

ОТЗЫВ

официального оппонента, кандидата технических наук Рябова Павла Александровича на диссертацию Сычёва Алексея Вячеславовича «Формирование облика авиационной гибридной силовой установки на базе поршневого и электрического двигателей для лёгкого самолёта», представленную в диссертационный совет 24.2.327.06 на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.15 – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов» (технические науки)

Актуальность темы исследования

К современным тенденциям можно отнести тот факт, что на этапе концептуального проектирования, а также модернизации самолетов первоначально разработчиком рассматривается несколько вариантов силовых установок (СУ) различных типов и схем, включая гибридные (ГСУ) и электрические (ЭСУ). В классе легких самолётов, для которых воздушный винт (ВВ) традиционно является популярным средством создания тяги (двигателем), выбор эффективной схемы двигателя СУ становится неочевидным и должен определяться расчётным путем с применением экспериментально верифицированных расчётных методик с учетом заданных в техническом задании критериев эффективности – лётно-технических, экономических, экологических.

Рассмотренная автором ГСУ на базе поршневого и электрического двигателей (ПД и ЭД) в целом и многие её компоненты, узлы и системы являются новыми и малоизученными объектами. Автором также отмечено, что для легких самолётов важной задачей в методике формирования облика ГСУ является определение соотношения мощностей ПД и ЭД с учётом лётных характеристик и режимов полёта ЛА.

В связи с вышеизложенным, работа автора по формированию облика авиационной гибридной силовой установки на базе поршневого и электрического двигателей для лёгкого самолёта является весьма актуальной.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций автор подтверждает:

- применением существующих методик проектирования ЛА и традиционных силовых установок на базе ПД и ЭД;
- результатами стендовых экспериментов ЭД, ЭСУ, ГСУ;
- результатами лётных испытаний ЭД и ЭСУ в составе лёгкого самолёта;
- сопоставлением и неоднократным обсуждением результатов расчётных и экспериментальных исследований на научных конференциях.

Основные результаты диссертации опубликованы в 7 печатных работах, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 6 работ, получен 1 патент на изобретение. Проекты ГСУ, ЭСУ и экспериментального самолёта были призёрами конкурсов и участниками авиационных выставок.

Научная новизна

Представленные в диссертации Сычёва А.В. методические разработки и полученные результаты расчётных и экспериментальных исследований, несомненно, обладают признаками научной новизны и практической ценности. Личный вклад автора и научная новизна работы определяются следующими положениями.

ОБЪЕКТ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ
И КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ
ДОКУМЕНТОВ МАИ

20.05.2025

1. Создание инженерной методики формирования облика ГСУ для лёгкого летательного аппарата (ЛА) самолётного типа на базе ПД и ЭД, в которой рассматривается степень гибридизации ГСУ, учитываются режимы работы ГСУ на разных этапах полётного цикла, введён коэффициент утяжеления ГСУ, установлена связь параметров ГСУ с ЛТХ лёгкого самолёта.

2. Создание универсальных стендов для проведения испытаний СУ с ВВ с использованием запатентованных автором способа и системы диагностики силовой установки на основе ПД и/или ЭД лёгкого самолёта:

- экспериментальный стенд № 1 для проведения испытаний ЭСУ в классе мощности ~25 кВт и диаметром ВВ ~1,4 м для самолёта взлетной массой ~250 кг;

- экспериментальный стенд № 2 для проведения испытаний ЭСУ в классе мощности ~12 кВт;

- экспериментальный стенд № 3 для проведения испытаний ЭСУ и ГСУ на базе ПД и ЭД в классе мощности ~50 кВт для самолёта взлетной массой ~500 кг;

3. Обоснование результатами стендовых и лётных испытаний теоретических положений представляемой методики с применением разработанных автором и при его участии ЭД и лёгкого самолёта-демонстратора с ЭД.

Практическая значимость

1. Разработана методика формирования облика ГСУ на базе ПД и ЭД, учитывающая лётные характеристики лёгкого ЛА самолётного типа и полётное задание.

2. Разработаны и испытаны в стендовых условиях и в полёте ГСУ мощностью ~50 кВт на базе ПД и ЭД, а также ряд составляющих элементов ЭСУ – ЭД мощностью ~12 и ~25 кВт, система управления, запатентованные способ и система диагностики силовой установки на базе ПД и/или ЭД лёгкого ЛА. Созданная материальная часть ГСУ может быть использована при создании СУ для перспективных летательных аппаратов, а лёгкий самолёт-демонстратор – в качестве летающей лаборатории для отработки новых СУ наряду с экспериментальными стендами.

3. Результаты диссертационной работы использованы в учебной образовательной программе подготовки студентов по дисциплинам: «Конструкция и проектирование гибридных силовых установок» и «Авиационные двигатели с альтернативными источниками энергии» в Московском авиационном институте.

Структура и содержание работы

Диссертационная работа Сычёва А.В. состоит из введения, трех глав содержательной части, заключения, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы и содержит 118 страниц основного машинописного текста, 23 таблицы, 59 рисунков. Список литературы включает 122 наименования.

