

УДК 355/359

ЭКСПЛУАТАЦИЯ КВАДРОКОПТЕРА В СЛОЖНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Тарута А.Г.

преподаватель кафедры тактико-специальной подготовки

Сибирский юридический институт МВД России

Красноярск, Россия

Аннотация: Квадрокоптеры - это довольно чувствительные электронные аппараты, которые могут быть легко повреждены во время их эксплуатации в сложных климатических условиях, таких как дождь и шторм, сильный ветер, туман, снег, а также высокие и низкие температуры. Различные погодные условия по-разному влияют на полёт квадрокоптера. Производители всегда указывают требования по условиям их эксплуатации в спецификации или инструкции, нарушать которые не рекомендуется, поскольку экстремальные условия могут привести к повреждению дрона.

Ключевые слова: квадрокоптер, дрон, эксплуатация, полёты, метеорология, климатические условия, дождь, шторм, сильный ветер, туман, снег, высокая температура воздуха.

OPERATION OF A QUADROCOPTER IN DIFFICULT CLIMATIC CONDITIONS

Taruta A.G.

teacher of the Department of Tactical and Special Training

Siberian Law Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia

Krasnoyarsk, Russia

Abstract: Quadcopters are quite sensitive electronic devices that can be easily damaged during their operation in difficult climatic conditions, such as rain and storms, strong winds, fog, snow, and high and low temperatures. Different weather

conditions have different effects on the flight of a quadcopter. Manufacturers always specify the requirements for their operation in the specifications or instructions, and it is not recommended to violate these requirements, as extreme conditions can cause damage to the drone.

Keywords: quadcopter, drone, operation, flights, meteorology, climate conditions, rain, storm, strong wind, fog, snow, high air temperature .

В современных условиях человечество не перестаёт совершенствоваться всё то, чем обладает. Благодаря постоянному совершенствованию одним из изобретений стала беспилотная техника, что стало очередным шагом для увеличения возможностей человека.

Беспилотные летательные аппараты даже в сложных климатических условиях способны решать различные задачи, такие как слежка, поиск, обнаружение, геологоразведка, картография, аэрофотосъемка, контроль, мониторинг, охрана, оперативные и иные задачи [1].

Из всего перечня имеющихся типов беспилотных летательных аппаратов, в данной статье рассмотрим возможность эксплуатации в сложных климатических условиях квадрокоптера, являющегося беспилотным летательным аппаратом, на котором четыре мотора расположены крестообразно вокруг центральной рамы, тем самым обеспечивая его высокую манёвренность и устойчивость в полёте независимо от погоды.

Для начала оценим риски для квадрокоптера в ходе его эксплуатации во время тумана, который является довольно опасным погодным условием для полёта квадрокоптера, так как отсутствует возможность поддерживать прямую видимость. Туман и облака - это ничто иное как водяной пар, а по простому - вода. Большинство дронов не приспособлены к полётам под дождём или во влажной среде. Кроме того, квадрокоптер должен четко видеть препятствия, чтобы избежать их. Полёт в тумане заставит оператора полагаться на датчики GPS и компас гораздо больше, чем если бы оператор мог визуально видеть квадрокоптер.

Следующим негативным фактором являются высокие температуры - даже солнечный день может быть опасен для квадрокоптера. Дрон может перегреться при жаркой и солнечной погоде. Предупреждения о сильном нагреве дрона во время полётов могут появляться при температуре окружающей среды выше 35 градусов Цельсия. Во время полёта дроны выделяют много тепла, и для обеспечения безопасности дрона и литий-полимерной батареи необходим эффективный отвод этого тепла.

Одной из особо опасных ситуаций является эксплуатация квадрокоптера во время дождя. Так как у квадрокоптера имеется большое количество точек проникновения воды во внутрь, то даже самый слабый дождь может повредить его электронику и внутренние компоненты. Кроме того, корпус имеет отверстия для рассеивания тепла во время полёта и они являются слабым местом для проникновения воды.

Следует отметить, что большинство плат у квадрокоптеров «DJI» залиты специальным лаком, но всё равно они подвержены воздействию воды, равно как и механические части. От одного полёта в дождь ничего не случится, однако вода может попасть на контакты батареи. Повреждения имеют накопительный эффект и могут проявиться в любой момент. К примеру, возможны долгие полеты во время дождя, после чего в солнечный день у квадрокоптера может отказать соответствующий регулятор.

