

УДК 629.735.4

Герасименко І.Ю., Демченко Т.М., Жук Д.О., Козак В.О. студенти гр. 151-19-1
Науковий керівник: Зибалов Д. С.

(Національний технічний університет “Дніпровська Політехніка”)

РОЗРАХУНОК ТА ВИБІР ПРОПЕЛЕРУ КВАДРОКОПТЕРА ПРИЗНАЧЕНОГО ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ЦІЛІСНОСТІ ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧ

У наш час квадрокоптери (коптери) використовують у багатьох сферах життєдіяльності людей. Коптери допомагають у зйомці відео, гасінні пожеж, доставці невеликих вантажів, проникнення до важкодоступних місць для людей та багато іншого. Але з цим існують багато факторів, наприклад як система керування коптера, які потребують правильно розроблену та прораховану механічну частину. В цій роботі ми розглянемо обрання пропелерів для коптеру.

По мірі того як будете обирати пропелер, ви зіштовхнетесь з багатьма чинниками такими як:

- Вантажопідйомність
- Матеріал
- Методи кріплення

Вантажопідйомність. По-перше чим більший діаметр гвинта тим більша вантажопідйомність, то потрібно обирати максимально великі пропелери які можна застосувати в конструкції. Чим більша кількість лопастей у пропелера, тим більша підйомна сила та стабільність самого квадрокоптера, але на даний момент більше двох лопастей у важких коптерах не використовується, причиною цього є складність балансування і стандарти виробництва великих гвинтів.

На вантажопідйомність також впливає форма та види лопастей. Ось тому пропелери поділяють на:

- Normal – загостренні на кінцях, що в свою чергу зменшує тягу та робить їх більш енергоефективними.
- Bullnose – закруглені, мають більшу тягу. За рахунок більшої ваги є більш стабільними, але мають збільшене енергоспоживання.
- Hybrid Bullnose – так звана золота середина, яка має як недоліки, так і переваги попередніх.

Матеріал. На нашу думку найкращим матеріалом по критеріям ціна-якість є композитний матеріал. Суміш дешевизни пластика та міцності вуглеволокна дає нам ідеальний бюджетний варіант.

Є також пропелери зі звичайного пластику, зазвичай хоч вони і дешеві, але не завжди достатньо міцні. Деякі гвинти виготовляють повністю з карбонового волокна, але вони занадто дорогі та крихкі, тому вони нам не підходять.

Методи кріплення – від них залежить наскільки швидко ваш дрон розпадеться на друзки.

Розрізняють три методи кріплення:

- Пропсейвер – варіант для людей які часто знімають пропелери. Сама система кріплення складається з втулки яка стягується до валу двигуна двома гвинтами, а сам пропелер тримається лише на резинці. Тому цей варіант не дуже надійний.
- Цангове кріплення – на валу двигуна затискається цанга, потім зажимна втулка, пропелер та шайба. Кріплення є надійним та гарним вибором для польотів.
- Outrunner – коли кріплення розташоване на самому моторі. Використовується у безколекторних двигунах, на поверхні якого знаходяться чотири різьбових отвори в які кріпиться перехідник.

Позначення гвинтів. Є два типи позначень:

- LLPPxV. L-довжина P- крок V-кількість лопатей (для двох лопатей може не вказуватися) Наприклад, 5045×3 – довжина 5 дюймів, крок 4.5 дюйма, 3 лопаті. Іноді доводиться гадати. Той самий пропелер може позначатися 0545×3.

- LxPxV. Наприклад, 5×45×3 – довжина 5 дюймів, крок 4.5 дюйма, 3 лопаті.

Іноді в кінці є буква R або C. Вона визначає напрямок обертання пропелера: R – за годинниковою стрілкою C – проти годинникової стрілки. Також в кінці може бути позначення профілю лопаті (Детальніше дивись вище «види лопатей»): N – нормальна (загострена) BN – закруглена HBN – проміжна.

Одним з основних параметрів являється тяга гвинта – вона розраховується за формулою

$$F = 7,5 \sqrt[3]{(ND)^2} \quad (1); \quad n = 1,6 \sqrt[3]{N/D^5} \quad (1)$$

Сила тяги F виражена в кг, потужність мотора N - в к.с., діаметр гвинта D - м, швидкість обертання гвинта n - в тис. об / хв.

З формули (1) видно, що тяга гвинта визначається добутком потужності двигуна на діаметр гвинта. Отже, потрібну тягу можна отримати від малопотужного мотора, якщо використовувати гвинт великого діаметра і при цьому, згідно з формулою (1), знизити/обороти гвинта.

Висновки

Перед початком розробки гвинтів коптеру потрібно визначити необхідну тягу враховуючи кількість двигунів, їх потужність, діаметр та форму проєктованих гвинтів. В разі проєктування більш вантажопідйомних коптерів варто пам'ятати про вагу самого коптеру та необхідний коефіцієнт запасу. Доцільно взяти за коефіцієнт приблизно 15-20% додаткової вантажопідйомності від максимально зазначеної вантажопідйомності коптеру.

Перелік посилань

1. N. Kumar Singh, P. Muthukrishnan, S. Sanpini. Industrial System Engineering for Drones. Apress, Berkeley, CA 2019. – 280 p.

Анотація

Проведені обґрунтування та розрахунок пропелеру квадрокоптера, призначеного для моніторингу цілісності ліній електропередач. Надалі квадрокоптер планується використовувати як об'єкт автоматизації для синтезу й дослідження системи автоматичного керування.