

Международная выставка HeliRussia 2018 г.

Обзор Конференции «Настоящее и будущее двигателестроения для вертолетов»

Конференция «Настоящее и будущее двигателестроения для вертолетов» представляла особый интерес для Технологической платформы в связи с активной деятельностью Рабочей группы по развитию авиационного двигателестроения для малой и региональной авиации и необходимостью организации работ в данном направлении в рамках деятельности Платформы. Ниже представлены наиболее интересные доклады (проекты, направления работ), непосредственно связанные с деятельностью Технологической платформы.

▪ ***Safran Helicopter Engines: готовим будущее*** (Э. Сален, Директор вертолетного департамента «Сафран», Франция):

- Движущие силы инноваций:
 - безопасность;
 - летно-технические характеристики;
 - низкий расход топлива;
 - низкий уровень выбросов и сокращение уровня шума;
 - надежность;
 - доступность;
 - легкость техобслуживания;

основные подходы:

- последовательное совершенствование газогенератора двигателя;
- инновационные компоненты и циклы;
- системы управления двигателем и гибридные силовые установки;
- система управления;
- новые производственные процессы;
- инновационные услуги;
- План развития, основанный на концепции непрерывного совершенствования;
- Системы управления двигателем и гибридные силовые установки: новые требования и возможности;
- Поддержка и услуги: обеспечение взаимодействия заказчиков и производителей оригинального оборудования – преобразование данных в услуги;
- Создание опытных образцов с полным набором функций для использования в целях совершенствования продукта;
- Инновационные решения, которые планируется внедрить:
 - интегрированные (распределенные) силовые установки – электродвигатели с питанием от газовой турбины;
 - новые процессы производства для улучшения общих летно-технических характеристик, включая стоимость и жизненный цикл;
 - улучшенный «подключенный» двигатель с системой профилактического обслуживания и новой конструкцией системы управления.

▪ ***Программа по организации опытно-технологических работ по разработке и освоению новых материалов, полуфабрикатов и технологий для перспективных вертолетных двигателей*** (ФГУП «ВИАМ»):

- Ключевые задачи при разработке перспективного вертолетного двигателя:
 - снижение массы двигателя на 40%;
 - уменьшение удельного расхода топлива на взлетном режиме на 20%;
 - повышение температуры на выходе из камеры сгорания на 487⁰С;
 - увеличение мощности на 400-500 л.с.;

- Новые материалы и разрабатываемые технологии для основных деталей перспективного вертолетного двигателя:
 - элементы ПЗУ и переходного канала из углепластика ВК-42;
 - элементы рабочего колеса центробежного компрессора из углепластика марок ВКУ-38ТР и ВКУ-38ЖН;
 - рабочие лопатки из супержаропрочных сплавов ВЖМ7 и ВЖМ8;
 - сопловые лопатки из интерметаллидного сплаваВИНЗ и покрытия на них;
 - детали статора из листов, пресованных прутков, полос из алюминиевого сплава В-1213Т1;
 - рабочие лопатки 2-й ступени турбины из сплава ВЖЛ21 и покрытия на них;
 - поковки для направляющих материалов и штамповки проставок из сплавов ВИТ-1 и ВТИ-4 для лопаток и корпусных деталей турбины и компрессора;
 - образцы - имитаторы камеры сгорания из КМ типа SiC/SiC марки ВМК-3;
 - ленты порошкового припоя марки ВПр56 на органическом связующем. «Блиск» турбины с применением неразъемных соединений из сплавов ЭП975 с ВНКА-25;
 - разработаны 41 технология для 15 полуфабрикатов из 13 марок материалов;
- Цели и задачи НИР в части разработки и внедрения технологий изготовления деталей перспективного вертолетного двигателя из супержаропрочных и композиционных материалов нового поколения:

компрессор:

