ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ АВИАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ»
ФГУП «ВИАМ»

НОМИНАЦИЯ

«За создание новой технологии»

Название работы:

«Разработка отечественных материалов нового поколения и технологий изготовления полуфабрикатов для двигателя ПД-14».

Создание первого за 35 лет отечественного газотурбинного двигателя ПД-14 для гражданской авиации было бы невозможно без использования в его конструкции материалов и технологий нового поколения. В том числе, благодаря передовым конструкционным материалам и новейшим энергоэффективным технологиям обеспечен конкурентоспособный уровень основных характеристик ПД-14: степень двухконтурности 8,5, температура газа перед турбиной – до 1950К, степень сжатия в горячей части компрессора 17, удельный расход топлива 0,53 кг/кгс*ч; экологические параметры лучше действующих норм ИКАО. Применение отечественных материалов и технологии стало важным преимуществом нового двигателя, особенно в сегодняшних экономических реалиях.

Впервые в отечественной инженерной и технологической практике АО «ОДК-Авиадвигатель» совместно с ФГУП «ВИАМ» сконструирована мотогондола двигателя ПД-14 из ~ 60 % по массе полимерных композиционных материалов (ПКМ), обеспечивающая высокую весовую эффективность по сравнению с металлическими аналогами при сохранении требуемых упруго-прочностных свойств, в том числе высоких ударной вязкости и стойкости к

климатическим факторам, и обеспечивающая требования по шуму как внутри салона, так и на местности.

В конструкции газогенератора и мотогондолы двигателя ПД-14 используются 20 новых материалов и технологий их производства, разработанных во ФГУП «ВИАМ». Среди них: никелевые жаропрочные сплавы для турбины высокого давления - монокристаллический с рением и рутением ВЖМ4 для рабочих лопаток и интерметаллидный ВКНА-1ВР для сопловых лопаток с высокоресурсными жаростойкими и комплексными теплозащитными покрытиями (ВСДП-16, ВСДП-3+ВСДП-4), высокопрочная сталь ВКС170 для валов турбины и деталей подвески, титановый сплав ВТ25У для диска компрессора высокого давления; сплав ЭП648ПС для получаемых по аддитивным технологиям завихрителей фронтового устройства камеры сгорания. С целью защиты замков лопаток вентилятора двигателя ПД-14 разработано фреттингостойкое шликерное покрытие. Для деталей и агрегатов мотогондолы ПД-14 во ФГУП «ВИАМ» созданы перспективные полимерные материалы нового поколения: углепластики ВКУ25/SYT-49C, ВКУ29/ВТкУ-3, ВКУ39/ВТкУ-2.200; стеклопластик ВПС-48/7781, которые по характеристикам не уступают лучшим мировым аналогам и выпускаются в условиях малотоннажного производства в ФГУП «ВИАМ».

Также включены в спецификацию для применения в модификациях двигателя ПД-14: сплав ВЖМ5 для лопаток турбины высокого и низкого давления, интерметаллидный сплав ВТИ-4 для корпусных деталей турбины, компрессора, и задней опоры, сплавы ВКНА-4, ВКНА-4У для сектора турбины, сплав ВЖ175 для дисков компрессора и турбины высокого давления, материал ВЗМК-1 для звукопоглощающих конструкций мотогондолы.

Для двигателя ПД-14 в рамках действующих паспортов с выпуском дополнений и доп. сведений и новых технических условий доработано более 50 серийных марок материалов, таких как: ВЖ145, ВТ20, ВТ8-1, ЭИ698, ЭП742, ЭП718, ЭП517-Ш, ВНЛ5, ЭП648, ВКС5 и др.

Для сертификации двигателя в 2018 году, в рамках комплексной программы, включающей полномасштабные квалификационные испытания для определения расчетных значений характеристик прочности материалов, во ФГУП «ВИАМ» проведены испытания 11277 образцов для 19 материалов (54 полуфабрикатов), в том числе 80% от общего количества самых трудоемких испытаний на длительную прочность и ползучесть.

