

Занятие	4
Тема	Виды двигателей
вопросы	1. Устройство мультикоптера (принципиальная схема) 2. Газотурбинный двигатель 3. Электрический двигатель 4. Поршневой двигатель

-1-

Устройство мультикоптера (принципиальная схема)

Рама

Это несущая часть квадрокоптера, на которой располагаются все остальные элементы. Её задача – обеспечивать прочность, жёсткость и защиту.

В настоящее время господствуют рамы, которые состоят из фрезерованных карбоновых пластин и алюминиевых стоек, соединённых между собой винтами и гайками.

МОТОР

является основным элементом электропривода.

Промышленный электродвигатель работает и на постоянном, и на переменном токе. Его статор – это электромагнит, создающий магнитное поле. Обмотки двигателя поочередно подключаются через щетки к источнику питания. Одна за другой они поворачивают ротор на небольшой угол, и ротор непрерывно вращается.

За счет вращения вала приводится во вращение винт, толкающий или тянущий летающее средство.

Пропеллеры

Он преобразовывает энергию мотора в подъёмную силу. Пропеллеры бывают двух видов, как и моторы, против часовой стрелки и по часовой стрелке.

Электронные регуляторы вращения (ESC)

Electric speed controiller

Регулятор оборотов – это устройство, изменяющее скорость вращения вала двигателя. Чаще подразумеваются электрические устройства. Помимо очевидных причин, когда устройство оборудования требует наличия нескольких скоростей, называют ряд иных причин. К примеру, асинхронные двигатели на старте потребляют большой ток и не способны развить полный крутящий момент.

Полётный контроллер

"Мозг" коптера. Он управляет всем. Представляет собой плату с процессором и периферийными устройствами

Плата распределения питания

Её назначение – распределять питание от батареи ко всем компонентам и соединять периферию друг с другом в удобном виде. Кроме того, на ней обычно бывают преобразователи напряжения на 5 и 12 вольт для тех устройств, которые не могут работать с другими напряжениями.

Наличие такой платы в квадрокоптере зачастую необязательно, так как её функции могут дублироваться другими устройствами. Тем не менее, вам надо будет ознакомиться с принципами работы линейных и импульсных преобразователей напряжения.

Приёмник

Используется для приёма сигналов управления. Важно разобраться, какие бывают приёмники, с чем совместимы, какие протоколы используют, какие в них прошивки, какая рабочая частота, какая дальность действия, как устроены антенны.

Батарея

Обеспечивает питанием все системы коптера. Вам нужно будет разбираться в типах батарей, в их ёмкости и токоотдаче, а также в правилах эксплуатации и безопасности.

Порядок управления ДРОНОМ

Изменения на пульте дистанционного управления, посылают сигналы на центральный контроллер полета. Центральный контроллер полета передает эту информацию в электронные регуляторы скорости (ESC) каждого двигателя, которые, направляют каждый двигатель на увеличение или уменьшение скорости.

схема

Движение ручки дистанционного управления → Центральный контроллер полета → Электронные схемы управления скоростью (ESC) → Двигатели и пропеллеры → Движение квадрокоптера или зависание.

-2-

Газотурбинные двигатель

Для БПЛА используются разные типы двигателей, которые применяются в зависимости от требований, предъявляемых к летательному аппарату: где-то требуется высокая скорость, где-то высокие экологические параметры, где-то продолжительное время работы.

Для мониторинга опасных явлений и утечки газа и нефти в нефтепроводах, при пожарах и др. стихийных бедствиях в большей степени для БПЛА подойдут электрические двигатели, поскольку применение двигателей, использующих разные виды топлива опасно, беспилотник может воспламениться. Также доставку продуктов, небольших грузов, медикаментов целесообразно осуществлять используя БПЛА на электрических моторах.

Беспилотники с поршневыми двигателями находят свое применение в технических видах спорта (моделирование), а также в аппаратах способных совершать длительный полёт.

Газотурбинный двигатель состоит из: входного устройства, компрессора, камеры сгорания, турбины, реактивного сопла, а также элементов и систем, обеспечивающих его функционирование.

Для чего нужен каждый из его модулей?

Входное устройство — это расширяющийся канал, в котором происходит подвод воздуха к компрессору и его предварительное сжатие.

В нём кинетическая энергия входящего воздуха частично преобразуется в давление. Компрессор — это устройство, в котором происходит повышение давления воздуха. Компрессор можно характеризовать такой величиной, как степень повышения давления. В современных двигателях она превышает 40 единиц.

