



Ассоциация организаций
по содействию авиационному развитию

25-26 августа 2020 г. Представители Технологической платформы приняли участие в работе **Международного военно-технического форума «Армия-2020»**. С обзором данных мероприятий вы можете ознакомиться на сайте Технологической платформы «Авиационная мобильность и авиационные технологии» в разделе [«Участие Платформы в мероприятиях авиационной отрасли»](https://aviatp.ru/aviaevents-2020#Army2020) по адресу: <https://aviatp.ru/aviaevents-2020#Army2020>.

Мероприятие: **Круглый стол «Транспортное обеспечение действий вооруженных сил Российской Федерации на базе беспилотной авиационной техники, беспилотная авиационная военно-транспортная система»** (организатор – ФГБУ «НИЦ «Институт имени Н.Е. Жуковского»).

В данной публикации представлены основные тезисы доклада заместителя начальника отдела специальных проектов ФГУП «ЦИАМ им. П.И. Баранова» **М.И. Ступенькова**.

«Предложения ФГУП «ЦИАМ им. П.И. Баранова»

по типоразмерному ряду авиационных двигателей различных классов»

Силовые установки, как традиционного типа, так и гибридные – ключевые изделия для создания беспилотных авиационных систем (БАС). В настоящее время серийных отечественных двигателей в классе мощности от 50 до 500 л.с. не производится. В рамках проводимых ФГУП «ЦИАМ им. П.И. Баранова» комплекса НИР по созданию научно-технического задела в области авиационных поршневых, роторно-поршневых, электрических и малоразмерных ГТД двигателей были разработаны и внедрены новые методики расчетов, методов проектирования основных деталей и узлов двигателей, подготовки стендовой базы, выполнения эксперимента и др., созданы двигатели-демонстраторы.

В докладе представлен **типоразмерный ряд перспективных авиационных двигателей** для применения в составе СУ БЛА различного назначения (транспортные, разведывательные, ударные и пр.).

Наиболее полно принципам модульности и масштабируемости построения СУ различной мощности отвечают РПД. Использование в их конструкции композиционных материалов в сочетании с применением современных электронных регуляторов и работающих под их управлением систем зажигания, формирования топливо-воздушной смеси, турбокомпрессоров с регулированием давления наддува, систем смазки и охлаждения, позволяет преодолеть недостатки (в первую очередь – малый ресурс уплотнений, высокий расход топлива и низкую экологичность), присущие ранее выпускаемым образцам РПД, и обеспечить высокий технический уровень силовых установок, в т.ч. гибридных, с их использованием.

Наличие проработанного типоряда различных классов мощности на основе принципов модульности построения и масштабируемости рабочего объема с возможностью форсирования/дефорсирования и отработанных технологий изготовления деталей и узлов позволяют максимально уменьшать сроки освоения их серийного производства.

В 2020 г. во ФГУП «ЦИАМ» успешно завершен *проект «Гибрид»*, выполненный по заказу Фонда перспективных исследований. В рамках проекта «Гибрид» создан наддувный модуль, который позволяет разрабатывать 1, 2, 3-х секционные РПД мощностью от 50 до 350 л.с. (в перспективе – мощностью до 500 л.с.), с высокой долей унификации деталей и узлов, возможностью адаптации двигателей для различных объектов авиационной техники.

РПД обладает высокой мощностью (до 100 л.с.) при относительно малом удельном весе (0,60 кг/л.с.) и небольших габаритах, высоким ресурсом (не менее 3 000 ч.), надежностью и ремонтпригодностью, низким уровнем вибраций, а также высотностью до 10 000 метров. Характеристики подтверждены при испытаниях на стендах и в термобарокамере.

Планируемое применение: беспилотные и пилотируемые малоразмерные летательные аппараты различных типов и схем, робототехнические комплексы, сухопутная колесная и гусеничная техника, легкие катера, приводы насосных агрегатов, электрогенераторных установок и др.

В конце 2020 г. планируется постановка ОКР по заказу Минпромторга *«Разработка авиационного РПД мощностью 150 л.с.»* (шифр ОКР «РПД-150Т»). Целью работы является обеспечение импортозамещения двигателя «Ротакс» (Австрия) из состава двигательной установки БЛА «Орион» и находящегося в разработке в рамках ОКР шифр «Иноходец-РУ» нового БЛА на авиационный РПД-150Т российского производства, а также для применения в составе перспективных ЛА различного назначения. РПД-150Т представляет собой двухсекционный РПД с малым объемом рабочей камеры (386 куб. см. на секцию), оснащенный системой турбонадува авиационного типа. Будет обладать высокой максимальной мощностью до 150 л.с. с возможностью увеличения до 165 л.с. при создании модификаций, удельным весом не более 0,58 кг/л.с., ресурсом не менее 3 000 ч., высотность до 10 000 метров, рабочим диапазоном температур окружающего воздуха от минус 60 до плюс 50 °С. Основное применение – импортозамещение двигателей, таких как «Ротакс-912, -914, -915» (Австрия).