Во введении автором показана актуальность работы, раскрыта научная новизна и практическая значимость. В качестве цели работы ставится разработка методики формирования облика ГСУ на базе ПД внутреннего сгорания и ЭД для лёгкого ЛА самолётного типа.

В первой главе диссертации представлен краткий аналитический обзор отечественных и зарубежных лёгких самолётов, их силовых установок, а также применяемых в малой авиации ПД внутреннего сгорания, ЭД, аккумуляторных батарей (АБ), контроллеров, ВВ. Дана краткая характеристика существующих отечественных методик по формированию облика самолётов.

В соответствии с названием и целями работы автором сформулирована задача диссертационного исследования, которая предполагает разработку математической модели определения проектных параметров ГСУ на базе ПД и ЭД для лёгкого самолёта.

Во второй главе диссертации представлена методика формирования облика гибридной силовой установки в системе летательного аппарата и приводится подробное описание этапов этой методики и её составляющих. Для формирования объекта исследования – лёгкого самолёта с ГСУ параллельной схемы с АБ – автор использует традиционный подход проектирования самолётов с вычислением взлётной массы в первом приближении с последующим уточнением. Масса и удельные параметры элементов ГСУ и АБ вычисляются с использованием аппроксимации статистических зависимостей масс существующих лёгких самолётов с СУ на основе ПД и ЭД с учётом степени гибридизации СУ и проектной дальности полёта самолётов. Представлен ряд зависимостей, которые подтверждают работоспособность расчётной методики, позволяют определить область существования и основные проектные параметры ГСУ. В виде таблицы проектных параметров представлен сформированный облик объекта применения ГСУ – сверхлёгкого самолёта.

В третьей главе представлены описания разработанных автором и при его участии трёх стендов для испытаний ЭД, ЭСУ и ГСУ, лётно-технические характеристики экспериментального самолёта (летающей лаборатории), а также результаты стендовых и полётных исследований. Дана оценка эффективности ГСУ в сравнении с ПД по удельным параметрам и стоимости.

В заключении приведены основные выводы по результатам диссертационной работы – разработана заявленная методика, работоспособность которой автор подтверждает сопоставлением результатов теоретических прогнозных оценок и экспериментальных исследований ГСУ на базе ПД и ЭД. С использованием разработанных стендов и самолёта-демонстратора получены характеристики и практический опыт эксплуатации экспериментальной ГСУ и ЭСУ. Полученные в работе результаты доказывают работоспособность предложенной и исследованной автором схемы ГСУ и ее элементов.

Замечания по работе

1. Рассмотренная схема синхронизации ПД и ЭД не предполагает отказ ПД.
2. Приведенное описание методики не дает представления об учёте потерь тяги ВВ в системе СУ и о влиянии этих потерь на параметры ГСУ.
3. Даже в случае использования серийной ГСУ её стоимость, скорее всего, окажется больше СУ на основе ПД или ЭД.
4. Позволяет ли представляемая методика учесть возможность подзарядки АБ? Как это может отразиться на облике ГСУ?

Отмеченные недостатки не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы, не снижают научной и практической ценности полученных автором результатов.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным в Положении о присуждении учёных степеней

Диссертация Сычёва Алексея Вячеславовича является законченной и выполненной самостоятельно научно-квалификационной работой. Автором разработана новая методика авиационной гибридной силовой установки на базе поршневого и электрического двигателей для лёгкого самолёта, которая включает разработанные автором и при его участии

теоретические положения, математическую модель, ряд экспериментальных стендов с самолётом-демонстратором, а также способ и систему диагностики ГСУ. Тематика и содержание диссертации соответствуют специальности 2.5.15. – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов». Автореферат и опубликованные работы в полной мере отражают содержание диссертации и полученные автором основные научные результаты.

Диссертация соответствует всем требованиям Положения о порядке присуждения учёных степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842, а её автор, Сычёв Алексей Вячеславович, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.15. — «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

Официальный оппонент,
кандидат технических наук,
ведущий научный сотрудник
отделения «Авиационные двигатели»
ФАУ «ЦИАМ им. П.И. Баранова»

«16» мая 2025 г.



Рябов Павел Александрович

Подпись Рябова П.А. удостоверяю:

Ученый секретарь
ФАУ «ЦИАМ им. П.И. Баранова»

«16» мая 2025 г.



Джамай Екатерина Викторовна

Государственный научный центр, федеральное автономное учреждение «Центральный институт авиационного моторостроения имени П.И. Баранова» (ФАУ «ЦИАМ им. П.И. Баранова»)

Почтовый адрес: 111116, Россия, Москва, ул. Авиамоторная, 2

Контактный телефон: +7 (499) 763-61-69

Адрес электронной почты: paryabov@ciam.ru

Сотрудник оппонента ознакомлен
Сид- (Сычёв А.В.)
20.05.2025