Кроме того, в нем увеличивается температура (сейчас на выходе из компрессора она достигает 1000К).

Камера сгорания — устройство, в котором к сжатому воздуху (после компрессора) подводится тепло из-за горения топлива. Температура в камере сгорания очень высокая, может достигать 2000 градусов Цельсия. Вам может показаться, что давление газа в камере тоже сильно увеличивается, но это не так. Теоретически принято считать, что подвод тепла осуществляется при постоянном давлении. В реальности оно немного падает из-за потерь (проблема несовершенства конструкции).

Турбина — устройство, превращающее часть энергии газа после камеры сгорания в энергию привода компрессора. Так как турбины используются не только в авиации, можно дать более общее определение: это устройство, преобразующее внутреннюю энергию рабочего тела (в нашем

случае рабочее тело — это газ) в механическую работу на валу. Как вы могли понять, турбина и компрессор находятся на одном валу и жестко связаны между собой. Если в компрессоре происходит повышение давления газа, то в турбине, наоборот, понижение, то есть газ расширяется. В турбореактивных и турбовентиляторных двигателях лишь часть тепловой и кинетической энергии высокотемпературного газового потока преобразуется в механическую энергию для привода компрессора, в отличие от турбовинтовых и турбовальных двигателей, в которых большая часть энергии газа преобразуется в турбине в механическую работу для привода воздушного винта или другого потребителя, например электрогенератора или компрессора в газоперекачивающем агрегате.

Сопло — суживающийся канал, в котором происходит преобразование потенциальной энергии газа в кинетическую (оставшийся запас энергии газа после турбины). Как и в турбине, в сопле происходит расширение газа. Образуется струя, которая, вытекая из сопла, движет самолёт.

Минусы газотурбинных двигателей: Главный недостаток газотурбинной установки с камерой сгорания — необходимость применения жаропрочных и жаростойких материалов для обеспечения высокого значения КПД. Непрерывность процесса в газовой турбине заставляет лопатки турбины работать с температурой, равной температуре газа, а прочность лопаток не позволяет иметь такую высокую температуру газа, которая обеспечивала бы высокий КПД. Без дополнительных устройств газотурбинный двигатель имеет КПД на валу турбины, обычно не выше 20%.

Еще два недостатка: большой расход топлива и выхлоп отработанного топлива, неблагоприятно влияющий на экологию.

Главным достоинством газотурбинных двигателей является то, что их строение позволяет их применять в моделях исследуемых летательных аппаратов, обеспечивая им большую скорость полёта, что невозможно получить, применяя двигатели других рассматриваемых типов.

Испытания летательных аппаратов в настоящее время проводятся в аэродинамической трубе, где создаются условия подобные реальным и с помощью специальной аппаратуры анализируется информация о поведении конструкции в условиях, приближенных к реальному полёту.

Но сама установка, материал и обслуживание аэродинамической трубы слишком дорого, поэтому надо искать другие варианты позволяющие провести испытания летательных аппаратов.

Альтернативой испытаний летательных аппаратов в аэродинамических трубах могут стать лётные испытания моделей этих летательных аппаратов с использованием газотурбинных двигателей. Модель с газотурбинным двигателем можно испытывать в реальных условиях полёта

Современная регистрирующая и передающая информацию аппаратура позволяет получать необходимые сведения о летательном аппарате во время его полёта. Это лучшее применение газотурбинных двигателей в гражданских целях!

-3-

Электрический двигатель

Электрический двигатель, сокращенно электродвигатель – электрическая машина, с помощью которой электрическая энергия преобразуется в механическую, для приведения в движение различных механизмов. Электродвигатель является основным элементом электропривода.

Промышленный электродвигатель работает и на постоянном, и на переменном токе. Его статор – это электромагнит, создающий магнитное поле. Обмотки двигателя поочередно подключаются через щетки к источнику питания. Одна за другой они поворачивают ротор на небольшой угол, и ротор непрерывно вращается. За счет вращения вала приводится во вращение винт, толкающий или тянущий летающее средство.

Электродвигатели подразделяются на два типа: коллекторные и бесколлекторные.

Коллекторная машина – вращающийся электродвигатель, у которого хотя бы одна из обмоток, участвующих в основном процессе преобразования энергии, соединена с коллектором. В коллекторном двигателе щеточно-коллекторный узел выполняет функцию датчика положения ротора и переключателя тока в обмотках.

