

**ОБЪЕДИНЕННАЯ ДВИГАТЕЛЕСТРОИТЕЛЬНАЯ КОРПОРАЦИЯ**

**АО «ОДК-СТАР»**

---

**УТВЕРЖДАЮ**

Управляющий директор  
АО «ОДК-СТАР»

С.В. Попов

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023г.

**Конкурсная работа**

в номинации «За успехи в разработке авиационной техники и компонентов  
(ОКБ года)» в конкурсе «Авиастроитель года» по итогам 2022г.

«Разработка системы автоматического управления, топливопитания,  
регулирования, защиты, контроля и диагностирования авиационного  
газотурбинного двигателя ПД-8»

г. Пермь

2023г.

## **Содержание конкурсной работы**

1. Термины, определения .....	3
2. Введение .....	4
3. Цель работы.....	4
4. Актуальность работы .....	4
5. Краткое описание работы.....	5
6. Результаты и практическая значимость.....	6
7. Заключение .....	10

## **1. Термины, определения**

В настоящей конкурсной работе применяют следующие сокращения и обозначения:

АМД-8	– агрегат механизации двигателя
БЗД-8	– блок защиты двигателя
БН-8	– блок насосов
ДТ-8	– дозатор топлива
ДСЕ	– детали и сборочные единицы
КД	– конструкторская документация
КПГ-8	– клапан перепуска топлива
ПД-8	– перспективный двигатель
ПД	– программная документация
ПДПО-8	– пульт доводки программного обеспечения
ПКД-8	– пульт контроля двигателя
ПО	– программное обеспечение
РКД	– рабочая конструкторская документация
РЭД-8	– регулятор электронный двигателя
САУ-8 (САУ ПД-8)	– система автоматического управления, топливопитания, регулирования, защиты, контроля и диагностирования авиационного газотурбинного двигателя ПД-8
СЧ ОКР	– составная часть опытно-конструкторской работы
ТЗ	– техническое задание
ТО	– технический отчет
ТУ	– технические условия
УХД-8	– устройство хранения данных

## **2. Введение**

Авторский коллектив: первый заместитель главного конструктора – начальник ОКБ Долгих Елена Ивановна, начальник ведущего конструкторского отдела Ерофеев Денис Александрович, начальник конструкторского отдела разработки программного и математического обеспечения систем автоматического управления Сулимова Дина Александровна, начальник конструкторского отдела электронных агрегатов Хорошков Николай Витальевич, начальник конструкторского отдела гидромеханических агрегатов Лунев Сергей Валерьевич.

## **3. Цель работы**

Целью выполнения СЧ ОКР является разработка системы автоматического управления и контроля двигателя ПД-8.

## **4. Актуальность работы**

Работы по разработке САУ-8 проводятся по договору №192402030176100000000000/111-1-426/2020 от 06.07.2020г. между АО «ОДК-СТАР» и ПАО «ОДК-Сатурн» на выполнение СЧ ОКР «Разработка системы автоматического управления, топливопитания, регулирования, защиты, контроля и диагностирования авиационного газотурбинного двигателя ПД-8» в рамках договора от 27.12.2019 г. № 192402030176100000000000/ ОДК/3559/12/2019/643 между АО «ОДК» и ПАО «ОДК-Сатурн» на выполнение СЧ ОКР «Разработка перспективного авиационного двигателя тягой 8 тонн для применения в маршевой силовой установке самолетов Бе-200ЧС и SSJ», шифр «ПД-8». Государственный (генеральный) заказчик ОКР: Министерство промышленности и торговли Российской Федерации, Государственный контракт от 25.12.2019 г. № 192402030176100000000000/19208.4470019.18.004 между Министерством промышленности и торговли Российской Федерации и АО «ОДК».

## **5. Краткое описание работы**

В рамках проведения СЧ ОКР необходимо было в 2022г. выполнить следующий объем работ:

- Разработка КД и ПД на стендовые образцы агрегатов САУ газогенератора двигателя ПД-8;
- Разработка РКД САУ ПД-8. Проведение работ по обеспечению соответствия применения комплектующих изделий;
- Технологическая подготовка производства (изготовление стендов электронных и гидромеханических агрегатов САУ-8;
- Изготовление опытных образцов САУ-8 (для проведения испытаний двигателя ПД-8);
- Проведение предварительных (инженерных) испытаний агрегатов САУ-8.
- Проведение моделирования и расчетных работ;
- Проведение работ по квалификации агрегатов САУ-8;
- Изготовление 2-х комплектов САУ-8 для АО «ОДК-СТАР» для отладки и предварительных испытаний;
- Корректировка РКД и ПО. Присвоение РКД литеры «О»;
- Сопровождение испытаний двигателей ПД-8.

