

1 Силовая установка

1.1 Выбор воздушного винта

Подход к выбору формы и размера пропеллера основан на экспериментальных данных, полученных при испытании воздушных винтов в аэродинамической трубе [1]. Согласно теории [2 стр. 52], разработанной для оценки тяги и механического момента винта, их выражения имеют следующий вид:

| | | |
|--|--|-----|
| | $T = \frac{\rho D^4}{4\pi^2} \Omega^2 C_T$ | (1) |
| | $Q_p = \frac{\rho D^5}{4\pi^2} \Omega^2 C_Q$ | (2) |

Безразмерные коэффициенты тяги и момента винта могут быть разложены в ряд по степеням поступи винта $J = 2\pi V_a / \Omega D$ (рисунок 1):

| | | |
|--|---|-----|
| | $C_T = C_{T_0} + C_{T_1}J + C_{T_2}J^2$ | (3) |
| | $C_Q = C_{Q_0} + C_{Q_1}J + C_{Q_2}J^2$ | (4) |

Для оценки потребной тяги при горизонтальном полете со скоростью 17 м/сек воспользуемся формулой согласно [3 стр.]:

| | | |
|--|---|-----|
| | $T = \frac{W}{K} = \frac{35}{10} = 3.5 \text{ Н}$ | (5) |
|--|---|-----|

В ходе анализа различных воздушных винтов, удовлетворяющих требованиям потребной тяги, был выбран винт APC Thin Electric 11x7 (рисунок 2)