Впервые в России на предприятиях ОДК и в ведущих отраслевых институтах, в том числе в ВИАМ, создана и постоянно актуализируется экспериментально-теоретическая база данных по свойствам материалов и полуфабрикатов, что позволит создать экспериментально-расчетную базу для сертификации отечественных материалов в Европе (EASA) и по американским требованиям и нормам FAA.

Для обеспечения материалами и полуфабрикатами серийного выпуска двигателей семейства ПД-14 во ФГУП «ВИАМ» организованы малотоннажные производства:

- литой прутковой шихтовой заготовки жаропрочных никелевых сплавов для лопаток турбины;
- катодов для нанесения покрытий;
- препрегов для производства угле- и стеклопластиков мотогондолы.

Впервые в России во ФГУП «ВИАМ» организовано аддитивное производство завихрителей фронтового устройства камеры сгорания ПД-14 из жаростойкого никелевого сплава марки ЭП648ПС. В настоящее время поставлено более 700 деталей для серийных двигателей. При этом разработан полный комплект нормативной документации по всем стадиям производственного цикла: получение металлопорошковой композиции, синтез деталей, газостатическая и термическая обработка.

Таким образом, разработано и внедрено в конструкцию двигателя ПД-14 и мотогондолы 20 новых и более 50 доработанных серийных марок материалов и технологий их производства. Проведена общая (паспорт, ТУ, ТИ) и

специальная квалификация материалов/полуфабрикатов и организовано их серийное производство на предприятиях отрасли.

15 октября 2018 г. отечественный авиационный двигатель гражданской авиации ПД-14 получил Сертификат типа Федерального агентства воздушного транспорта (Росавиация).

Заместитель генерального директора Ю.Н. Шевченко

«17» 04 2017 г. М.П.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ АВИАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ»
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РФ

Представление на Конкурс «Авиастроитель года» по итогам 2018 года

Работа выдвигается на Конкурс в номинации
«За создание новой технологии»

Разработка отечественных материалов нового поколения и технологий изготовления полуфабрикатов для двигателя ПД-14

Разработка отечественных материалов нового поколения и технологий изготовления полуфабрикатов для двигателя ПД-14

Организация: Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов» Государственный научный центр Российской Федерации

Новизна и практическая значимость работы:

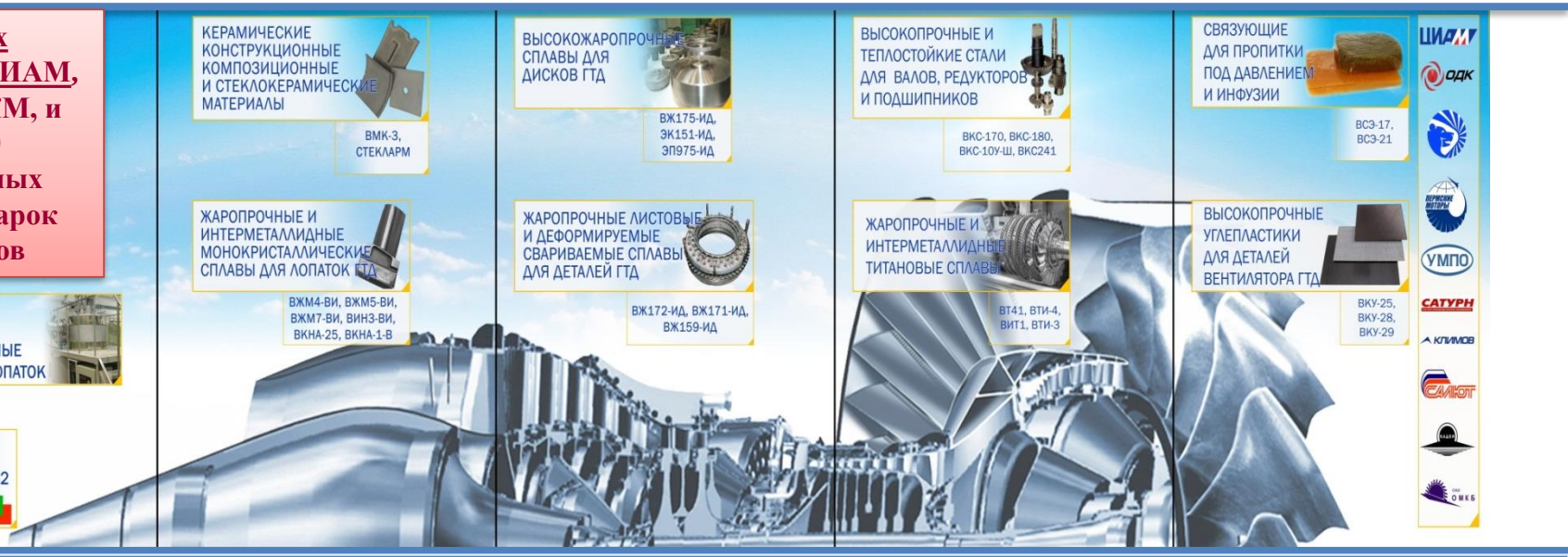
- Разработка и внедрение в конструкцию 20 новых (ВЖМ4, ВКНА-1ВР, ВСДП-16, ВСДП-3+ВСДП-4, ВКС170, ВЖ175, ВТ25У, ЭП648ПС и др.) и более 50 доработанных серийных марок материалов (ВЖ145, ВТ20, ВТ8-1, ЭИ698, ЭП742, ЭП718, ЭП517-Ш, ВНЛ5, ЭП648, ВКС5 и др.) обеспечило создание первого за 35 лет газотурбинного двигателя гражданской авиации ПД-14. Проведена общая (паспорт, ТУ, ТИ) и специальная квалификация материалов/полуфабрикатов и организовано их серийное производство на предприятиях авиационной отрасли.

- Впервые в отечественной инженерной и технологической практике сконструирована и изготовлена мотогондола двигателя ПД-14 из полимерных композиционных материалов. Для деталей и агрегатов мотогондолы в ФГУП «ВИАМ» были созданы препреги, угле- и стеклопластики: ВКУ25/SYT-49C, ВКУ29/ВТкУ-3, ВКУ39/ВТкУ-2.200, ВПС-48/7781 которые по характеристикам не уступают лучшим мировым аналогам и выпускаются в условиях малотоннажного производства в ФГУП «ВИАМ».

- Методом аддитивных технологий из отечественной металлопорошковой композиции сплава ЭП648 в ФГУП «ВИАМ» была изготовлена первая серийная деталь двигателя ПД-14 – завихритель фронтового устройства камеры сгорания, полностью отвечающий требованиям конструкторской документации. Осуществляется серийная поставка.

Новые материалы и технологии ВИАМ в двигателе ПД-14

20 новых материалов ВИАМ, включая ПКМ, и более 50 доработанных серийных марок материалов

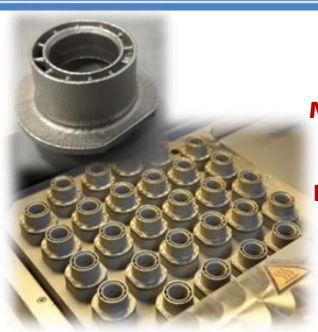


Проведена общая (паспорт, ТУ, ТИ) и специальная квалификация этих материалов и организовано их серийное производство на предприятиях авиационной отрасли в рамках единого «Меморандума о закупке материалов и полуфабрикатов для обеспечения серийного производства двигателей семейства ПД-14».

Во ФГУП «ВИАМ» организованы малотоннажные производства для ПД-14:

- Литой прутковой шихтовой заготовки для литья лопаток турбины;
- Катодов для нанесения покрытий;
- Препрегов для производства угле- и стеклопластиков мотогондолы.

Методом аддитивных технологий изготовлена первая «боевая» деталь двигателя ПД-14 – завихритель фронтового устройства камеры сгорания, полностью отвечающий требованиям конструкторской документации.



