

ВОПРОСЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ДВИГАТЕЛЯ НА СВЕРХЛЁГКОМ САМОЛЁТЕ

Алексей Вячеславович Сычёв, ведущий инженер, аспирант, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования (ФГБОУ ВО) "Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)" (МАИ)
Балясный Кирилл Вячеславович Балясный, инженер, Научно-производственное объединение "Молния"

Рассмотрены вопросы применения электродвигателей и аккумуляторов для силовых установок в авиации общего назначения. Проведён анализ характеристик современных электродвигателей и аккумуляторов, применяемых для лёгких самолётов. Сравниваются характеристики электрических силовых установок с поршневыми двигателями внутреннего сгорания.

The questions of application of electric motors and accumulators for power plants in general aviation. The analysis of the characteristics of modern electric motors and batteries used for light aircraft is carried out. The characteristics of electric power plants with reciprocating internal combustion engines are compared.

Ключевые слова: авиация общего назначения, электродвигатель, аккумулятор.
Keywords: general aviation, electric motor, battery.

Технологии в области электродвигателей и аккумуляторных батарей в последние годы стали широко доступны на рынке массового потребления. Никого уже не удивить тем, что компактные и качественные средства передвижения, такие как электросамолёты, электроскутеры и т.п., обеспечивают пользователю передвижение на дистанции порядка 20...70 км на одной зарядке батареи с

комфортной скоростью. При этом они практически не требуют обслуживания, а полная зарядка аккумуляторов происходит быстро и безопасно.

Тенденция к использованию электрической энергии для движения заметна также и в более тяжёлом классе транспортных средств, таком как легковые автомобили и мотоциклы. При этом важно отметить, что это не опытные или экспериментальные образцы, а серийная продукция. Так, например, к 2020 году в мире уже продано более 100 тысяч электромобилей марки Tesla.

Если говорить про авиационную отрасль, то разработки в области электрических или гибридных силовых установок ведутся уже давно. Однако если для магистральных пассажирских или транспортных самолётов говорить о применении электрических силовых установок ещё рано, то летательные аппараты авиации общего назначения уже давно и с успехом их используют. Ярким примером является двухместный самолёт Pipistrel Alpha Electro, показанный на рисунке 1.

Самолёт оборудован электрическим двигателем Siemens на 50 кВт, литий-ионными батареями (21 кВт·ч), которые обеспечивают 1 час непрерывного полета с резервом ещё на 30 минут. Заме-



Рис. 1 Электрический самолёт Pipistrel Alpha Electro

№ 4 - 6 (130 - 132) 2020

www.dvigately.ru



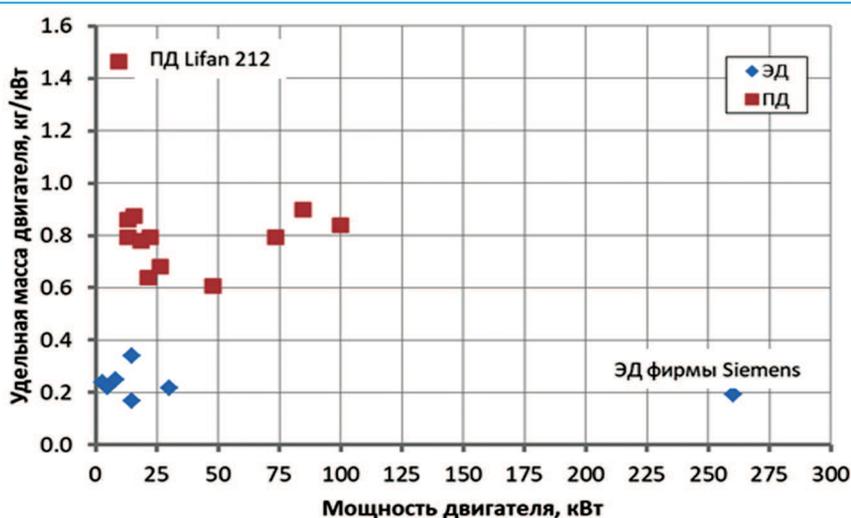


Рис. 2 Сравнение удельной массы поршневых и электрических авиационных двигателей

на батареи при наличии нужной инфраструктуры занимает несколько минут, а их полная зарядка - до 1 часа.

На наш взгляд, использование электрических двигателей сегодня как никогда актуально именно для легких самолётов, в особенности для категории "ультралайт" до 115 кг. Оснащение сверхлёгкого одноместного самолёта электрическим двигателем дает ряд преимуществ: электродвигатель не нужно обслуживать, его стоимость в несколько раз ниже, чем у авиационного двигателя внутреннего сгорания аналогичной мощности. Из-за отсутствия вибраций и снижения шума полёт становится комфортнее. Не стоит также забывать про экологичность и чистоту летательного аппарата, оснащённого электродвигателем.

На рисунке 2 показано сравнение удельной массы электрических (ЭД) и поршневых (ПД) авиационных двигателей малой мощности. Видно, что электрические двигатели по массе, приходящейся на 1 кВт мощности, легче примерно в 3 раза. Отдельно на рисунке показан рекордный 260-ти киловаттный двигатель фирмы Siemens, а также относительно недорогой поршневой двигатель Lifan 212, предназначенный для картинга. Видно, что неоптимизированный по массе и дешёвый двигатель Lifan 212 почти в 2 раза тяжелее своих авиационных собратьев, которые кстати могут быть не по карману подавляющему большинству пилотов любителей, выбирающих для себя класс "ультралайт". Так например двигатель Polini Thor 130 EVO мощностью 21 л.с. стоит больше 2100 евро.

