

Государственное бюджетное образовательное учреждение дополнительного
образования города Москвы
"Дворец творчества детей и молодежи имени А.П.Гайдара"

Презентация на тему:
«Пропеллеры в мультикоптерах»

Педагог дополнительного образования
Садовский Денис Дмитриевич

Введение

В данной презентации курса речь пойдет о пропеллерах в коптерах. Вы познакомитесь с фундаментальными понятиями о вращательных винтах для коптера. Вы узнаете, какие показатели влияют на их производительность и эффективность, какие формы пропеллера существуют и как количество лопастей влияет на характеристики пропеллера.

Пропеллер — лопастной агрегат, приводимый во вращение двигателем и предназначенный для преобразования мощности (крутящего момента) двигателя в тягу.



Основные параметры пропеллера

Длина пропеллера

Шаг пропеллера

Количество лопастей

Форма пропеллера

Направление вращения

Качество и балансировка

Материал

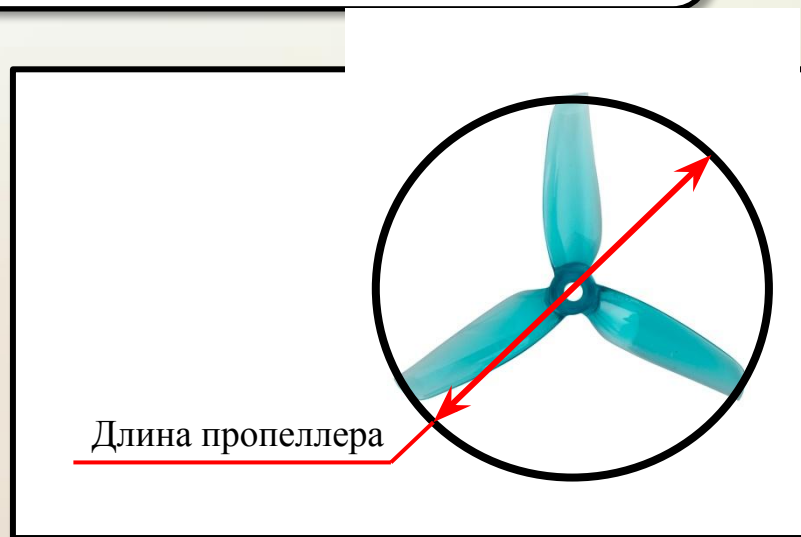
Длина пропеллера

Длина пропеллера – это диаметр диска, образующегося при вращении пропеллера. Чем она больше, тем больше подъемная сила дрона, тем мощнее нужен мотор.

Более крупные пропеллеры требуют большей мощности мотора на свою раскрутку. Нужно убедиться, что мотор может развивать необходимую мощность. Также, большие и тяжелые пропеллеры обладают большей инерцией, поэтому они не смогут мгновенно ускориться, что отразится на маневренности коптера.

Важно:

Чем больше длина, тем меньше маневренность и наоборот. Однако, необходимо учитывать расстояние между двигателями в мультикоптере. Лопастей не должны пересекаться!

