

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИИ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Аннотация

В статье рассматриваются основные элементы конструкции беспилотных летательных аппаратов. Проанализированы особенности построения планера, крыла, силовой установки и бортовых систем. Рассмотрены конструктивные решения, применяемые в современных малоразмерных БПЛА, а также факторы, влияющие на их летно - технические характеристики. Полученные результаты могут быть использованы при разработке и совершенствовании беспилотных летательных аппаратов различного назначения.

Ключевые слова

Беспилотный летательный аппарат, конструкция БПЛА, планер БПЛА, крыло БПЛА, силовая установка, летательные аппараты

Bavbel E.I.
Postgraduate of BSUIR,
Minsk, Belarus

ANALYSIS OF THE MAIN STRUCTURAL ELEMENTS OF UNMANNED AERIAL VEHICLES

Annotation

The article examines the main structural elements of unmanned aerial vehicles. The design features of the airframe, wing, propulsion system and onboard equipment are analyzed. The structural solutions used in modern small UAVs are considered, as well as the factors influencing their flight performance. The obtained results can be used in the development and improvement of unmanned aerial vehicles for various purposes.

Keywords

Unmanned aerial vehicle, UAV structure, UAV airframe, UAV wing, propulsion system

Введение

Беспилотные летательные аппараты в последние годы получили широкое распространение в различных сферах деятельности. Они используются для мониторинга территорий, аэрофотосъемки, доставки грузов, сельскохозяйственных работ и выполнения задач наблюдения. Активное развитие технологий управления, электроники и материалов способствовало значительному расширению возможностей применения БПЛА [1–11].

Конструкция беспилотного летательного аппарата представляет собой сложную систему взаимосвязанных элементов, от характеристик которых зависят устойчивость полета, маневренность, грузоподъемность и энергетическая эффективность аппарата. При

проектировании БПЛА особое внимание уделяется выбору компоновки планера, геометрии крыла, характеристикам силовой установки и размещению бортового оборудования.

Современные малоразмерные беспилотные летательные аппараты должны сочетать малую массу, достаточную прочность конструкции и высокие аэродинамические характеристики. Достижение этих требований возможно благодаря применению современных материалов, оптимальной компоновке элементов конструкции и совершенствованию инженерных решений [4].

Автором выполнен анализ основных элементов конструкции беспилотных летательных аппаратов и рассмотрено их влияния на летно - технические характеристики аппарата.

Планер беспилотного летательного аппарата

Планер является основой конструкции беспилотного летательного аппарата и включает в себя фюзеляж, крыло, хвостовое оперение и другие элементы, обеспечивающие устойчивость и управляемость аппарата. Основной задачей планера является размещение бортового оборудования и обеспечение необходимых аэродинамических характеристик.

Фюзеляж служит для размещения полезной нагрузки, аккумуляторов, системы управления и других элементов бортового оборудования. Конструкция фюзеляжа должна обеспечивать достаточную прочность при минимальной массе конструкции. В современных беспилотных летательных аппаратах широко применяются композитные материалы, позволяющие снизить массу конструкции при сохранении ее прочностных характеристик [5].

Форма фюзеляжа оказывает существенное влияние на аэродинамическое сопротивление летательного аппарата. Обтекаемая форма корпуса способствует снижению лобового сопротивления и повышению эффективности полета.

Крыло беспилотного летательного аппарата

Крыло является одним из основных элементов конструкции летательного аппарата, обеспечивающим возникновение подъемной силы. Геометрические параметры крыла, такие как размах, площадь и удлинение, оказывают значительное влияние на аэродинамические характеристики БПЛА [6].

Увеличение удлинения крыла способствует снижению индуктивного сопротивления и повышению аэродинамического качества аппарата. Однако чрезмерное увеличение размаха крыла может привести к увеличению массы конструкции и снижению прочности.

Форма аэродинамического профиля крыла также играет важную роль. При проектировании малоразмерных беспилотных летательных аппаратов применяются профили, оптимизированные для работы при малых числах Рейнольдса, что позволяет повысить эффективность полета при относительно низких скоростях [7].