Таким образом, можно сформировать предварительные рекомендации для эксплуатации квадрокоптера в сложных климатических условиях.

Первое, идеальным вариантом будет полностью разобрать квадрокоптер и пройти вручную хорошим слоем проверенного лака. Главное, правильно подобрать лак, не заливать его в разъёмы и не покрывать некоторые датчики, такие как барометр и другие.

К примеру, в некоторых комплектациях моделей квадрокоптеров фирмы «DJI» содержатся радиаторы охлаждения и датчики атмосферного давления, которые запрещено обрабатывать лаком, соответственно полной изоляции от влаги в таких дронах получить не удастся.

Второе, избегать полётов в облаках или тумане, при этом если полетели, то необходимо отключить датчики препятствий и нижние инфракрасные датчики, так как они могут увидеть фантомное препятствие и либо не дадут снижаться, либо дадут, но очень медленно.

К примеру: квадрокоптер взлетел на 400 метров над землей. По результату полёта и съёмки в батареях остается 40 % заряда, после чего начинает снижаться. Но в облаках квадрокоптер вдруг зависает и не снижается, при этом оператор продолжает на пульте давить стик вниз, но дрон застыл. Нижние датчики воспринимают туман как препятствие и неровное место посадки. Уже 20 % заряда батарей, высота остается прежней - 400 метров. На 10 % дрон включит автоматическую посадку, но с очень маленькой скоростью снижения. В итоге батареи квадрокоптера может не хватить на полное снижение.

Третье, это не позволять мокнуть квадрокоптеру. Если полёт в дождь неизбежен, то необходимо всё время его защищать от влаги, даже когда он находится на земле. В том числе не забывать защищать от дождя пульты управления и другие устройства для полёта.

Пульты управления дронов «DJI» не имеют влагозащиты, при этом они обладают отверстиями для вентиляции, через которые затекает вода, в результате чего однажды пульт может перестать работать.

Кроме того, планшеты или телефоны для полёта имеют сенсорные экраны, соответственно попадание капель воды на экраны мешают управлению полётом квадрокоптера.

Также, одной из особо опасных ситуаций является эксплуатация квадрокоптера при сильном ветре - дрон может летать при скорости ветра до 2/3 от его максимальной скорости, при этом в ветряную погоду ему будет трудно оставаться неподвижным и лететь против ветра.

Оператору при полёте в ветряную погоду необходимо убедиться, что скорость ветра не превышает установленные производителем пороговые

значения. Если ветер сильнее чем указано в инструкции по эксплуатации, то без крайней необходимости полёт рекомендуется отменить [2].

Уровень ветроустойчивости квадрокоптера будет определять самые сильные ветра, при которых оператор сможет летать. Производители часто указывают уровень ветроустойчивости. Одним из наиболее распространенных уровней ветроустойчивости является уровень «5» - это значит, что можно летать на дроне при порывах ветра до 10,7 м/с. Полёт дрона при ветре, превышающем этот уровень, приведет к более опасному полёту.

Единственный способ преодолеть ветроустойчивость уровня «5» - это приобрести дрон с гораздо более мощными двигателями, способными бороться с сильным ветром.

Более тяжелые квадрокоптеры лучше летают в ветреную погоду по сравнению с более легкими, так как дополнительный вес обеспечивает лучшую инерцию против сильных порывов ветра и дрон остается более устойчив в воздухе.

Большие дроны также имеют большую площадь поверхности, при этом реальная ветроустойчивость будет зависеть от соотношения размера и массы. Наиболее ветроустойчивым является более тяжелый квадрокоптер с маленькой площадью поверхности, имеющий обтекаемую аэродинамическую форму и мощные двигатели.

При необходимости полёта квадрокоптера при сильном ветре оператор должен для начала проверить его характеристики, стараться избегать больших высот, вылетать против ветра - при взлёте пилот должен находиться с управляемым им дроном лицом к ветру, а также убедиться, что батарея полностью заряжена.

Следует помнить, что во время сильного ветра двигатель и пропеллер будут находиться в режиме максимальной мощности, соответственно расход заряда аккумулятора будет более интенсивный.

Также, оператору необходимо знать максимальную скорость эксплуатируемого квадрокоптера, так как это очень важный фактор, потому что

если скорость ветра выше максимальной скорости дрона, то оператор не сможет им управлять.