У бесколлекторных электродвигателей могут быть контактные кольца с щетками.

Бесщеточная машина – электродвигатель, в которой все электрические связи обмоток, участвующих в основном процессе преобразования энергии, осуществляются без скользящих электрических контактов.

Главным достоинством электрических двигателей в БПЛА является то, что их можно применять в аппаратах, обеспечивающих надзор за газо-нефтяными сооружениями, за лесами, участвующих именно в пожаротушении.

Недостатки электродвигателей:

- Высокая стоимость;
- Ограниченная мощность источников питания;
- Большая масса двигателя - для маленьких беспилотников они годятся, а для больших летательных аппаратов – слишком тяжелые.
- Ограниченная скорость полёта, обусловленная резким снижением эффективной работы воздушного винта при высокой скорости полёта.

-4-

Поршневые моторы

Эти моторы оказались востребованными в БПЛА среднего класса со взлетным весом до тонны. Для аэрофотосъемки и мониторинга высокие скорости не нужны, а требуется малый удельный расход топлива, и поршневые двигатели как раз обладают этим качеством.

При мощностях до 500 л.с. и при полетном цикле продолжительностью более 5 часов на сегодняшний день они успешно конкурируют с газотурбинными двигателями. Поршневые двигатели немного проигрывают газотурбинным двигателям по массе, но за счет меньшего расхода топлива суммарная масса двигателя и горючего на борту при достаточно длительном полете получается меньше. Еще одним большим преимуществом является то, что час эксплуатации поршневого двигателя обходится дешевле, чем эксплуатационный час газотурбинного.

В перспективе существует возможность снабдить поршневой двигатель электромотором, который будет давать дополнительную мощность на взлете и работать как генератор в полете. Благодаря этому не придется делать переразмеренный поршневой двигатель, который на 100% используется только на взлете.

Поршневой двигатель -достаточно консервативная конструкция, и его схема кардинально не менялась с 1930–50-х годов. Единственное, что можно отметить: обновляются системы обеспечивающие работу двигателя, появляются, например, впрысковые системы с электронным управлением с полной ответственностью типа FADEC, которые значительно снижают расход топлива, внедряются новые материалы, новые масла, новые топлива.

Ученые и конструкторы стараются улучшить характеристики двигателя и добиться улучшения его характеристик: снизить удельный расход топлива на 20-25%, удельную массу — на 25–30%, повысить ресурс и стоимость эксплуатации в 3–4 раза. Недостатки электрических квадрокоптеров У электрических квадрокоптеров есть существенный недостаток – малое время полета. Даже модели профессионального уровня способны пробыть в воздухе лишь 30-40 минут, и это считается очень хорошим показателем. Дооснащение запасными (или более емкими) аккумуляторами приводит к заметному увеличению массы летательного аппарата и существенно уменьшает вес полезной нагрузки, которую он может нести.

Производители стараются максимально уменьшить вес дронов беспилотников, используя облегченные материалы, но пока не существует технологий, способных существенно облегчить массу батарей. И чем больше ее емкость, тем значительнее становится вес. Нельзя не упомянуть и про еще один недостаток – стоимость аккумуляторов. Она достаточно высока, при этом эксплуатационные качества батареи со временем ухудшаются. Универсальных аккумуляторов, подходящих ко всем популярным моделям коптеров не существует.

Квадрокоптеры мало пригодны для использования при минусовых температурах. Зимой батареи разряжаются особенно быстро и продолжительность полета заметно уменьшается. Необходимо учитывать и время, которое придется потратить на заряд аккумулятора. Одно дело, когда необходимо совершить 20-30 минутный полет, и совсем другое – когда речь идет о многочасовой работе.

Запасных батарей попросту не хватит, и придется делать перерывы на зарядку. К тому же, в удаленных районах электросети могут отсутствовать в принципе. Как видим, недостатки беспилотной техники, использующей электродвигатели, связаны с аккумуляторами. Увеличение емкости батарей приводит к их утяжелению и увеличению размеров.