Силовая установка БПЛА

Силовая установка обеспечивает создание тяги, необходимой для движения летательного аппарата. В большинстве современных малоразмерных беспилотных летательных аппаратов используются электрические силовые установки, включающие электродвигатель, воздушный винт и аккумуляторную батарею.

Электрические двигатели обладают рядом преимуществ, включая высокий коэффициент полезного действия, низкий уровень шума и простоту эксплуатации. Подбор оптимальной комбинации двигателя и воздушного винта позволяет обеспечить необходимую тягу при минимальном энергопотреблении [8].

Характеристики силовой установки напрямую влияют на продолжительность полета и грузоподъемность беспилотного летательного аппарата.

Бортовые системы и оборудование беспилотных летательных аппаратов

Бортовые системы являются важной частью конструкции беспилотного летательного аппарата. Они обеспечивают управление полетом, навигацию, передачу данных и выполнение поставленных задач. К основным бортовым системам относятся автопилот, навигационная система, система передачи данных и полезная нагрузка.

Автопилот отвечает за стабилизацию и управление аппаратом в полете. В его задачи входит сбор данных с датчиков и выработка управляющих сигналов для рулевых приводов. Основу навигационного контура современных БПЛА составляют инерциальные датчики – гироскопы и акселерометры, по показаниям которых определяется текущее положение аппарата в пространстве.

Для привязки к местности используется спутниковая навигация. Совместная обработка сигналов GPS / ГЛОНАСС и инерциальных данных позволяет строить маршрут и выполнять полет в автоматическом режиме.

Состав целевого оборудования зависит от назначения аппарата. В качестве полезной нагрузки могут выступать видеокамеры, тепловизоры или лидары. От того, насколько рационально размещены эти компоненты внутри корпуса, напрямую зависят устойчивость и эффективность работы всей системы.

Основные элементы конструкции беспилотного летательного аппарата

Конструкция беспилотного летательного аппарата включает несколько основных элементов, каждый из которых выполняет определенные функции. Основные элементы конструкции и их назначение представлены в таблице.

Таблица 1. Основные элементы конструкции беспилотного летательного аппарата

Элемент конструкции	Назначение
Фюзеляж	Размещение полезной нагрузки и бортового оборудования
Крыло	Создание подъемной силы
Хвостовое оперение	Обеспечение устойчивости и управляемости
Силовая установка	Создание тяги для движения аппарата
Бортовые системы	Управление полетом и навигация

Анализ основных элементов конструкции показывает, что эффективность беспилотного летательного аппарата определяется согласованной работой всех его компонентов. Оптимальная компоновка элементов конструкции позволяет повысить устойчивость полета и улучшить летно - технические характеристики аппарата.

Конструктивная схема беспилотного летательного аппарата

Общая конструктивная схема беспилотного летательного аппарата представлена на рисунке 1 [12].

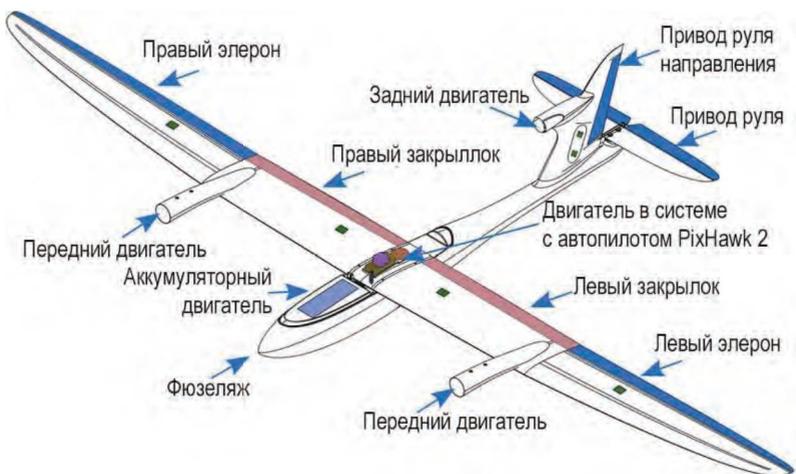


Рис. 1. Схематическое изображение компоновки БПЛА

Анализ конструкции показывает: летные характеристики аппарата определяются совместным влиянием геометрии крыла, обводов фюзеляжа и параметров силовой установки. Их согласованный выбор позволяет повысить аэродинамическое качество и улучшить поведение машины в воздухе.