- рабочее колесо центробежного компрессора из ПКМ;
- МКМ на основе алюминиевых сплавов для статорных лопаток;
- деформируемые интерметаллидные титановые сплавы (корпуса, диски и лопатки);

камера сгорания:

- сплавы нового поколения с низким ТКЛР для корпусных деталей;
- керамические композиционные материалы (жаровая труба противоточной КС) $T_{\text{раб}} > 1450^{\circ}\text{C}$;
- стеклокерамические покрытия для жаровой трубы;

турбина:

- интерметаллидные никелевые сплавы серии ВКНА, синтезируемые ЭЛС с $T_{\text{раб}} > 1200^{\circ}\text{C}$ для неохлаждаемых лопаток;
- МКМ на основе интерметаллидных никелевых сплавов для дисков и валов;
- истираемые уплотнения для статора с $T_{\text{раб}} > 1200^{\circ}\text{C}$;
- МКМ для неохлаждаемых сопловых лопаток;

- Аддитивные технологии – полный технологический цикл:

- Производство шихтовых заготовок;
- Производство порошковых композиций методом атомизации;
- Рассев и газодинамическая сепарация порошков;
- Топологическая оптимизация 3D-модели;
- Подготовка 3D-модели;
- Селективное лазерное сплавление;
- Горячее изостатическое прессование (ГИП);
- Контроль качества и свойств;

- Развитие производства металло-порошковых композиций для аддитивных технологий в ВИАМ (общая производительность участка – до 190 т/год):

- Лабораторный тигельный атомайзер HERMIGA10/100VI (2010 г.; производство МПК сплавов на никелевой/железной/кобальтовой и алюминиевой основах; в 2017 году изготовлено более 3 т МПК для экспериментальных работ в рамках НИР и хоздоговоров;

- Промышленный бестигельный атомайзер ВИПиГР (III кв. 2017 г.; атомайзер марки ВИП-ГР спроектирован с использованием цифровых технологий и изготовлен в ФГУП «ВИАМ» за 2 года; аналогичные зарубежные установки запрещены к продаже в РФ);
- Промышленный тигельный атомайзер JW-150 (Китай; IV кв. 2017 г.; распылительный узел – разработка ФГУП «ВИАМ»; проводятся работы по отработке параметров распыления);
- Развитие производства металло-порошковых композиций (МПК) для аддитивных технологий в ВИАМ (нормативная документация на МПК):

алюминиевая основа:

- ТУ 1-595-6-1605-2016 – АК9ч (АЛ-4);
- ТУ 1-595-34-1669-2017 – ВАС1;

титановая основа:

- ТУ 1-595-16-1685-2017 – ВТ20, ВТ6;

никелевая, кобальтовая и железная основа:

- ТУ 1-595-16-1260-2011 – ЭП648, ВНКА-1В, ВНКА-4У;
- ТУ 1-595-16-1259-2011 – 08Х14Н5М2Д (ВНЛ-3), чугун «Нирезист»;
- ТУ 1-595-16-1512-2015 – ХН58МБК (ВЖ159);
- ТУ 1-595-16-1513-2015 – ВКН, 1ВР-ВИ;
- ТУ 1-595-16-1515-2015 – ВЖЛ12У-ВИ;
- ТУ 1-595-16-1643-2016 – ВИН5;
- ТУ 1-595-6-1701-2016 – ВЛК1;
- ТУ 1-595-16-1692-2017 – Х13Н5К9М4 (ВНЛ-14);

- Применение аддитивных технологий при создании перспективных авиационных двигателей:

Синтез деталей для авиационных ГТД:

- сплав ЭП648-ПС (ПД-14; первый полет ПД-14 (№ 007) с завихрителями, изготовленными по технологии СЛС, в составе летающей лаборатории Ил-76ЛЛ; ноябрь 2015 г.);

Синтез деталей камеры сгорания ТРДД большой тяги:

- сплав ВЖ159 (ТРДД; в 2017 году начаты работы по проектированию (АО «ОДК-Авиадвигатель») и изготовлению (ФГУП «ВИАМ») пилотных образцов деталей камеры сгорания перспективного двигателя большой тяги;

Синтез деталей для наземных ГТУ:

- сплав ВЖ159 (моделирование процесса горения; технологическая оптимизация распылителя; синтез деталей МЭКС (ГТУ 16 МВт); в 2017 году завершена разработка универсального жаростойкого материала для деталей КС ГТД – ВЖ159).