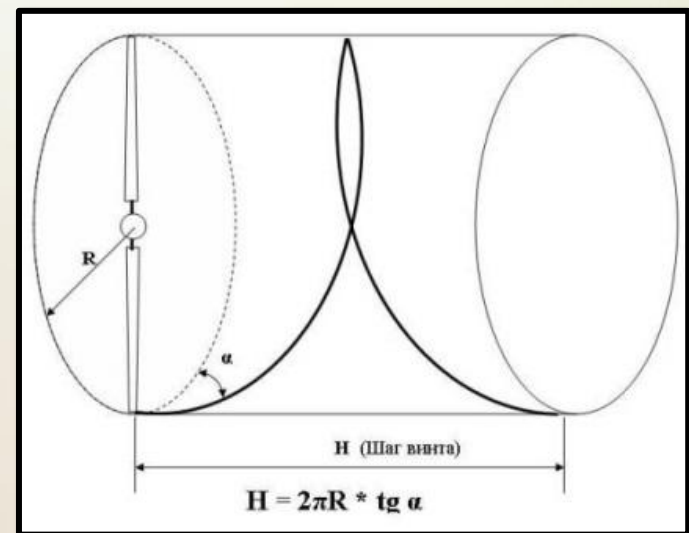
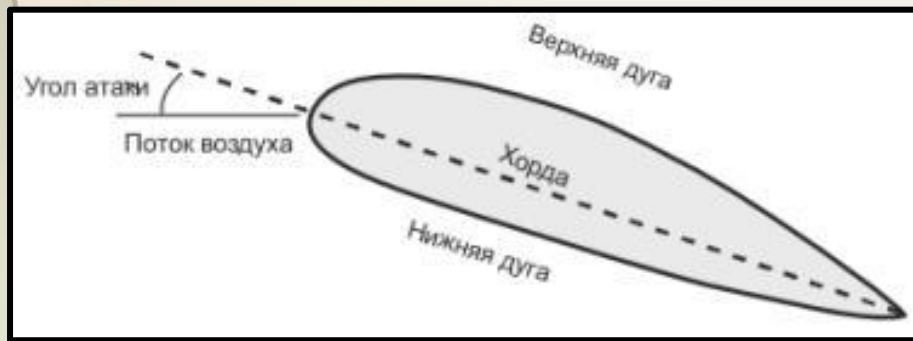


Шаг пропеллера

Под шагом понимают расстояние, которое винт может преодолеть за одно вращение в некой плотной среде (если вспомнить шуруп, и то, как он вкручивается в доску, то все становится понятно). Величина шага у лопастей квадрокоптера зависит от наклона самих лопастей и от того, под каким углом они расположены (угол атаки).

Важно:

При нулевой скорости коптера, угол атаки максимальный. Чем больше скорость, тем меньше угол атаки. На больших скоростях угол атаки может стать отрицательным.



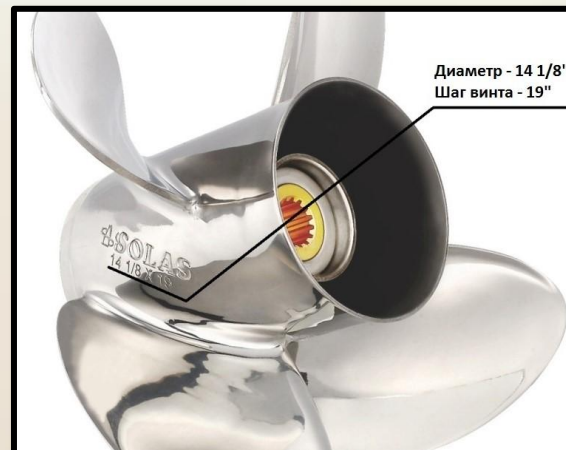
Шаг пропеллера

Шаг пропеллера указывается второй цифрой после знака "x" в маркировке пропеллера; например 14x7.

Также может указываться просто как 3 и 4-я цифры марки - например, 1260 это пропеллеры с шагом 6,0 дюймов. Физически - это величина столба воздуха, который пропеллер передвигает вниз за один свой оборот. Чем больше шаг, тем выше подъемная сила. Естественно, до разумных пределов. Например, пропеллеры 14x7 имеют большую подъемную силу, чем 14x5. Шаг пропеллера, умноженный на число оборотов в секунду дает скорость воздушного потока от винта.

Важно:

Все значения маркировки в дюймах*. Например цифры - 1045. Длина пропеллера 10 дюймов, а шаг 4,5 дюйма. Но тут оговорка, 6045 - это шестидюймовый, а не шестидесяти.



* 1 дюйм = 2,54 см

Количество лопастей

Количество лопастей пропеллера влияет на подъёмную силу, стабильность и отзывчивость коптера. Чем больше лопастей, тем эти параметры лучше.