С конца 2019 г. АО «УЗГА» совместно с ЦИАМ проводит ОКР в интересах Минпромторга РФ по созданию *дизельного АПД мощностью 200 л.с.* (шифр «АПД-200») и *бензинового АПД мощностью 80 л.с.* (шифр «АПД-80») для ремоторизации БЛА «Форпост-Р» и самолетов типа ДА-40 и ДА-42. АПД-200 – 4-х цилиндровый, рядный, дизельный, поршневой мотор жидкостного охлаждения, с редуктором и системами, обеспечивающими выполнение авиационных правил АП-33. Применение – учебно-тренировочный самолет ДА-42Т, легкая и сельхозавиация пилотируемая авиация, а также БЛА. Актуальность создания – импортозамещение двигателя АЕ-300 (Австрия) для учебно-тренировочного самолета ДА-42Т. Планируется создание базового двигателя для проектирования различных модификаций и типов летательных аппаратов. Рабочий объем – 2 200 куб. см, максимальная высота полета – 6 000 м, назначенный ресурс – 1 500 ч. Сертификация двигателя намечена на декабрь 2023 г., освоение серийного производства – 2024 год.

АПД-80 – 4-х цилиндровый, оппозитный, бензиновый, поршневой двигатель воздушного охлаждения, с редуктором и системами, обеспечивающими выполнение авиационных правил АП-33. Применение – существующие БЛА типа «Форпост-Р», пилотируемая и беспилотная ультралегкая авиация, импортозамещение двигателя «Jabiru» (Австралия) и «Rotax» (Австрия) для БЛА типа «Форпост-Р» и др. Сертификация двигателя намечена на декабрь 2022 г, освоение серийного производства – 2023 год.

ЦИАМ выполняет по контракту с Минпромторгом выполняет НИР «Адаптация-2020» по разработке авиационной версии мотора на базе современного автомобильного двигателя проекта «Кортеж», созданного в рамках *проекта «Единая модульная платформа»*. 8-ми цилиндровый, V-образный, бензиновый, поршневой двигатель жидкостного охлаждения, с редуктором и системами, обеспечивающими выполнение авиационных правил АП-33. Работа ведется во взаимодействии с разработчиком проекта ФГУП «НАМИ» и рядом других организаций. Мощность двигателя составит до 500 л.с. (600 л.с. – в версии автомобильного ДВС). Применение – учебно-тренировочная авиация, авиация местных воздушных линий и сельхозавиация. Высота полета – 5 000 м, назначенный ресурс – 1 500 ч, рабочий объем – 6 600 куб. см.

С 2014 года АО «ГМЗ «Агат» проводит ОКР по созданию линейки АПД мощностью от 120 до 300 л.с. в рамках контракта с МО РФ. На сегодняшний день двигатели разрабатываются для вертолетных БЛА.

Электрические силовые установки

В ЭСУ для создания тяги используется воздушный движитель (воздушный винт или вентилятор), приводимый во вращение электрическим двигателем). В качестве источника питания используются электрохимические источники (ЭХИ) энергии:

- первичные ЭХИ (неперезаряжаемые);
- вторичные ЭХИ;
- топливные элементы.

Первичные – имеют высокую удельную ёмкость (500-800 Вт*ч/кг в зависимости от тока разряда) и могут быть использованы на БПЛА однократного действия. целесообразно применять при продолжительности работы не менее 30 минут.

Вторичные – литий-ионные аккумуляторы на смешанном оксиде (никель-марганец-кобальт). ёмкость блока аккумуляторных батарей (АКБ) на основе подобных ячеек составляет 180-220 Вт*ч/кг. Время полета на скорости 130 км/ч – 60 минут, плюс 20 минут аварийный запас.

Топливные элементы (ТЭ) являются перспективным источником энергии, обладающими большей удельной энергией по сравнению с литиевыми АКБ. Наиболее подходящими для авиационного применения с точки зрения удельных характеристик являются твдополимерные ТЭ (ТПТЭ). Топливом для ТЭ служит водород, который в присутствии катализаторов вступает в электрохимическую реакцию с кислородом, содержащимся в воздухе. «Продуктами» реакции являются вода и электрический ток. По сравнению с ЭСУ на АКБ силовые установки на ТПТЭ обладают в 3 раза большей удельной энергией, т.е. при той же массе обеспечивают втрое большую продолжительность работы.

В настоящее время и за рубежом, и в нашей стране налажено производство энергетических систем на ТПТЭ для БПЛА мощностью до 5 кВт. Подобные системы

эффективно работают на высотах полета не более 1 500-2 000 м. На больших высотах эффективность ТПТЭ существенно падает. Для увеличения высоты полета до 3 000-5 000 м необходимо применение другого типа ТПТЭ, с жидкостным охлаждением и создание системы подготовки и подачи воздуха.

Гибридные силовые установки

Существует большое количество вариантов схем ГСУ. Схемы зависят от назначения СУ, например, для ЛА самолетного типа, или вертолетного ЛА. В целом, в мировой практике принято следующее деление типов в зависимости от силовой установки.

Электротрансмиссионная ГСУ – СУ в которой тепловой двигатель вращает электрогенератор, который в свою очередь передает энергию на электродвигатели, вращающие, например, винт вертолета.