## **6. Результаты и практическая значимость**

В рамках выполнения данных работ определен следующий состав агрегатов САУ-8:

АМД-8	– агрегат механизации двигателя
БЗД-8	– блок защиты двигателя
БН-8	– блок насосов
ДТ-8	– дозатор топлива
КПТ-8	– клапан перепуска топлива
ПДПО-8	– пульт доводки программного обеспечения
ПКД-8	– пульт контроля двигателя
РЭД-8	– регулятор электронный двигателя
УХД-8	– устройство хранения данных

Для выполнения поставленных задач ОКБ АО «ОДК-СТАР» в кратчайшие сроки был выполнен комплекс опытно-конструкторских работ по созданию САУ, включая следующее:

1. Разработан комплект конструкторской документации на агрегаты (в конструкции агрегатов применяются только российские компоненты и элементная база).
2. Выполнена технологическая подготовка производства, которая позволила обеспечить проведения испытаний агрегатов САУ-8 (предъявительских, приемо-сдаточных, функциональных, предварительных, квалификационных, типовых, ресурсных). При этом созданы новые стенды для системы управления САУ-8 которые позволяют испытывать электронные и гидромеханические агрегаты как по отдельности, так и комплексе, имитируя их работу в составе

двигателя ПД-8. В рамках данного этапа работ изготовлены следующие стенды электронных и гидромеханических агрегатов САУ-8:

- стенд проверки РЭД-8 в количестве 1 шт.;
- стенд отладки РЭД-8 в количестве 1 шт.;
- стенд проверки БЗД-8 в количестве 1 шт.;
- стенд отладки БЗД-8 в количестве 1 шт.;
- стенд ДТ-8, АМД-8, КПТ-8 в количестве 1 шт.;
- стенд БН-8 в количестве 1 шт.;
- комплексный стенд САУ-8 в количестве 1 шт.

Разработаны и изготовлены:

- программаторы ПКД-8 в количестве 9шт.;
- пульт ПДПО-8 в количестве 2 шт.

Разработана РКД на стенды ресурсных испытаний агрегатов САУ ПД-8:

- стенд ресурсных испытаний БН-8;
- стенд ресурсных испытаний ДТ-8, АМД-8, КПТ-8.

3. Изготовлены и поставлены в ПАО «ОДК-Сатурн»:

- технологические пульты ПКД-8 в количестве 9 шт.
- 3-и комплектов опытных образцов агрегатов САУ-8 (РЭД-8, БЗД-8, УХД-8, БН-8, ДТ-8, АМД-8, КПТ-8) предназначенные для проведения инженерных, предварительных и сертификационных испытаний двигателя ПД-8 –
- 1 комплект макетов агрегатов ДТ-8, АМД-8, КПТ-8, БН-8 (для макетирования трубопроводов на двигателе ПД-8).
- 2 комплекта агрегатов САУ-8 для проведения предварительных испытаний на стендах АО «ОДК-СТАР» и внешних испытательных лабораторий.

4. Проведены предварительных испытаний агрегатов САУ и выполнена корректировка РКД и ПО. РКД на агрегаты присвоена литеры «О».

5. Выполнено моделирование и расчетные работы (с привлечением ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого президента России Б.Н. Ельцина», ФГАОУ ВО «ПНИПУ», ФАУ «ЦИАМ им. П.И. Баранова») включая следующее:

- разработана методика проведения виртуальных виброиспытаний;
- построена конечно-элементная расчётная модель аналога конструкции агрегата ДТ-8, подобраны настройки сетки, контактных взаимодействий и граничных условий;
- проведена верификация в сравнении с АЧХ конструкции в исследуемом частотном диапазоне;
- на основе данных верификации сформирована система упрощений и допущений для расчётов;
- создана расчётная конечно-элементная модель конструкции ДТ-8 с учётом сформированных ранее допущений и упрощений;
- проведена верификация модели по результатам АЧХ;
- проведены виртуальные испытания, разработанной модели конструкции ДТ-8 по КТ-160Г/14Г, и верификация модели;
- по результатам виртуальных виброиспытаний определены границы вибро-перемещений (вибро-ускорений), задаваемых на присоединительном фланце агрегата по категории R (W), при которых фактические уровни вибро-перемещений (вибро-ускорений) на заданных элементах конструкции агрегата не превышают допустимые значения;
- по результатам виртуальных виброиспытаний определены границы вибро-перемещений (вибро-ускорений), задаваемых на присоединительном фланце агрегата по категории R (W), при которых выявляются резонансные явления на элементах (узлах) конструкции агрегата;
- по результатам виртуальных виброиспытаний определены максимальные напряжения и запасы прочности по местам крепления агрегата к двигателю.
- сформированы рекомендации по оптимизации конструкции ДТ-8 с целью снижения уровня виброперемещений.
- проведена верификация численной 3D методики оценки распределения тепла в электронном агрегате РЭД-8 на базе агрегата РЭД-