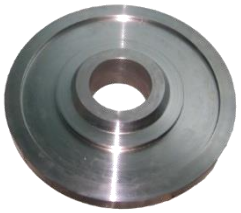
В рамках спец. квалификации материалов ПД-14 в ВИАМ в 2018 г. испытано 1691 обр. по договорам стоимостью 104 млн. руб.

✔15 октября 2018 г. первый за 35 лет российский авиационный двигатель гражданской авиации ПД-14 получил Сертификат типа Федерального агентства воздушного транспорта (Росавиация).

Двигатель ПД-14
Спецификация материалов
100-00-800СПМ №6056

АВИАДВИГАТЕЛЬ

1. ПОДВЕСКА ДВИГАТЕЛЯ (ВКС170-ВД)



2. КОМПРЕССОР ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ (ВТ8-1, ВТ8М-1, ВТ25У, ВЖ175-ИД, ВТИ4)

3. КАМЕРА СГОРАНИЯ (ЭП648 – завихритель, полученный методом аддитивных технологий (РЕШЕНИЕ №РШ-0285-2014)

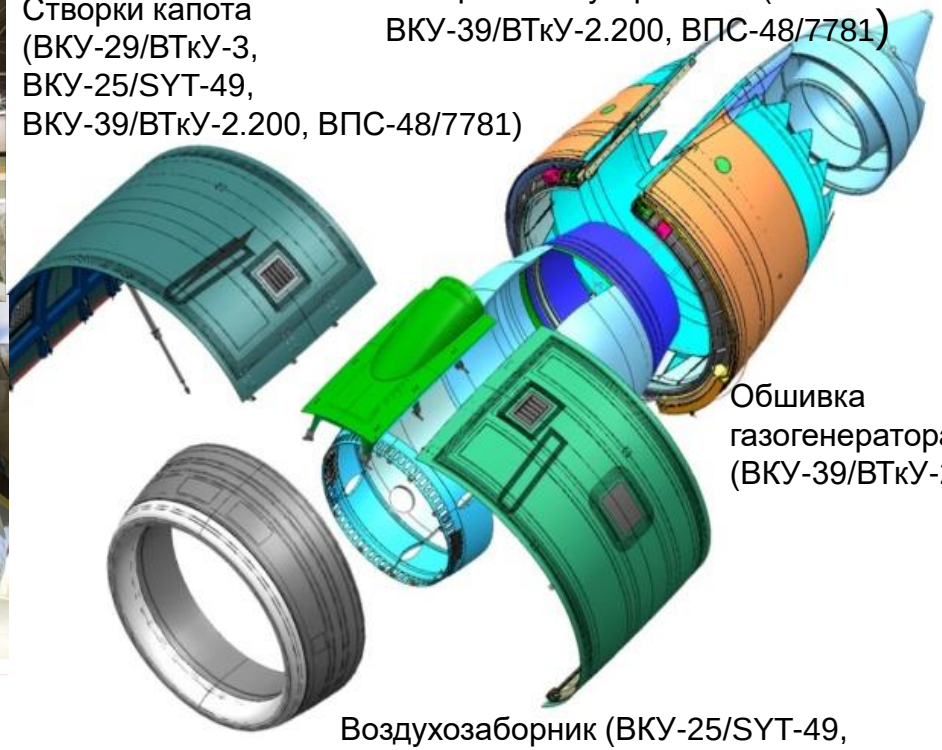
4.ТУРБИНА ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ (ВЖ175-ИД, ВЖМ-4, ВЖМ-5, ВКНА-1ВР, ВКНА-4У, ВКНА-4, ВСДП-16, ВСДП-3+ВСДП-4)