Стандартным вариантом принято считать пропеллер с двумя лопастями. На большинство маленьких квадрокоптеров ставятся винты с лопастями больше двух. Это позволяет обеспечить более равномерный поток распределения воздуха, и как следствие, снизить уровень турбулентности. Таким образом, маленький диаметр винта с тремя (или более) лопастями способен обеспечить силу подъёма, что и стандартный пропеллер с двумя лопастями и большим диаметром.

Важно:

Габаритные пропеллеры с большим количеством лопастей сложно и труднозатратно балансировать. Из-за этого их стоимость значительно выше, и пилоты, в большинстве случаев, выбирают большие пропеллеры с небольшим количеством лопастей.



2-х лопастные



3-х лопастные



4-х лопастные

Форма пропеллера (вид лопасти)

В зависимости от выбранной формы, летательный аппарат будет вести себя в воздухе по-разному. Существует три основные формы пропеллера:

Normal (N) – имеют заостренные края. Позволяют сэкономить расход аккумулятора за счет меньшей тяги и благоприятно влияют на продолжительность полёта, не вызывая дополнительного расхода энергии.

Bullnose (BN) – обладают большей площадью, создают больше тяги. Имеют закругленные края. За счет дополнительного веса на кончиках обеспечивают стабильность аппарату, увеличивают отзывчивость по рысканию — вращению вокруг вертикальной оси квадрокоптера. Его минус высокое энергопотребление, небольшая продолжительность полета.

Hybrid Bullnose (HBN) — среднее между BN и N.

Важно:

Если в маркировке присутствуют буквы, обозначающие форму пропеллера, то они находятся в конце. **Пример: 5045BN.**



Normal



Bullnose



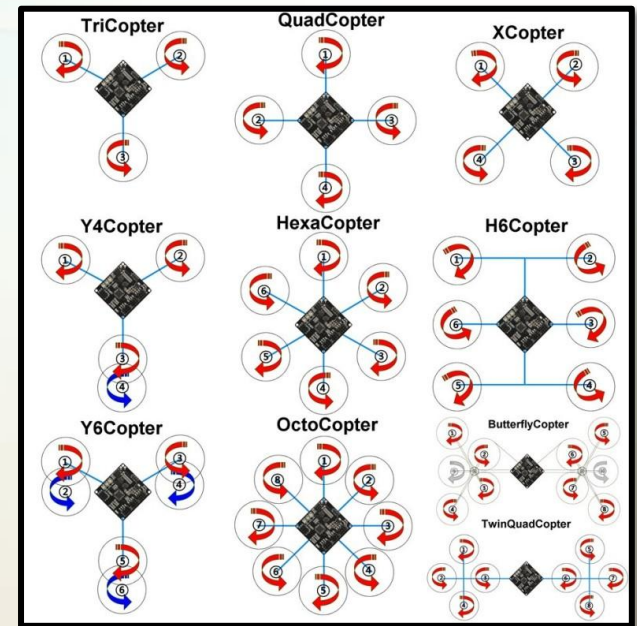
Hybrid Bullnose

Направление вращения

На предыдущих уроках мы говорили, что в мультикоптерах используются два типа двигателей – CW (с вращением вала по часовой стрелке) и CCW (с вращением вала против часовой стрелки). Пропеллеры также подразделяются на эти 2 типа. Схема установки моторов зависит от типа летательного аппарата.

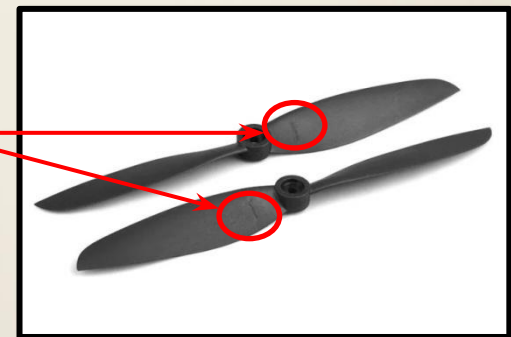
На рисунке представлены основные виды мультикоптеров и направление вращения установленных на них двигателей.