14 и результатов натурных испытаний Заказчика. Получено качественное и количественное совпадение в пределах допустимых значений на всех термопарах;

- разработана методика проведения статических тепловых испытаний РЭД-8 для определения температурных зон внутри агрегата при воздействии тепла в соответствии с категорией D3, разделом 4 КТ-160G/14G ;
- разработана методика проведения динамических тепловых испытаний РЭД-8, при воздействии пожара в соответствии категории В, раздела 26 КТ-160G/14G;
- разработана 3D модель распространения тепла в РЭД-8, в том числе расчетная, настроены контактные группы, условия закрепления и теплового нагружения;
- обеспечена сеточная сходимость модели агрегата РЭД-8;
- получены распределения тепловых полей в агрегате РЭД-8;
- в целях оптимизации была проведена оценка влияния уменьшения тепловыделение печатных плат на 10% на режиме нагрева в камере при 85 °С при тридцатиминутной работе агрегата РЭД-8;
- проведена модернизация блока идентификации в бортовой математической модели (БММД) двигателя ПД-8.

Результаты моделирования и расчетных работ использованы при разработке РКД на агрегаты САУ-8, а также при оформлении заключений по результатам анализа конструкции агрегатов САУ-8.

6. Выполнены работы по квалификации агрегатов в соответствии с требованиями квалификационного базиса на РЭД-8 и квалификационного базиса на БЗД-8 проведены работы по этапам «Планирование» и «Разработка» процессов создания агрегатов РЭД-8, БЗД-8 в соответствии с требованиями Р-4754А, КТ-254, КТ-178С. При этом выполнена разработка документов этапа

«Планирование» и этапа «Разработка» процессов создания агрегатов РЭД-8, БЗД-8 в соответствии с требованиями Р-4754А, КТ-254, КТ-178С.

В рамках выполнения СЧ ОКР «Выполнение комплекса работ по квалификации регулятора электронного двигателя РЭД-8» и СЧ ОКР «Выполнение комплекса работ по квалификации блока защиты двигателя БЗД-8» с АЦС «ФГУП ГосНИИ ГА» проведены аудиты экспертной группой этапов «Планирование» и «Разработка» создания агрегатов РЭД-8, БЗД-8 в соответствии с требованиями Р-4754А, КТ-254, КТ-178С.

7. Обеспечено сопровождение испытаний двигателей ПД-8 на стендах ПАО «ОДК-Сатурн» и ФАУ «ЦИАМ им. П.И. Баранова.

## **7. Заключение**

Совместная работа специалистов ОКБ и производства АО «ОДК-СТАР» позволила в требуемые сроки успешно выполнить конструкторское сопровождение изготовления комплектов агрегатов, в т.ч. отладку плат электронных агрегатов, доводку гидромеханических агрегатов на испытательных стендах (произведена локализация дефектов с выдачей рекомендаций по их устранению) проведены экспериментальные работы и обеспечено подтверждение эффективности мероприятий по устранению дефектов. Работы по данному договору в 2022г. выполнены в полном объеме и приняты ПАО «ОДК-Сатурн».

В декабре 2022г. в Жуковском в том числе благодаря выстроенной совместной работе АО «ОДК-СТАР» и ПАО «ОДК-Сатурн» успешно проведены летные испытания двигателя ПД-8 (с использованием агрегатов САУ нашего изготовления) в составе летающей лаборатории Ил-76.

АО ОДК-СТАР- предприятие обладающее компетенциями в разработке, серийном производстве систем топливопитания и управления газотурбинными двигателями воздушного, наземного и морского назначения, включая агрегаты с полной

ответственностью типа FADEC и гидромеханические агрегаты, а также имеющее опыт поддержания всего жизненного цикла газотурбинных двигателей. В 2022г. специалистами ОКБ АО «ОДК-СТАР» на различных этапах реализации проводилось более 10-ти опытно-конструкторских работ по наиболее перспективным и востребованным в РФ реализуемым проектам таким как создание двигателей ПД-8, ПД-14, ПД-35, ТВ7-117СТ-01/02 и газотурбинных двигателей для вертолетов и самолетов специального назначения.