Заключение

В работе рассмотрены основные элементы конструкции беспилотных летательных аппаратов – планер, крыло, силовая установка и бортовые системы. Проанализировано их влияние на летно - технические характеристики.

Конструкция БПЛА представляет собой совокупность взаимосвязанных узлов, и конечная эффективность аппарата зависит от того, насколько слаженно работают все его составляющие: несущие поверхности, двигательная установка и электронное оборудование.

Итоговые аэродинамические характеристики и устойчивость аппарата в первую очередь определяются геометрией крыла и общей компоновкой конструкции. Поэтому оптимизация этих параметров является ключевой задачей на этапе проектирования. Полученные в работе данные могут найти применение при создании и доработке беспилотных систем различного класса.

Список использованной литературы

- [1] Бавбель, Е. И. Современные материалы для создания легких и устойчивых БПЛА / Е. И. Бавбель // Научные исследования – 2024: сборник статей XIII Международной научно - практической конференции. – Пенза, 2024. – С. 36–39.
- [2] Бавбель, Е. И. Подходы к проектированию беспилотных летательных аппаратов с повышенной выносливостью и грузоподъемностью / Е. И. Бавбель, А. А. Бородич, Е. В. Коляда // Новые информационные технологии в научных исследованиях «НИТ - 2023»: материалы международной научно - технической конференции. – Рязань, 2023. – С. 60–62.
- [3] Бавбель, Е. И. Возможности компьютерного зрения для беспилотных летательных аппаратов / Е. И. Бавбель, В. Ф. Алексеев // Цифровая среда: технологии и перспективы: материалы международной научно - практической конференции. – Брест, 2024. – С. 46–51.

[4] Лойцянский, Л. Г. Механика жидкости и газа: учебник / Л. Г. Лойцянский. – Москва: Дрофа, 2003. – 840 с.

[5] Абрамович, Г. Н. Прикладная газовая динамика / Г. Н. Абрамович. – Москва: Наука, 1991. – 600 с.

[6] Бавбель, Е. И. Подходы к проектированию БПЛА с повышенной выносливостью и грузоподъемностью / Е. И. Бавбель, А. А. Бородич, Е. В. Коляда // Новые информационные технологии в научных исследованиях «НИТ - 2023»: материалы XXVIII Всероссийской научно - технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов, Рязань, 22–24 ноября, 2023 г.: в 2 т. Т 2 / Рязанский государственный радиотехнический университет имени В. Ф. Уткина. – Рязань, 2023. – С. 60–62.

[7] Андерсон, Дж. Основы аэродинамики / Дж. Андерсон; перевод с англ. – Москва: Мир, 2003. – 768 с.

[8] Антонов, В. А. Особенности конструкции беспилотных летательных аппаратов / В. А. Антонов, С. Н. Киселев // Авиационная техника. – 2020. – № 2. – С. 34–39.

[9] Сазонов, А. А. Аэродинамические характеристики беспилотных летательных аппаратов / А. А. Сазонов // Вестник авиационной техники. – 2018. – № 4. – С. 15–20.

[10] Austin, R. Unmanned Aircraft Systems: UAV Design, Development and Deployment / R. Austin. – Chichester: Wiley, 2010. – 372 p.

[11] Drela, M. Flight Vehicle Aerodynamics / M. Drela. – Cambridge: MIT Press, 2014. – 320 p.

[12] Jirigalatu, & Krishna, Vamsi & Lima Simões da Silva, Eduardo & Døssing, Arne. (2021). Experiments on magnetic interference for a portable airborne magnetometry system using a hybrid unmanned aerial vehicle (UAV). Geoscientific Instrumentation, Methods and Data Systems. 10. 25 - 34. 10.5194 / gi - 10 - 25 - 2021.

© Бавбель Е.И., 2026