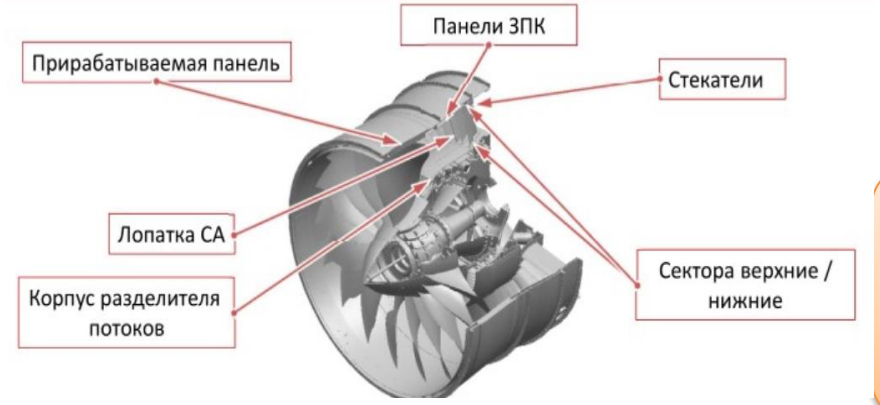
5. МОДУЛЬ ТНД (ВКС170-ИД)

Угле- и стеклопластики для мотогондолы двигателя ПД-14 самолета МС-21

Впервые в РФ совместно с АО «ОДК-Авиадвигатель» разработаны 4 марки ПКМ (1 стеклопластик ВПС-48/7781 и 3 углепластика ВКУ-25/SYT-49, ВКУ-39/ВТкУ-2.200, ВКУ-29/ВТкУ-3) для применения в конструкции мотогондолы двигателя ПД-14.

Детали мотогондолы двигателя ПД-14:
Корпус вохдухозаборника
Обтекатель
Сворка капота левая и правая
Реверс:
Решетки реверсивного устройства
Шпангоут передний
Шпангоут задний
Корпус подвижный
Створки реверсивного устройства 11 штук
Обтекатель наружный
Противопожарная перегородка
Лемниската
Наружное сопло
Обтекатели наружного сопла
Стекатели 2шт.





Детали двигателя:
Панели ЗПК КНД: передняя задняя нижняя 18шт.
Спрямляющие лопатки 18 шт.
Стекатели разделителя корпуса
Обтекатели разделителя потоков
Корпус передний
Панели газогенератора 1 ряд 6шт; 2ряд 2шт; 3 ряд 2шт

Зоны ответственности основных производителей и поставщиков материалов/полуфабрикатов для ПД-14

- Литые прутковые заготовки жаропрочных и интерметаллидных сплавов;
- Порошки и порошковые припои на основе жаропрочных сплавов и сталей;
- Детали, изготовленные по аддитивным технологиям;
- Препреги полимерных композиционных материалов.

Заготовки и полуфабрикаты из жаропрочных сплавов и сталей (штамповки дисков, валы, раскатные кольца и др. полуфабрикаты)

Ашинский металлургический завод

Златоустовский металлургический завод

ОАО «ИЖСТАЛЬ»,
ОАО «Уралкуз»,
ОАО «Синарский трубный завод»

Заготовки и полуфабрикаты из сталей и сплавов (трубы, листы, лента, проволока и др.)

Заготовки дисков из жаропрочных гранульных сплавов

Каменск-Уральский металлургический завод

Заготовки и полуфабрикаты из алюминиевых сплавов

Заготовки и полуфабрикаты из титановых сплавов

Квалификационные испытания материалов для двигателя ПД-14

Специальной квалификации подлежат материалы основных и особо ответственных деталей двигателя:

- **19 металлических материалов / 54 вида заготовок.**

Для сертификации двигателя по нормам АР МАК, EASA, FAA необходимы статистически обоснованные характеристики конструкционной прочности металлических материалов:

- ***350–1 200 образцов на один материал на этапе сертификации двигателя. Всего ~23 600 образцов;***

- ***900–2 100 образцов на один материал на этапе развитой эксплуатации. Всего ~45 000 образцов.***

Исполнители	Выполнено испытаний в 2018 г.	ИТОГО за 2013–2018 гг.	Распределение трудоемкости испытаний
АО «ОДК-Авиадвигатель»	1640	11304	22%
ВИАМ	1691	11277	59%
ЦИАМ	3100	7419	19%
Итого	6431	30 000	100%