

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ



УДК 621.8-1/-9

Модификация мультикоптера для посадки на неровные поверхности

Д.А. Каменский

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Аннотация

Представлены результаты разработки посадочной опоры, позволяющей совершать посадку на неровные поверхности. Приведена 3D-модель сборки разрабатываемого устройства и эскиз с обозначением элементов. Проведен расчет диаметра винта в опасных сечениях с заданной нагрузкой, а также выполнена проверка условия самоторможения резьбы. На основе приведенных конструктивных решений выполнены 3D-модели всех деталей, входящих в сборочную модель.

Ключевые слова: мультикоптер, беспилотные устройства, посадка на неровную поверхность, винт-гайка, посадочная опора

Для цитирования. Каменский Д.А. Модификация мультикоптера для посадки на неровные поверхности. *Молодой исследователь Дона*. 2025;10(2):60–62.

Modifying a Multicopter to Landing on Uneven Surfaces

Danil A. Kamensky

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

Abstract

The paper presents the results of developing a landing pad enabling landing on uneven surfaces. A 3D assembly model of the developed device and its schematic design with designation of the components have been presented. The rotor diameter calculations in dangerous sections and with a given load have been made, and condition for thread self-locking has been verified. Based on the design solutions provided, 3D models of all parts of the assembly model have been created.

Keywords: multicopter, unmanned aerial vehicles, landing on uneven surface, screw-nut, landing pad

For Citation. Kamensky DA. Modifying a Multicopter to Landing on Uneven Surfaces. *Young Researcher of Don*. 2025;10(2):60–62.

Введение. В настоящее время беспилотные устройства получили широкое распространение благодаря доступности комплектующих и простоте сборки. Такие устройства используются для доставки грузов, съемки видео, разминирования объектов, развлечений и прочего. Особое внимание заслуживают мультикоптеры, которые позволяют осуществлять доставку грузов, опрыскивание сельскохозяйственных культур, а также проводить съемку местности с высоты птичьего полета и многое другое.

Таким образом, мультикоптеры способны выполнять широкий спектр задач. Однако проблемой большинства из них остается взлет и посадка на неровных поверхностях. Для обеспечения правильного взлета и безопасной посадки требуется ровная поверхность, чтобы минимизировать риск опрокидывания. Многие производители предлагают использовать переносные посадочные площадки, что не всегда удобно и иногда невозможно. Поиск места для установки такой площадки требует значительных временных затрат и ограничивает возможности использования.

Решением данной проблемы может стать разработка новой посадочной опоры, позволяющей выполнять посадку на неровных поверхностях.

Основная часть. Посадочная опора мультикоптера должна быть компактной или складной для удобства транспортировки и иметь небольшую массу, чтобы не снижать полезную нагрузку. Поэтому предлагается изготавливать такие опоры из пластика с использованием аддитивных технологий.

В корпус опоры 1 (рис. 1) будет установлен электродвигатель 3, который включается и передает вращение по команде оператора через муфту 4 на винт. За счет передачи «винт-гайка» вторая часть телескопической ножки (штока) 2 выдвигается на заданное максимальное возможное расстояние. Остановка выдвижения ножки осуществляется с помощью концевых датчиков 5 и 7, которые передают команду о выключении электродвигателя. Также остановка передачи будет происходить при реверсивном движении, то есть при возвращении опоры в исходное положение.

После снижения мультикоптера к месту посадки на телескопическую опору подается сигнал. При контакте конца опоры с посадочной поверхностью срабатывает концевой датчик, в результате чего опора фиксируется в заданном положении. Двигатели мультикоптера продолжают свою работу до тех пор, пока все четыре опоры не коснутся посадочной поверхности. При взлете опоры автоматически возвращаются в исходное (собранное) положение.

Диаметр винта [1] в опасном сечении определен по формуле (3) из условия прочности при работе винта на сжатие (растяжение) и кручение:

$$\sigma_{сж} = \frac{Q \cdot K}{A} \leq [\sigma_{сж}], \quad (1)$$

$$A = \frac{\pi d_1^2}{4}. \quad (2)$$

Наименьший диаметр винта:

$$d_1 = \sqrt{\frac{4Q \cdot K}{\pi [\sigma_{сж}]}}. \quad (3)$$

где Q — сила, действующая на передачу; K — коэффициент, учитывающий скручивание винта; A — площадь винта в опасном сечении; $[\sigma_{сж}]$ — допустимое напряжение при расчете на сжатие (растяжение).

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot 1500 \cdot 1,3}{3,14 \cdot 120}} = 4,5 \text{ мм (принимаем 5 мм)}.$$

Резьба, применяемая в нашей конструкции, должна быть самотормозящейся. Иначе, как только электродвигатель перестает воздействовать на вал, винт может начать вращаться в обратную сторону. Чтобы этого не случилось, должно выполняться условие $\varphi \leq \rho'$.