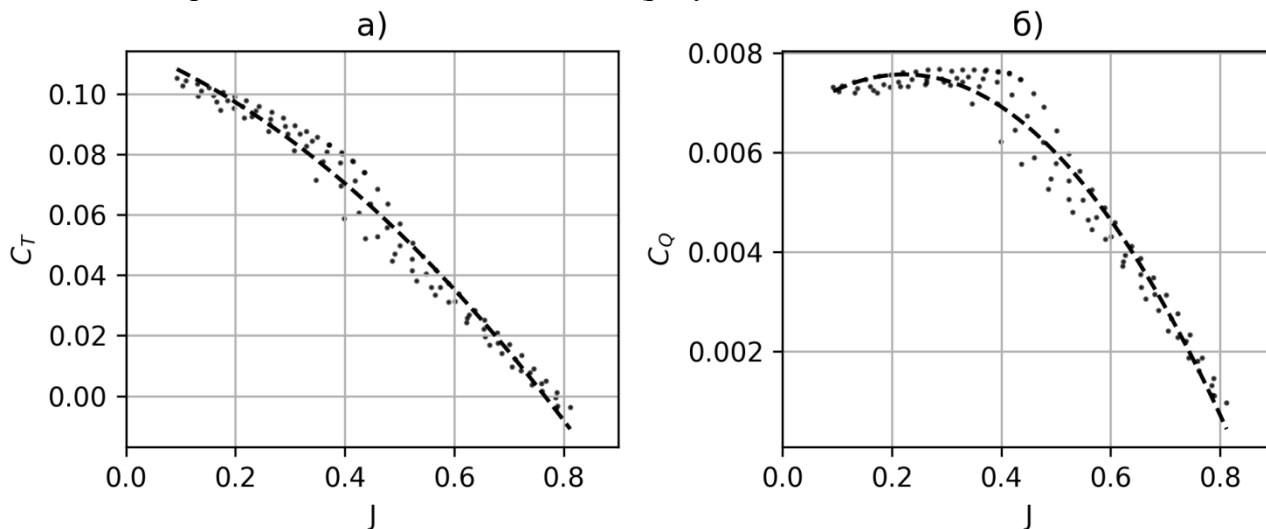


Рисунок 1 – Коэффициент тяги а) и момента б) винта APC Thin Electric 11x7



Рисунок 2 – Воздушный винт APC Thin Electric 11x7

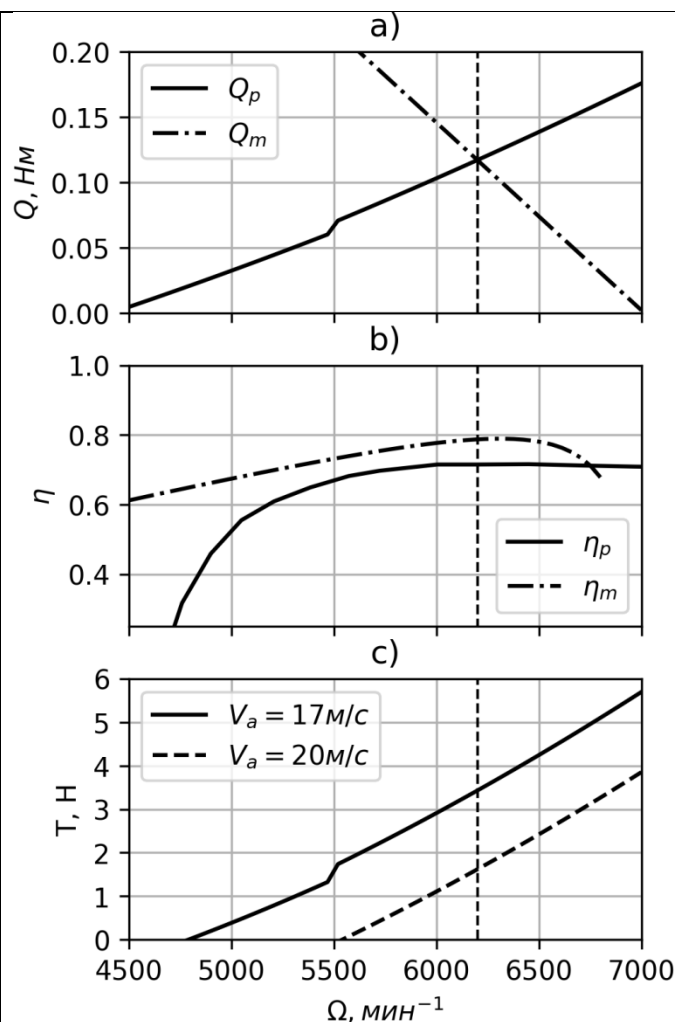


Рисунок 3 – Выбор оптимальных параметров мотора AT2814 и винта APC Thin Electric 11x7 при горизонтальном полете $V_a = 17$ м/с. а) – пересечение кривых моментов винта и мотора. б) – кривые эффективности мотора и винта. в) – кривые тяги винта. Вертикальная пунктирная линия указывает рабочую частоту вращения

1.2 Выбор мотора

В ходе анализа ряда моторов был выбран T-Motor AT2814 900 kv. Согласно [2 стр. 53] из равенства механических моментов винта и мотора была найдена точка пересечения кривых моментов винта и мотора (рисунок 3а), соответствующая угловой скорости вращения 6200 мин^{-1} .

$$Q_m = K_Q((V_{in} - K_v \Omega)/R - i_0) = Q_p \quad (6)$$

Также были построены кривые КПД мотора и винта на рисунке 3б, чтобы убедиться в оптимальном режиме работы ВМГ в выбранном диапазоне угловых частот вращения. Как видно на рисунке 3б, и мотор, и винт на частоте 6200 мин^{-1} имеет КПД близкий к максимальному для выбранной скорости воздушного потока $V_a = 17 \text{ м/с}$ и напряжения на моторе $V_{in} = 7.9 \text{ В}$. $\eta_p = 0.71$, $\eta_m = 0.78$

На рисунке 3в представлены кривые тяги винта в зависимости от частоты вращения для двух разных скоростей воздушного потока. При выбранной скорости 17 м/с винт создает достаточную тягу $T = 3.5 \text{ Н}$ для поддержания установившегося горизонтального полета.

Согласно выражению (6) и рисунку 3а можем оценить мощность, потребляемую ВМГ, с учетом эффективности регулятора оборотов $\eta_{ESC} \approx 0.85$:

$$P = \frac{(Q_m/K_v + i_0)}{\eta_{ESC}} V_{in} = 114 \text{ Вт} \quad (7)$$