■ **Вертолетные двигатели АО «ОДК-Климов» (АО «ОДК-Климов»):**

- характеристики двигателя ВК-2500-01 (в сравнении с двигателем ТВ3-117ВМА серия 02);
- характеристики двигателей ВК-2500-02 и ВК-2500-03 (в сравнении с двигателями ТВ3-117ВМА и ТВ3-117ВМ) для ремоторизации вертолетов Ми-8МТ/МТВ/АМТ, Ми-17/171/172, Ми-24В/35, Ми-28, Ка-52;
- характеристики и эксплуатационные преимущества двигателя ВК-2500ПС-03 (для применения на вертолете Ми-171А2);
- результаты работ по проведению ОКР по доработке двигателя ВК-2500ПС-02 для продолжения эксплуатации вертолетов Ка-32 с внешней подвеской (включая сравнение с двигателем ТВ3-117ВМА);
- перспективы разработки двигателя ВК-2500М/МН (сертификат типа – 2023 г.);

- характеристики перспективных двигателей ВК-2500П/М для применения на перспективных скоростных вертолетах (ПСВ) АО «Вертолеты России» и AW189;
 - характеристики, результаты и планы работ по созданию двигателя ТВ7-117В для вертолета Ми-38-2 (сертификат типа получен в 2015 г.; ТТЗ на оборудование для вертолета Ми-38Т; ТТЗ для объекта «Миного»);
 - перспективный турбовальный двигатель в классе мощности 5 000 л.с. (сертификат типа – 2025 г.; базовый газогенератор; модификации для самолетов, вертолетов классической схемы и с комбинированной двигательной установкой: ПДВ-РТ/В, ПДВ-В, ПДВ-С).
- **Послепродажное обслуживание вертолетных двигателей** (Управляющий директор АО «218 АРЗ» А.В. Игнатъев);
- Послепродажное обслуживание вертолетных двигателей в холдинге АО «ОДК»:
 - двигатели ТВ2-117, ТВ3-117 – АО «218 АРЗ»;
 - двигатели Д-126 – АО «ААРЗ»;
 - двигатели ТВ3-117, ВК-2500 – АО «ОДК-Климов»;
 - Преимущества послепродажного обслуживания вертолетных двигателей на АРЗ АО «ОДК»:
 - передовое технологическое оборудование;
 - автоматизированная цифровая испытательная база;
 - многолетний опыт и специализация в области обслуживания вертолетных авиадвигателей;
 - узкая специализация по ремонту авиационных двигателей;
 - гибкая модель внутрихолдинговой кооперации;
 - Уровневая модель организации ППО на АРЗ:
 - 1 уровень – Д-30Ф6, Р96Ш/Р195, ТВ3-117, ТВ2-117 – полнопрофильный ремонт авиадвигателей с максимальной локализацией работ в условиях АРЗ, в том числе ремонт агрегатов;
 - 2 уровень – ТВ3-117, ВК-2500 – ремонт крупноблочных модулей (модуль турбокомпрессора - «шпулька») и ремонт агрегатов для двигателей, проходящих ремонт в АО «ОДК-Климов»;
 - 3 уровень – ПС-90А, наземные ГТУ – ремонт отдельных деталей, узлов и модулей для двигателей и наземных ГТУ, проходящих ремонт в АО «ОДК-ПМ»;
 - 4 уровень – все типы двигателей – выполнение типовых технологических операций по; восстановлению деталей и узлов в интересах предприятий ОДК;
 - 5 уровень – все типы двигателей – выполнение работ по ППО и сервису с использованием структуры сервисных центров и специалистов АРЗ в интересах АО «ОДК-ПМ», ПАР «ОДК-УМПО», АО «ОДК-Климов»;
 - Основные направления развития АРЗ:
 - Формирование линейки продуктового ряда:
 - освоение ремонта новых типов авиационной техники;
 - расширение номенклатуры модульного и поузлового ремонта;
 - Формирование ЦТК по отработке и внедрению перспективных технологий восстановления ДСЕ:
 - разработка и внедрение перспективных технологий и методик восстановления;
 - внедрение новейших образцов оборудования мирового уровня;
 - проведение типовых технологических испытаний авиадвигателей;
 - Развитие и централизация системы сервиса и послепродажного обслуживания:
 - создание инфраструктуры ИЛП эксплуатации АД;
 - создание информационной системы поддержки жизненного цикла АД;
 - открытие сертифицированных учебных центров;

