



Многопрофильная инженерная олимпиада «Звезда» «Авиационная и ракетно-космическая техника»

9-10 классы

Заключительный этап

2022-2023

Задача № 1 (40 баллов)

При полете беспилотного летательного аппарата (рисунок 1) из-за расхода топлива положение центра тяжести относительно носовой части изменяется. Определите изменение центра тяжести по горизонтали через 30 мин. Расход из баков пропорционально объему. Объем первого топливного бака $V_1 = 30$ л, второго топливного бака $V_2 = 70$ л. Суммарный массовый расход $= 100$ л/ч. Плотность топлива $\rho_T = 800$ кг/м³. Взлетная масса беспилотного летательного аппарата (далее – БПЛА) $m_B = 100$ кг.

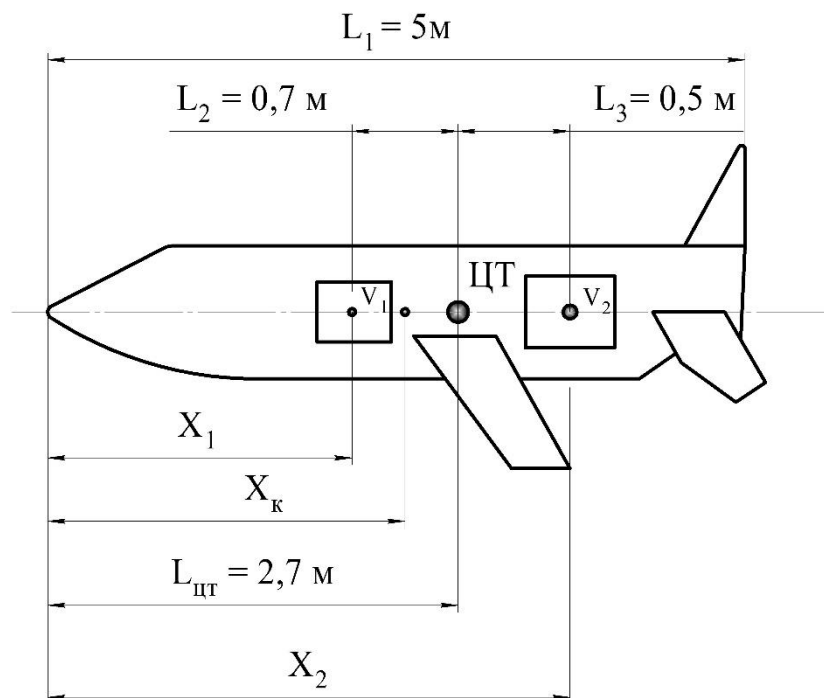


Рисунок 1 – Расчетная схема

Задача № 2 (40 баллов)

В конструкции крыла беспилотного летательного аппарата предусмотрен силовой элемент – лонжерон (рисунок 2), который предназначен для укрепления конструкции и восприятия внешних нагрузок. **Определите** массу лонжерона из алюминия, стали и титана (модуль упругости для алюминия $E_{Al} = 70 \cdot 10^9 \text{ Па}$, плотность $\rho_{Al} = 2712 \text{ кг/м}^3$; модуль упругости для стали $E_{ст} = 200 \cdot 10^9 \text{ Па}$, плотность $\rho_{ст} = 7900 \text{ кг/м}^3$; для титана $E_{Ti} = 110 \cdot 10^9 \text{ Па}$, плотность $\rho_{Ti} = 4420 \text{ кг/м}^3$) при одинаковом максимальном прогибе крыла от распределенной нагрузки q .

