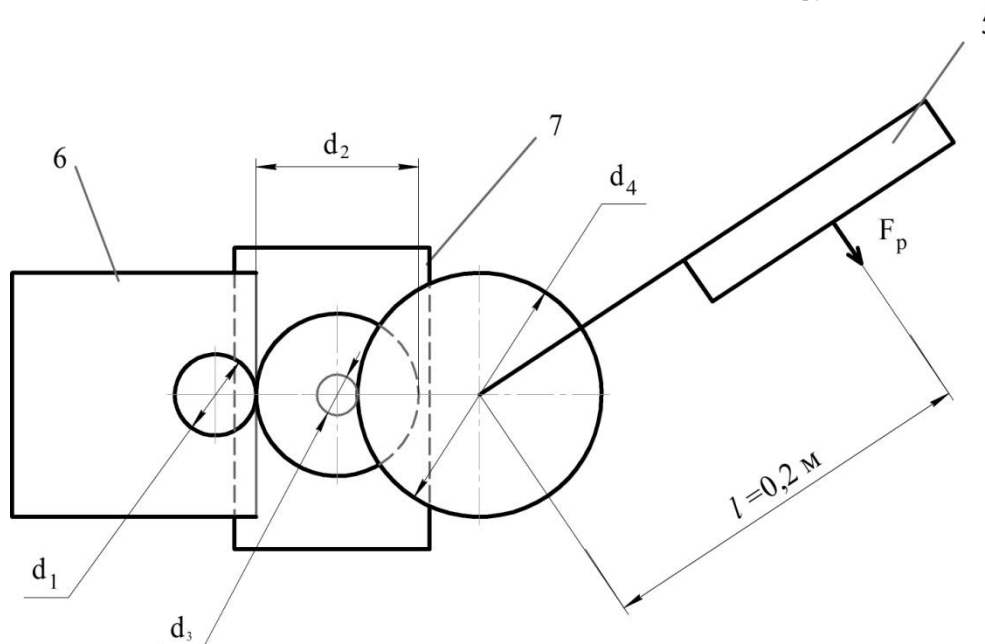


Рисунок 1 – Расчетная схема

При этом – площадь поверхности руля $S = 0,1 \text{ м}^2$; скорость набегающего потока $V = 20 \text{ м/с}$, плотность воздуха $\rho = 1,25 \text{ кг/м}^3$, аэродинамический коэффициент $C = 1$. Диаметры шестерен равны соответственно $d_1 = 1 \text{ м}$, $d_2 = 2 \text{ м}$, $d_3 = 0,5 \text{ м}$, $d_4 = 3 \text{ м}$. Шестерни d_3 и d_4 находятся на одном валу редуктора. КПД редуктора $\eta_p = 0,9$. Напряжение, подаваемое на электродвигатель $U = 12 \text{ В}$, КПД электродвигателя $\eta_{\text{эд}} = 0,8$. Равнодействующая сила действующая на руль определяется по формуле

$$F_p = \frac{\rho \cdot V^2}{2} \cdot C \cdot S.$$

Задача № 2

Исследования показывают, что, при условии достаточной удалённости двух точек друг от друга, кратчайшая траектория полёта беспилотного летательного аппарата (далее – БПЛА) из точки **А** (с начальным углом курса) в точку **Б** (с заданной ориентацией по углу курса) будет состоять из разворота по дуге окружности, полёта по прямой и ещё одного разворота (рисунок 2). (считается, что путь по дуге является полуокружностью).

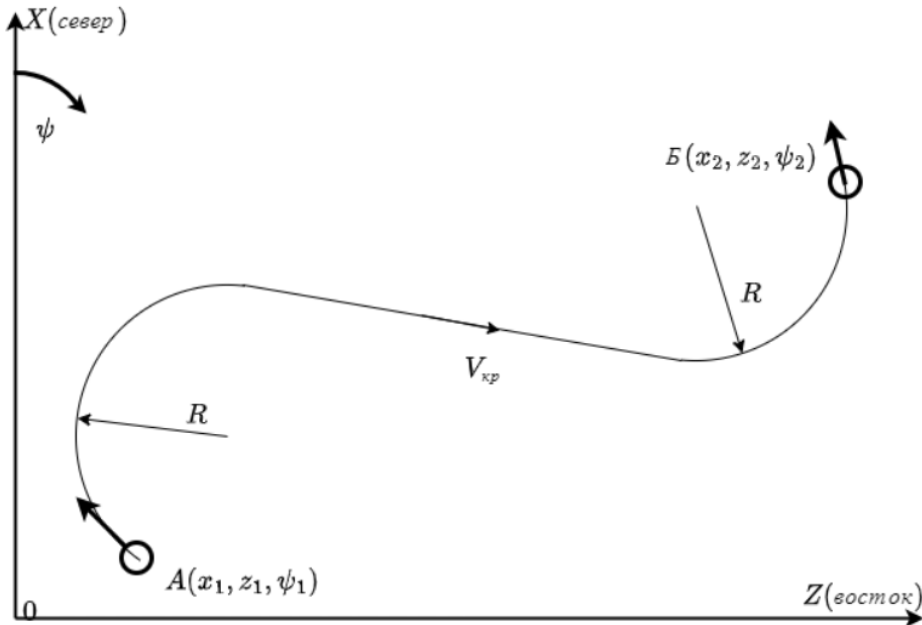


Рисунок 2 – Траектория полёта беспилотного летательного аппарата

Для достижения критерия минимизации времени полёта БПЛА должен двигаться по кратчайшей траектории с максимально возможной скоростью.

Допустим, что БПЛА совершает полёт на постоянной высоте и может осуществлять разворот только по окружности заданного радиуса $R=100\text{м}$. При этом значение угла крена составляет $\gamma = 45^\circ$.

Связь мгновенного радиуса разворота с углом крена описывается соотношением

$$R = \frac{V^2}{g \cdot \tan(\gamma)}.$$

Определите минимально возможную длину траектории полёта из точки **А** в точку **Б**, а также время полёта БПЛА из точки **А** в точку **Б**. При этом, ускорение свободного падения $g=9.81 \text{ м/с}^2$, максимальная угловая скорость разворота по крену $\dot{\gamma}_{\max} = 0,2618 \text{ 1/с}$, крейсерская скорость полета по прямой $V_{\text{кр}}=15\text{м/с}$.

Гарантируется, что расстояние между точками **А** и **Б** достаточно велико, чтобы оптимальная траектория включала в себя участок прямолинейного полёта.

Задача № 3

Скорость истечения газов из сопла двигателя БПЛА $V = k \cdot \sqrt{\frac{T}{\mu}}$, где T – абсолютная температура газов в камере сгорания, μ – молекулярный вес продуктов сгорания, а $k = \text{const}$. На сколько процентов увеличится скорость истечения газов из двигателя с жидким топливом, если температура увеличиться с 2500 до 3200°K, а молекулярный вес топлива уменьшиться с 18 до 14?