

# ОБЗОР ТИПОВ ДВИГАТЕЛЕЙ ДЛЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Жданов В.А.<sup>1</sup>, Бирюк В.В.<sup>1</sup>, Урлапкин В.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Самарский университет, г. Самара, [V.Zhdanov@ntk-pribor.ru](mailto:V.Zhdanov@ntk-pribor.ru)

*Ключевые слова:* дрон, силовая установка, тип двигателя, характеристика.

Беспилотные летательные аппараты (БЛА) используют различные типы двигательных установок, выбор которых зависит от назначения, размера, требуемой дальности и продолжительности полета. Основные типы включают электрические, ДВС, гибридные и реактивные двигатели.

Электрические двигатели для БЛА.

Электрические двигатели являются наиболее распространенным типом силовой установки для малых и средних БЛА благодаря высокой эффективности, простоте конструкции и экологичности. Они широко применяются в мультикоптерах, самолетных дронах и гибридных БЛА.

Двигатели внутреннего сгорания.

Двигатели внутреннего сгорания традиционно используются в БЛА среднего и тяжелого классов, где требуются:

- большая продолжительность полета (10+ часов);
- высокая грузоподъемность (до 500 кг и более);
- независимость от ограниченной емкости аккумуляторов.

Основные типы ДВС для БЛА: поршневые двигатели, роторно-поршневые (Ванкеля).

Далее приведена сравнительная характеристика параметров двигателей внутреннего сгорания и электрических, используемых в качестве силовой установки (Табл. 1).

Табл. 1. Сравнение параметров двигателей внутреннего сгорания и электрических

Параметр	ДВС	Электродвигатель
Продолжительность полета	10-40 ч	0,5-3 ч
Массовая отдача	0,3-0,5 кВт/кг	1-3 кВт/кг
Эксплуатационные расходы	Низкие	Высокие (батареи)
Экологичность	Низкая	Высокая
Рабочий диапазон температур	-40...+50°C	-20...+40°C

Гибридные силовые установки.

Гибридные силовые установки для БЛА сочетают в себе несколько типов двигателей, таких как: двигатель внутреннего сгорания (основной источник энергии) и электрическую систему (накопитель и преобразователь энергии), а также возможно использование системы рекуперации.

Принципиальная схема работы: ДВС работает в оптимальном режиме, заряжая аккумуляторы, электродвигатели обеспечивают непосредственную тягу. Интеллектуальная система управления распределяет мощность между моторами.

Типы гибридных систем: последовательная схема (ДВС → Генератор → Аккумулятор → Электромоторы); параллельная схема (ДВС и электромоторы могут работать совместно или раздельно); комбинированная схема (сочетает преимущества последовательной и параллельной архитектур).

Реактивные двигатели для БЛА.

Реактивные двигатели для БЛА представляют собой сложные инженерные системы, где современные материалы, цифровое управление и оптимизированная аэродинамика позволяют достигать выдающихся характеристик. Развитие идет по пути увеличения ресурса, снижения заметности и адаптации к различным режимам полета БЛА.

Реактивные двигатели обеспечивают БЛА сверхвысокие скорости (до 1000+ км/ч), большую грузоподъемность, работу на экстремальных высотах (до 20+ км). Основные типы реактивных двигателей:

- турбореактивные (ТРД);
- турбовентиляторные (ТВРД);
- прямоточные (ПВРД).

Перспективными направлениями развития данных видов силовых установок, при использовании в составе БЛА являются:

- детонационные двигатели (увеличение КПД на 15-20%);
- гибридные электрическо-реактивные системы;
- адаптивные циклы работы;
- использование альтернативных топлив.

### **Заключение**

Выбор двигателя для БЛА зависит от задач и условий эксплуатации. Электрические двигатели доминируют в малой авиации, тогда как ДВС и реактивные установки используются в более крупных и специализированных аппаратах. ДВС сохраняют ключевое значение для тяжелых и специализированных БЛА, где критичны продолжительность полета и грузоподъемность, несмотря на проигрыш электромоторам в массогабаритных характеристиках. Перспективы связаны с гибридными системами и альтернативными источниками энергии.

### **Список литературы**

1. Фетисов В.С. Беспилотная авиация: терминология, классификация, современное состояние. Монография. – Уфа, 2014. – 217 с.
2. Павлушкин, М., Евстафьев, Г., Макаренко, И. Беспилотные летательные аппараты: история, применение, угроза распространения и перспективы развития. // Национальная и глобальная безопасность. Научные записки Пир-Центра. – № 2 (26)- М., 2005. – 612 с.
3. Бирюк, В. В. Разработка методики расчета рабочего процесса и мощностных характеристик малоразмерного двухтактного двигателя внутреннего сгорания // Бирюк, В. В. Горшков А.А., Захаров М.О. и др. / Вестник Самарского университета. Аэрокосмическая техника, технологии и машиностроение. - 2021. - Т. 20. № 3. — С. 97-109

### **Сведения об авторах**

Жданов Виталий Александрович, аспирант. Область научных интересов: тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов, двигатели внутреннего сгорания.

Бирюк Владимир Васильевич, д.т.н., профессор кафедры ТиТД. Область научных интересов: рабочие процессы тепловых и холодильных машин, тепломассобмен, вихревой эффект.

Урлапкин Виктор Викторович, аспирант. Область научных интересов: тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов, двигатели внутреннего сгорания.

## **OVERVIEW OF ENGINE TYPES FOR UNMANNED AERIAL VEHICLES**

Zhdanov V.A.<sup>1</sup>, Biryuk V.V.<sup>1</sup>, Urlapkin V.V.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Samara University, Samara, Russia, [V.Zhdanov@ntk-pribor.ru](mailto:V.Zhdanov@ntk-pribor.ru)

*Keywords: drone, multicopter, unmanned aerial system, engine.*

Unmanned aerial vehicles use different types of propulsion systems, the choice of which depends on the purpose, size, required range and duration of flight. The main types include electric, internal combustion engine, hybrid and jet engines.