Конечно, как в любом техническом решении, использование электрического двигателя на самолёте таит в себе и определенный минус, связанный с низкой удельной ёмкостью аккумуляторных батарей. Мы не будем рассматривать сегодня возможность использования топливных элементов для питания электродвигателя в полете, так как эта технология пока еще достаточно дорога для массового пользователя. Доступным и достаточно дешевым способом обеспечить питанием сверхлёгкий самолёт являются именно аккумуляторные батареи. На рынке уже сейчас доступны образцы с удельной энергоёмкостью в 160-180 Вт·ч/кг (см. рис. 3). Лучшие образцы литий-ионных батарей имеют удельную энергоёмкость 250 Вт·ч/кг. Конечно, это пока не идет ни в какое сравнение с горючим топливом, например с бензином, имеющим удельную энергоёмкость около 12000 Вт·ч/кг. Однако не все так плохо, как может показаться на первый взгляд.

Коэффициент полезного действия электрических двигателей составляет как правило $\eta_{эд} \approx 0,95$, в то время как КПД двигателей внутреннего сгорания со степенью сжатия 8...10 лежит в районе $\eta_{пд} \approx 30\%$. Это означает, что удельная энергоёмкость горючего топлива, умноженная на $\eta_{пд}$ составляет уже 3600 Вт·ч/кг.

Как видно, это все равно в 20 раз больше, чем удельная

энергоёмкость аккумуляторных батарей. Однако если использовать электрическую тягу именно на сверхлёгком самолёте, то в случае полётов продолжительностью около 30 минут будет достаточно батареи, массой приблизительно 10...11 кг. С учётом того, что удельная масса электродвигателя в несколько раз меньше массы поршневого двигателя, общая масса силовой установки в электрическом варианте будет сравнима с массой традиционной силовой установки на горючем топливе. Такой самолёт позволит осуществлять развлекательные и обучающие полёты в радиусе 20...25 км от аэродрома. При учете стоимости электроэнергии около 5 руб./кВт ч, а также использовании нескольких аккумуляторных батарей, электрический двигатель уже в настоящее время становится достойной альтернативой бензиновому.

Виталий Селиванов, заслуженный лётчик-испытатель РФ, в своей статье "Где взять достойные двигатели для малой авиации" пишет: "Пока получается, что самое дешёвое летное обучение - на планере при запуске с лебёдки. За 3 евро вас на планере забросят на высоту 500 м, откуда вы будете спокойно снижаться примерно 8-10 минут или можете уйти на свободное парение. За планерами следуют ультралайты с взлетным весом до 500 кг и двигателями Rotax 912 и 914, мощностью 80-100 л.с. На них можно проводить обучающие полёты по кругу, простому пилотажу, полётам по маршруту. Это даст налёт 30-40 часов и выход на уровень пилота-любителя. Заниматься таким обучением могут частные лётные школы или ДОСААФ. Уже проектируются сверхлёгкие летательные аппараты, на которых будут использоваться электродвигатели с аккумулятором до 30 минут полёта. И дешево, и экологически чисто, малошумно и безопасно".

В общем-то сложно что-то добавить к вышесказанному, за исключением того, что начинать использование электрической тяги логичнее с самолётов массой до 115 кг. Это сделает полёт доступным каждому любителю неба.

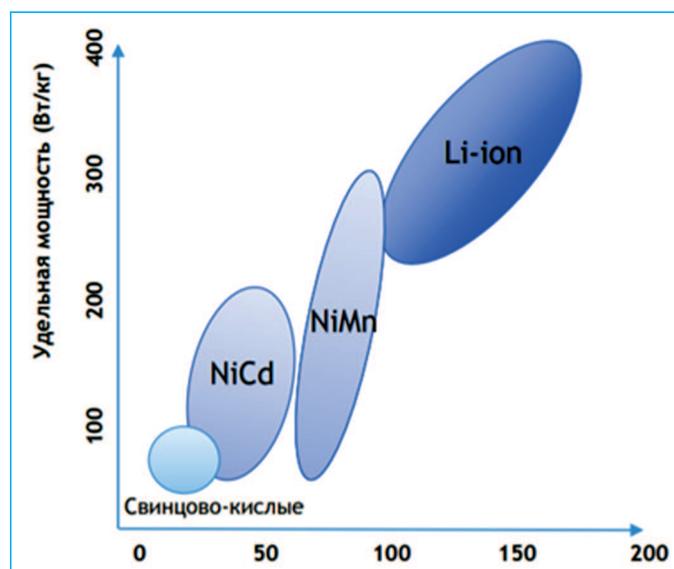


Рис. 3 Удельная энергоёмкость аккумуляторных батарей

Литература

1. Бадягин А.А., Мухамедов Ф.А. Проектирование легких самолётов. - М.: Машиностроение. 1978. -208 с, ил.
2. Арепьев А.Н. Вопросы проектирование легких самолётов. Выбор конструкции. - М., МГТУГА, 2001.
3. Югов О.К., Селиванов О.Д. Согласование характеристик самолёта и двигателя. М. Машиностроение. 1975 г. 204 с., с ил.

Связь с авторами: saavia@mail.ru