Последовательная ГСУ – похожа на турбоэлектрическую, но появляется силовой блок АКБ, который позволяет подавать на электрические двигатели дополнительную мощность, в первую очередь на режимах взлета и набора высоты используются аккумуляторы.

Параллельная ГСУ – подразумевается, что движители приводятся во вращение, как электрическими двигателями, так и тепловыми двигателями. Для питания электродвигателей используются аккумуляторы.

Для БПЛА самолетного типа большой интерес представляют параллельные ГСУ, построенные на основе так называемого гибридного теплового двигателя. Тепловым двигателем может быть, как газотурбинный двигатель, так авиационный роторно-поршневой двигатель внутреннего сгорания.

В презентации представлен гибридный турбовинтовой двигатель, где на валу свободной турбины перед входом в понижающий редуктор устанавливается электрическая машина. Эта машина при питании от АКБ может обеспечивать дополнительную мощность на воздушный винт, фактически форсируя двигатель. На крейсерском режиме, когда имеется избыток мощности и обычно ТВД дросселируется, электрическая машина, работая в режиме генератора, может обеспечивать энергией различных потребителей ЛА.

Аналогичная схема может применяться и для РПД.

Типоразмерный ряд малых газотурбинных двигателей

Турбореактивный двигатель ТД30 (АО «СКБ «Турбина», г. Челябинск) – малоразмерный ТРД типовой конструкции: дозвуковое входное устройство, одноступенчатый компрессор, противоточная камера сгорания, одноступенчатая осевая турбина и реактивное сопло. В настоящее время опытные двигатели прошли стендовые испытания и планируются летные испытания на БЛА.

Турбореактивный двигатель R500 (ООО REYNOLDS, г. Москва) – в ноябре 2018 г. проведены испытания двигателя на стенде АО «Эникс» (г. Казань).

Турбореактивный двигатель ТРД-60 (ФГУП «ЦИАМ им. П.И. Баранова») – турбореактивный двигатель ТРД-60 предназначен для легких самолетов, а также для беспилотных летательных аппаратов самолетного типа. Имеет модульную конструкцию и малое число деталей (26 деталей).

Двигатель выполнен по одновальной схеме. Имеет одноступенчатый центробежный компрессор, кольцевую прямоточную камеру сгорания, одноступенчатую неохлаждаемую турбину компрессора, реактивное сопло. Маслосистема автономная на выброс. Контроль и диагностика двигателя обеспечиваются электронной САУ. Двигатель полностью «электрический». Все вспомогательные агрегаты электроприводные. Запуск и электропитание обеспечивается встроенным стартером-генератором. Двигатель представлен в макетном варианте.

Двигатель МГТД-125Э – аналог ТРД ТJ100S-125 Velka Bites (Чехия), создан АО НПО «ОКБ им. М.П. Симонова» в рамках НИР: «Разработка модификации, изготовление на базе аддитивного производства с применением топологической оптимизации и испытания малоразмерного газотурбинного двигателя МГТД с тягой 150 кгс» (шифр «Тантал-МС»). Демонстрационный полет проводится с целью оценки работоспособности двигателя МГТД-125Э в ожидаемых условиях эксплуатации, создания задела для последующей ОКР. Состав двигателя МГТД-125Э и его конструктивный облик идентичен двигателю ТJ100S-125, технические параметры также совпадают. Все детали двигателей являются взаимозаменяемыми. Марка материалов остальных деталей изменена на отечественные аналоговые (по традиционной технологии изготовления).

Пять деталей и узлов двигателя МГТД-125Э имеют конструктивно-технологические отличия от узлов двигателя ТJ100S-125 – изменен способ получения заготовки с отливки/поковки на селективное лазерное сплавление (СЛС), для двух деталей применена топологическая оптимизация и получение заготовки СЛС. Разработан для использования в беспилотных летательных аппаратах, ракетах, легких спортивных самолетах и мотопланах.

Турбовинтовые и турбовальные ГТД

Одним из реализуемых в настоящее время мероприятий, направленных на создание отечественных технологий производства ключевых комплектующих изделий для крупноразмерных БЛА являются комплексные расчетно-экспериментальные исследования по госконтракту с Минпромторгом России в рамках **НИР «Демонстраторы МГТД и АПД»**. Целью исследований является разработка, изготовление и испытания унифицированного масштабируемого газогенератора с внедрением технологий перспективных МГТД.

В перспективе базовый газогенератор может быть использован в качестве основы для создания семейства высокоэффективных МГТД для БЛА различного назначения, в том числе:

- турбовинтовой двигатель (ТВД) – 200-300 л.с. (БЛА самолетного типа);
- турбовальный газотурбинный двигатель (ТвГТД) – 200-300 л.с. (БЛА вертолетного типа);
- турбовинтовой двигатель с регенерацией тепла (ТВДр) – 200-300 л.с. (БЛА самолетного типа с большой продолжительностью полета);
- турбореактивный двигатель (ТРД) – 60-100 кгс (БЛА различного назначения);
- турбореактивный двухконтурный двигатель (ТРДД) – 200-300 кгс (легкие высотные БЛА).