(направление выделено в отдельный проект АО «ОДК»)

Совершенствование системы управления процессами:

- автоматизация системы управления производственными процессами;
- внедрение системы управления проектами;
- поэтапное освоение принципов бережливого производства;

Техническое развитие и реконструкция предприятия:

- технологическое перевооружение;
- строительство и реконструкция производственных объектов;
- реновация специального технологического оборудования;

- Формирование ЦТК по отработке и внедрению перспективных технологий восстановления на базе АО «218APЗ»:

создан отдел и участок перспективных технологий, успешно внедривший более 60 технологических процессов восстановления ДСЕ:

- ремонт жаровой трубы методами замены завихрителей;
- замена тройников топливного коллектора методом пайки током высокой частоты;
- замена поврежденной обложки лопаток ВНА пайкой в вакууме;
- восстановление хорды и высоты лопаток всех ступеней РК лазерной аргондуговой наплавкой;
- ремонт корпуса маслососа методом газодинамического напыления;

внедрение технологий позволило увеличить ремонтпригодность двигателя и получить более 250 млн. рублей годового экономического эффекта;

В рамках проекта создания ЦТК в настоящее время:

- сформирована база ДСЕ по всем APЗ холдинга, освоения ремонта которых планируется в первую очередь;
- подготовлены и направлены на согласование Разработчику АТ Программы апробирования новых видов ремонта;

при реализации проекта планируется приобрести 11 ед. современного высокотехнологичного оборудования и освоить ремонт более 140 позиций дефицитных ДСЕ.

■ ***Перспективы развития вертолетных двигателей*** (Главный конструктор ЗАО «ВК-МС» А.А. Вильдяев):

- 70-летний опыт создания и производства двигателей для вертолетов от сверхлегкого Ка-10 до самого грузоподъемного в мире вертолета Ми-26;
- Серийно выпускаемые и ремонтируемые двигатели:
 - АИ-450М, модификации (мощность на взлетном режиме – 400-600 л.с.);
 - ТВЗ-117ВМА-СБМ1В 4 и 4Е серий (мощность на взлетном режиме – 1 500 л.с.);
 - ТВЗ-117В, модификации, включая ВК-2500, ТВЗ-117ВМА-СБМ1В и ТВЗ-117ВМА-СБМ1В 2 серии (мощность на взлетном режиме – от 2 000 до 2 500 л.с.);
 - Д-136 (мощность на взлетном режиме – 10 000 л.с. до +22⁰С);
- Проекты новых двигателей:
 - МС-500В, модификации (мощность на взлетном режиме – 630-1 050 л.с.);
 - ТВЗ-117ВМА-СБМ1В 5 серии (мощность на взлетном режиме – 2 800 л.с.);
 - АИ-8000В (мощность на взлетном режиме – 7 600 л.с.);
 - Д-136-2, АИ-136Т (мощность на взлетном режиме – 10 000 л.с. до +40⁰С);
- Характеристики двигателя АИ-450М и его модификаций для применения на вертолетах:
 - Ми-2М;
 - МСБ-2;