Для успешного противостояния ветру квадрокоптер должен развивать скорость на 50 % больше, чем скорость ветра, которая на него воздействует.

Причина, по которой оператор должен знать максимальную скорость дрона, заключается в том, что его скорость всегда зависит от скорости ветра. К примеру, если оператор направит полёт квадрокоптера по ветру, при этом израсходуется половина заряда батарей, то ошибочно предполагать, что оставшаяся половина заряда сможет доставить к месту взлёта дрон при полёте против ветра, так как на такой полёт понадобится больше времени и заряда батареи. Даже когда оператору неизвестна скорость ветра, он может приблизительно рассчитать максимальную скорость дрона, летящего против ветра, по следующей формуле: скорость дрона против ветра - это максимальная скорость дрона минус скорость ветра; скорость дрона по ветру - это максимальная скорость дрона плюс скорость ветра.

Если квадрокоптер не может бороться с сильным ветром, особенно если он поднялся высоко, то оператору нужно немедленно спуститься, так как чем выше, тем сильнее ветер. В ветряную погоду во время полёта необходимо держать дрон как можно ниже и не совершать резких маневров. Рекомендуется также запуск квадрокоптера осуществлять с открытой площадки, что позволит даже в сильный ветер безопасно его приземлить и оператору подойти к нему.

Большинство квадрокоптеров, таких как «DJI», по умолчанию летают в стандартном режиме, который не включает максимальную скорость во время полёта – если установлено ограничение 25 км/ч в стандартном режиме, то дрон не сможет бороться с ветром, который превышает эту ограниченную скорость. В данном случае можно переключить дрон в спортивный режим, при этом данную процедуру необходимо проводить в ручном режиме. В результате данной манипуляции скорость квадрокоптера значительно увеличится, что существенно сможет помочь при полёте в сильный ветер, однако это не гарантирует опасности возможного переворота дрона сильным порывом ветра,

с последующим автоматическим отключением двигателей квадрокоптера и его падением.

С учётом изложенного, сформированы следующие рекомендации по эксплуатации квадрокоптера при сильном ветре:

1. Убедиться, что у дрона полностью заряженные аккумуляторы.
2. Постараться защитить дрон во время взлёта, для этого необходимо повернуть его в сторону ветра, при этом во время взлёте держаться на безопасном от него расстоянии.
3. Лететь сначала против ветра, а возвращаться с попутным ветром.
4. Держаться подальше от деревьев, зданий и высоких конструкций, так как в ветреную погоду существует опасность столкновения, с потерей сигнала и неожиданными для оператора движениями дрона.
5. Избегать полётов над водой при сильном ветре.
6. Во время полёта возможны внезапные непредвиденные движения, при этом дроны могут реагировать на них слишком медленно.
7. Летать ниже, так как ветер обычно усиливается по мере того, как дрон поднимается на высоту.
8. Летать над широкой открытой местностью, с которой оператор беспрепятственно сможет забрать дрон, в случае совершения аварийной посадки.
9. Посадку дрона осуществлять таким образом, чтобы его носовая часть была направлена против ветра, так как это позволит избежать потенциального проскальзывания и повреждения аппарата.
10. В случае сноса дрона ветром, когда внезапно появившийся ветер превышает допустимые полётные значения для определенной модели квадрокоптера, оператору необходимо оперативно реагировать. Не рекомендуется включать режим «возврата домой», так как в такой ситуации данное действие буде бесполезно, при этом необходимо быстро снизить высоту дрона.

Одним из быстрых способов снижения высоты - это спуск «зигзагом», который выполняется следующим образом: на пульте управления стик газа до упора опустить вниз, а стиком управления по очереди направлять квадрокоптер влево и вправо.

Следующим опасным фактором, представляющим опасность для квадрокоптера, является снег, который оседает на его корпусе. Тепло, выделяемое электроникой и двигателями, может легко растопить снег, что приведёт к его попаданию в корпус, с последующим коротким замыканием жизненно важных компонентов. Даже самый легкий снегопад может иметь серьёзные последствия для целостности беспилотного аппарата.

Основные риски проявляются в следующих факторах:

1. Быстрая утрата заряда аккумулятором. На морозе батареи разряжаются гораздо быстрее, чем в теплую погоду. Время полёта может уменьшиться в два и более раз. При минусовой температуре показания аппаратуры об уровне заряда следует постоянно проверять, иначе оператор можете внезапно утратить контроль над управлением квадрокоптера. Аккумулятор начинает разряжаться ещё до того, как оператор решит вставить его в квадрокоптер.