Угол подъема резьбы:

$$\varphi = \frac{P}{\pi d_2}, \quad (4)$$

где P и d_2 — шаг и средний диаметр резьбы.

$$\varphi = \frac{1}{3,14 \cdot 5} = 3,64^\circ.$$

Приведенный угол трения в резьбе:

$$\rho' = \frac{f}{\cos \cos \frac{\alpha}{2}}, \quad (5)$$

где α — угол наклона рабочей грани витка резьбы; f — коэффициент трения в резьбе.

Принимаем $f_{min} = 0,1$, что соответствует слабой смазке.

Угол наклона рабочей грани $\alpha = 15^\circ$.

$$\rho' = \frac{0,1}{\cos \cos \frac{15}{2}} = 5,75^\circ.$$

Условие выполняется, соответственно наша опора будет удерживаться в заданном положении после отключения электродвигателя.

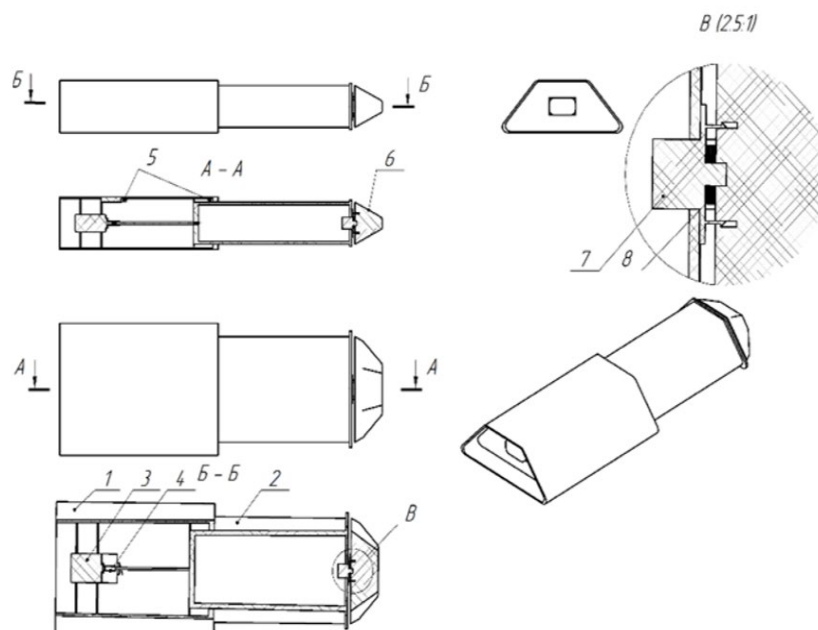


Рис. 1. Эскиз разрабатываемой посадочной опоры: 1 — корпус; 2 — шток; 3 — электродвигатель; 4 — соединительная муфта; 5 — концевой выключатель; 6 — кнопка концевой выключателя; 7 — концевой выключатель (внешний); 8 — пружина

Для увеличения компактности опор можно увеличить количество складываемых секций. Удержание ножки в открытом положении будет выполняться за счет соблюдения условия самоторможения. 3D-модель сборки (рис. 2) выполнена в программе T-FLEX CAD.

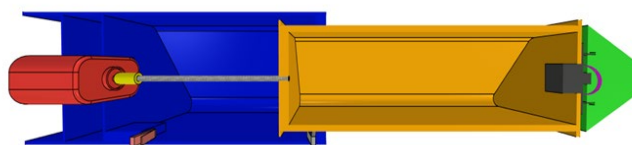


Рис. 2. Модель сборки разрабатываемой посадочной опоры

Заключение. В результате проведенной работы была разработана 3D-модель сборки и выполнен эскиз предлагаемого технического решения. Созданы модели всех деталей, входящих в состав опоры. Разработанная конструкция позволит расширить возможности современных мультикоптеров и обеспечить их взлет и посадку в местах с перепадами рельефа, а также повысит удобство использования и срок службы за счет снижения вероятности получения механических повреждений при взлете и посадке.

Список литературы

1. Анурьев В.И., Жестковой И.Н. (ред.). Справочник конструктора-машиностроителя. Т. 2. 8-е изд., перераб. Москва: Машиностроение; 2001. 912 с.

Об авторах:

Данил Александрович Каменский, студент кафедры основ конструирования машин Донского государственного технического университета (344003 г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), danil.kamensky@yandex.ru

Конфликт интересов: автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

About the Author:

Danil A. Kamensky, Student of the Fundamentals of Machine Design Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, Russian Federation), danil.kamensky@yandex.ru

Conflict of Interest Statement: the author declares no conflict of interest.

The author has read and approved the final manuscript.