- Ми-34;
- Ми-2;
- Характеристики двигателя МС-500В для применения на вертолетах с взлетной массой 3,5-4 т:
 - сертификат типа получен в 2014 г.;
- Характеристики двигателя МС-500В-01 для применения на вертолетах с взлетной массой 4-5 т:
 - сертификат типа получен в 2016 г.;
- Двигатели ТВЗ-117В:
 - Начало серийного производства – 1980 г.;
 - суммарная наработка – более 16 млн. ч.;
 - на базе ТВЗ-117В созданы двигатели: ТВЗ-117ВК, ТВЗ-117ВКР, ТВЗ-117ВМ, ТВЗ-117ВМА, ТВЗ-117ВМАР, ТВЗ-117ВМ серии 02, ТВЗ-117ВМА серии 02, ВК-2500 (первоначальное обозначение ТВЗ-117ВМА-СБЗ;

применяются на вертолетах:

 - Ми-17 (Ми-171);
 - Ми-14П;
 - Ми-24 (Ми-25, Ми-35);
 - Ка-31;
 - Ми-28;
 - Ми-17;
 - Ми-8МТВ;
 - Ка-50;
 - Ка-52;
- Характеристики двигателя ВК-2500:
 - начало серийного производства – 2001 г.;

применяется на вертолетах:

 - Ка-50;
 - Ми-28Н;
 - Ми-17;
 - Ми-24 (Ми-35);
- Характеристики двигателя ТВЗ-117ВМА-СБМ1В:
 - сертификат типа получен в 2007 г.;

применяется на вертолетах:

 - Ми-172;
 - Ми-8МТВ;
 - Ми-17;
 - Ка-32;
- Таблица сравнения основных данных двигателя ТВЗ-117ВМА-СБМ1В и предшествующих модификаций двигателя ТВЗ-117В;
- Основные преимущества двигателя ТВЗ-117ВМА-СБМ1В при настройке значений мощности на основных режимах, равных значениям мощности двигателя ТВЗ-117ВМА сер. 02 ($N_b=2\ 200$ л.с.);
- Технические характеристики двигателей ТВЗ-117ВМА-СБМ1В 4 серии и ТВЗ-117ВМА-СБМ1В 4Е серии;
- Графики изменения мощности двигателей ТВЗ-117ВМА-СБМ1В 4 и 4Е серии и ТВ2-117А от высоты полета с установленным пылезащитным устройством при $M=0$ (МСА);
- Технические характеристики двигателя ТВЗ-117ВМА-СБМ1В 5 серии;

- Технические характеристики двигателя АИ-8000В;
 - Технические характеристики двигателей Д-136/Д-136 серии 1;
 - Технические характеристики двигателя Д-136-2;
 - Технические характеристики двигателя АИ-136Т.
- ***Измерительное оборудование компании ООО «НПП «МЕРА» и его применение в основных авиационных программах (ООО «НПП «МЕРА»):***
- Коммутационный блок MDU-812Н;
 - Общесистемный шкаф;
 - Структура ЛЛ ПД-14:
 - МІС-1500;
 - MDU-812Н, кроссировка питания, системы синхронизации и интерфейсов;
 - МІС-170Н давления;
 - МІС-1150 динамика (тензо/вибро);
 - МІС-700/710, цифровые интерфейсы ARINC, МКO, RS-485, CAN, телеметрия;
 - МІС-1150 статика (тензо и пр.);
 - МІС-1170 распределенные блоки;
 - МІС-1200 ДФМ;
 - МІС-140Н температуры;
 - пульт управления;
 - Стенды АО «Авиадвигатель»;
 - МІС-1150 – бортовое исполнение;
 - Модули серии MS;
 - Сканер давлений МІС-170Н;
 - Сканер температур МІС-140Н.