Иногда на пропеллерах можно увидеть **маркировку**, обозначающую направление вращения пропеллера (**стрелка или буквы R, L**).



Важно:

На многих пропеллерах нет маркировки направления вращения. Для его определения необходимо посмотреть на кромку лопасти. Поднятая сторона кромки смотрит в сторону вращения.



Материал

Материал, из которого изготовлен пропеллер, влияет на следующие показатели:

Вес – влияет на отзывчивость дрона. Однако, с этим надо быть аккуратным, поскольку также увеличивается нагрузка на мотор квадрокоптера.

Эластичность – улучшает устойчивость пропеллера к перегрузкам и механическому воздействию (не путать с мягкостью).

Материалы для пропеллеров

```
graph TD; A[Материалы для пропеллеров] --> B[Пластик]; A --> C[Карбон (углеродное волокно)]; A --> D[Пластик с углеродным волокном];
```

Пластик

Отличаются пластичностью, низкой ценой, широким ассортиментом и высокой степенью доступности. С одной стороны, гибкость лопастей повышает их устойчивость к повреждениям, с другой – вызывает проблемы с балансировкой.

Карбон (углеродное волокно)

Довольно дороги, но обладают необходимой жесткостью и высоким качеством без значительного увеличения веса.

Пластик с углеродным волокном

Занимают промежуточное положение. Выполнены из пластика, усиленного углеродным волокном. Этот тип пропеллеров обладает высокой жесткостью и сравнительно низкой стоимостью.

Качество и балансировка

Пропеллеры высокого качества не нужно дополнительно балансировать, они не вызывают вибраций дрона. Бюджетные лопасти нередко плохо сбалансированы и создают вибрации при полете. Это отрицательно сказывается на качестве фото и видео снимков (на них появляется рябь, эффект желе), приводит к быстрому износу аппарата. Вибрацию устраняют с помощью небольшого прибора - балансира.

На ось балансира надевают пропеллер, фиксируют его зажимами. Винт устанавливают в горизонтальном положении. Если одна его часть опустится вниз, значит, лопасти разбалансированы. Чтобы привести их в надлежащее состояние, можно на более легкую сторону (которая вверху) наклеить кусочки изоленты, смазать клеем или тяжелую часть подточить наждачной бумагой.



Балансир

Важно:

Если под рукой нет балансира, можно использовать подручные средства — стержень от шариковой ручки, два стакана или чашки. Вставляем стержень в отверстие винта. Если он болтается, накрутим на него скотч, чтобы пропеллер плотно держался. Поставим емкости на ровную поверхность на небольшом расстоянии друг от друга, на них укладываем импровизированную ось с винтом. Смотрим, есть ли отклонения, и корректируем их.

Заключение

На данном занятии мы рассмотрели такой конструктивный элемент квадрокоптера, как пропеллер. Мы узнали основные параметры пропеллера: длина, шаг, количество лопастей, форма, направление вращения, материал, качество и балансировка.

Несмотря на знание всех этих параметров, выбрать подходящий вам пропеллер можно только опытным путем, так как пропеллеры ведут себя по-разному на различных мультикоптерах.

Контрольные вопросы

1. Что такое пропеллер? Перечислите его основные параметры.
2. Что такое длина пропеллера? Как она влияет на маневренность коптера?
3. Как называется расстояние, которое пропеллер может преодолеть за одно вращение?
4. Какие формы пропеллера бывают? Чем они отличаются?
5. Перечислите материалы, из которых изготавливают пропеллеры. В чем недостатки и преимущества каждого из них?
6. Что такое балансировка? Зачем она нужна?

Спасибо за внимание!