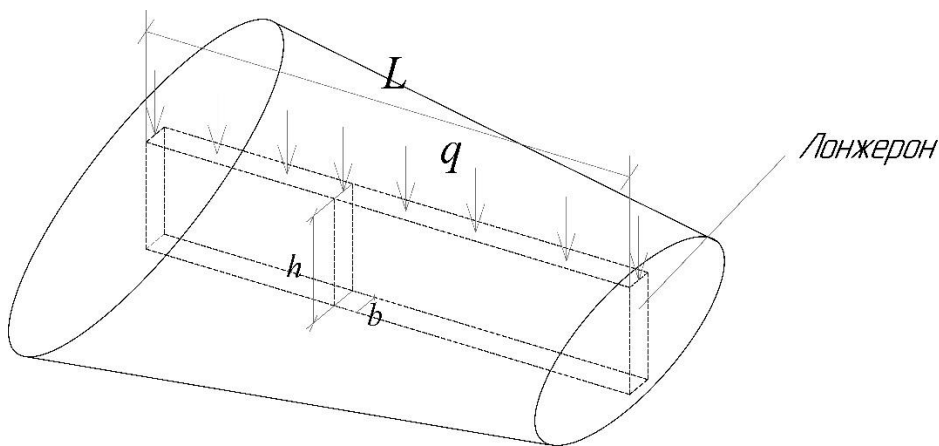


Рисунок 2 – Расчетная схема

При этом максимальный прогиб крыла определяется по формуле

$$f_{\max} = \frac{qL^4}{8EI'}$$

где I – момент инерции, который определяется по формуле

$$I = \frac{bh^3}{12},$$

L – длина лонжерона, $L_{Al} = L_{ст} = L_{Ti} = 2 \text{ м}$;

b – ширина лонжерона, $b_{Al} = b_{ст} = b_{Ti} = 20 \text{ мм}$.

h – высота лонжерона, $h_{Al} = 100 \text{ мм}$.

Сделайте вывод о наиболее предпочтительном материале для лонжерона получения наименьшей массы конструкции крыла беспилотного летательного аппарата.

Задача № 3 (20 баллов)

Беспилотный летательный аппарат (БПЛА) массой 11 [т] совершает прямолинейный полет с постоянной скоростью 850 [км/ч] по траектории, наклоненной под углом к горизонту (см. рисунок 3). Сила лобового сопротивления направлена противоположно скорости БПЛА, подъемная сила - перпендикулярно скорости БПЛА, а тяга - по продольной оси БПЛА. Сила тяжести G направлена вертикально вниз. Плотность воздуха на высоте 12 км $\rho = 0,3$ [кг/м³], площадь крыльев 38 [м²]. Оптимальный угол атаки составляет $\alpha = 7,3^\circ$. Угол к горизонту $\theta = 30$.

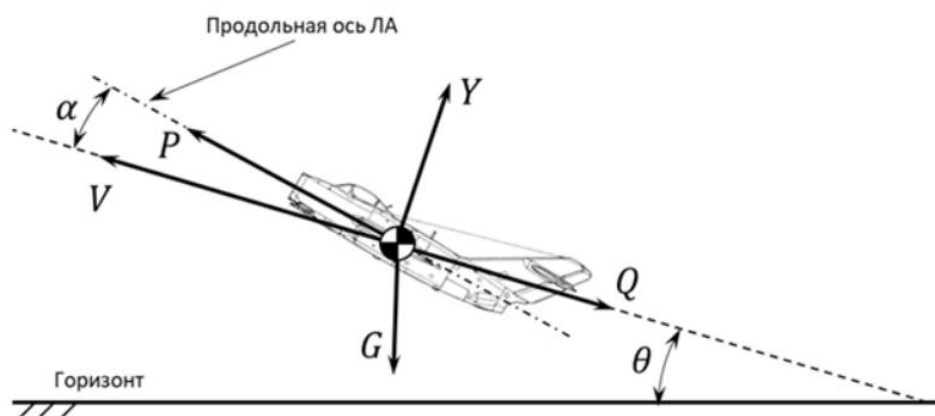


Рисунок 3 – Расчетная схема

Сила сопротивления вычисляется как:

$$Q = C_x * S * \rho V^2 / 2$$

$$C_x = 0,18.$$

Определите значение тяги P , которая требуется для установившегося полета в данных условиях.

Считать, что ускорение свободного падения на высоте 12 км $g = 9,78$ м/с².