Подытожив, можно констатировать, что аккумуляторы:

- Стоят дорого
- Плохо переносят минусовые температуры
- Не являются универсальными
- Требуют длительного времени на зарядку
- Обладают значительным весом и размерами

Достоинства и недостатки бензиновых квадрокоптеров

Бензиновый квадрокоптер лишен значительной части минусов, присущих электрическим БПЛА. Сам по себе ДВС стоит сравнительно недорого, особенно если речь идет о профессиональной технике. Он сложнее в обслуживании по сравнению с электродвигателями (которым обслуживание в большинстве случаев не нужно), но это не означает, что пилоту необходимо проходить курсы механиков. Работающие на бензине дроны можно быстро заправить и вновь отправлять в полет. Нет необходимости тратить немалые суммы на запасные аккумуляторы и нет необходимости постоянно их заряжать. Беспилотник можно использовать при минусовых температурах, при этом заметного ухудшения его эксплуатационных характеристик не происходит. Бензин не замерзает зимой, но придется прогреть двигатель перед первым запуском. Надежность ДВС высока, и при должном обслуживании его хватит на многие и многие километры полетов.

Двигатель внутреннего сгорания заметно больше электродвигателя, то есть поместить его в небольшой коптер не получится. Помимо ДВС, на раму беспилотника необходимо установить топливную систему, систему зажигания, бензобак. Смысл такого усложнения конструкции заключается в том, что ДВС с бензобаком оказывается сравнимым по стоимости по сравнению с аккумуляторами высокой емкости. Зачастую дешевле собрать коптер с бензиновым мотором, хорошей грузоподъемностью и автономностью, чем создать аналогичный по характеристикам беспилотник с электрической батареей.

Мощность и дальнобойность бензиновых квадрокоптеров позволяют использовать их для транспортировки тяжелых грузов на значительные расстояния. Собственно, именно доставка грузов является одним из основных предназначений таких коптеров.

Но есть и недостатки. Как уже было сказано, ДВС требует хотя бы элементарного обслуживания. Конструкция беспилотника становится более сложной, а размеры двигателя не позволяют установить его на небольшую раму. Шум, издаваемый бензиновым мотором, оказывается громче, по сравнению с электродвигателями. Присутствие двигателя на борту является источником дополнительных вибраций, что усложняет работу с камерой. Так как в качестве топлива используется бензин, то возникают повышенные требования к технике безопасности. Недопустимо запускать бензиновый коптер в местах массового скопления людей. При падении аппарат может загореться и даже взорваться. КПД бензинового мотора заметно ниже по сравнению с КПД электродвигателя, а выхлопные газы не позволяют использовать его внутри помещений (например, складов).

Существует две принципиальные модели квадрокоптеров:

Только с ДВС

Гибриды (то есть ДВС и электродвигатель)

Второй вариант является более сложным в изготовлении, однако удобнее в управлении. Возможно, именно гибриды в итоге получат большее распространение. Дроны с двс Квадрокоптеры на бензине являются скорее нишевым решением. Их целесообразно использовать там, где нужна увеличенная грузоподъемность и дальность. Они могут пригодиться в районах, где нет стабильного электроснабжения

ОРЛАН-10

К 2010 году специалистами «Специального технологического центра» г. Санкт-Петербург был создан многопрофильный БПЛА «Орлан-10», ставший неутомимой безотказной лошадкой отечественной непилотируемой авиации.

Особенности применения

Беспилотник «Орлан-10» используют в военных целях как фотограф, разведчик, корректировщик огня, поможет в контролировании объектов, находящихся в труднодоступных местах.

Основные особенности российского беспилотника

Старт с небольших площадей и при неблагоприятных погодных условиях.

Размещение аппаратуры в консолях крыльев.

Проведение фото- и видеосъемки с фиксацией всех данных.

Простота замены приборов на борту.

Один БПЛА может передавать радиосигналы другим аппаратам.

Наличие генератора для использования электрооборудования в течение полета.

Наземная составляющая комплекса может обслуживать одновременно четыре БПЛА «Орлан-10».

Входит в единую систему управления тактическим звеном, связывается с САУ, танками, средствами ПВО и передает им данные целей для поражения.

Комплекс системы управления БПЛА «Орлан-10» состоит из:

места работы оператора;
спецуправленческого оборудования;
приборов техобслуживания и старта летательного аппарата;
радиоканалов, передающих координаты целей;
бензинового генератора мощностью 1 кВт.

Также «Орлан» применяется гражданскими организациями для геодезической съемки в труднодоступной местности, что помогает ведению ремонтных работ.

Конструкция БПЛА смешанная, детали изготавливаются из пластика и металла. Двигатель и тянущий винт расположены на передней части корпуса аппарата.