2. Высокая вероятность поломки в квадрокоптере корпуса, лучей, шасси, винтов. Отрицательная температура делает пластик хрупким. Любое неудачное приземление или падение может завершиться поломкой корпуса. Даже у стойкого к морозам пластика есть свой предел.

3. Обледенение внутренних деталей и механизмов квадрокоптера. Зимнему полету мешает снег, попадающий через щели и отверстия в корпусе на электронику, а также внутренние механизмы. Внутри летящего дрона обычно устанавливается плюсовая температура, в результате чего снег тает, превращаясь в воду, а после приземления практически моментально капли воды замерзают, соответственно внутренности квадрокоптера обледеневают, что вредит его электронным компонентам и двигателям [3].

В целях противодействия вышеуказанным рискам оператору необходимо при подготовке квадрокоптера к полёту в морозную погоду следует выставить

его на улицу, чтобы барометр работал исправно когда дрон запустится, при этом его аккумуляторы необходимо всегда держать в тепле. Температура батарей должна быть выше 14 градусов Цельсия, при этом если температура аккумуляторов ниже, то не следует запускать двигатели или взлетать и висеть для того, чтобы прогреть батарею, так как повышается нагрузка на аккумулятор и он вскоре выйдет из строя.

Следует учитывать, что в некоторых моделях квадрокоптеров во время полета на морозе при ветре батарея не нагревается, а наоборот охлаждается, соответственно во избежание падения оператору следует постоянно следить за показаниями температуры.

Также имеется риск обледенения пропеллеров квадрокоптера, что не каждый оператор своевременно способен заметить. Обледенение происходит из-за полётов в переохлажденной жидкости, например в тумане при отрицательной температуре. Лёд образуется под пропеллером в зоне повышенного давления, постепенно снижая подъемную силу.

Эффект обледенения можно услышать - меняется звук от пропеллеров, дрон даже при абсолютном штиле начинает трястись. В этот момент на моделях «DJI» как правило появляется ошибка регулятора «ESC» и требование немедленного приземления. Если игнорировать данное предупреждение, то дрон будет повышать обороты двигателей, до последнего пытаясь удержаться в воздухе, пока не упадет.

Для противодействия данному риску оператору необходимо иметь с собой специальную жидкость, которая может отталкивать влагу. Следует намазать ею пропеллеры и после каждой посадки дрона следить за их состоянием. Можно использовать обыкновенный антидождь для автомобиля или новую губку для чистки обуви с бесцветной силиконовой смазкой. В случаях, когда под рукой подобного нет, то рекомендуется летать возле себя, прислушиваясь к звукам и поведению дрона, услышав которые осуществляем посадку дрона, после чего протираем насухо пропеллеры и вновь летим.

В случаях обледенения, когда дрон находится далеко или высоко, следует приземлить его как можно скорее или медленно двигаться на место посадки, при этом рекомендуется максимально снизить набранную высоту полёта дрона.

Следует помнить, что в случае начала быстрого снижения дрон будет сильно трясти, а так как подъёмная сила слабая, то вероятно он перевернется. Если снижаться медленно, то обледенение может полностью лишить аппарат подъёмной силы и он перевернется.

В случаях риска при полётах квадрокоптера в условиях низких температур, когда имеется существенная опасность отказа функционирования полётного контроллера, первым решением является путём прогрева квадрокоптера на земле перед полётом, например в салоне автомобиля, либо путём его прогрева в воздухе, например обклеить полётный контроллер дрона химическими грелками.

Библиографический список:

1. Тарута А. Г. Применение инновационных технологий при охране общественного порядка при проведении массовых мероприятий / А. Г. Тарута // Закон и власть. – 2024. – №4. – С.181-186.
2. Гэн К. К. Многомерный контроллер стабилизации для автоматического управления траекторным движением квадрокоптера / К. К. Гэн, Н. А. Чулин // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – №12. – С.428-435.
3. Чепусов П. А. Применение беспилотной авиации в исследованиях Арктики / П. А. Чепусов, Е. В. Малая // Научный лидер. – 2021. – №14. – С.41-47.

Оригинальность 76%