

ОБЪЕДИНЕННАЯ ДВИГАТЕЛЕСТРОИТЕЛЬНАЯ КОРПОРАЦИЯ  
АО «ОДК-КЛИМОВ»

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального директора-  
управляющий директор

В.А. Елисеев

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 г.

Конкурсная работа

В номинации «За успехи в разработке авиационной техники и компонентов  
(ОКБ года)», «За успехи в развитии диверсификации производства»  
в конкурсе «Авиастроитель года» по итогам 2024 года  
«Создание двигателя ВК-650В в классе мощности 500-600 л.с.»

## СОДЕРЖАНИЕ

1	Термины и определения.....	3
2	Введение .....	4
3	Цель работы.....	6
4	Актуальность работы.....	7
5	Краткое описание работы .....	8
5.1	Описание продукта.....	8
5.2	Краткое описание конструкции двигателя .....	10
5.3	Краткое описание систем двигателя ВК-650В .....	11
5.3.1	ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СИСТЕМА.....	11
5.3.2	ТОПЛИВНАЯ СИСТЕМА ДВИГАТЕЛЯ.....	11
5.3.3	СИСТЕМА ЗАПУСКА ДВИГАТЕЛЯ .....	12
5.3.4	СИСТЕМА ЗАЖИГАНИЯ.....	12
5.3.5	СИСТЕМА РАСКРУТКИ .....	12
5.3.6	СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ И КОНТРОЛЯ ДВИГАТЕЛЕМ .....	12
5.3.7	МАСЛЯНАЯ СИСТЕМА.....	12
6	Результат и практическая значимость выполненных работ.....	14
7	Заключение .....	16
8	Приложения.....	17

## 1 ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Ниже представлен перечень принятых сокращений, терминов и определений, используемых в документе:

Ниже представлен перечень принятых сокращений, терминов и определений, используемых в документе:

- АО – акционерное общество;
- АТ – авиационная техника;
- БАБК – электронный блок автоматического регулирования и контроля;
- ДСЕ – деталь, сборочная единица;
- ИДК – информационно-диагностический комплекс;
- КС – камера сгорания;
- ЛА – летательный аппарат;
- ОГИ – одобрение главного изменения;
- ОДК – объединенная двигателестроительная корпорация;
- ОС – основная система;
- ПИ – предъявительские испытания;
- ПСИ – приёмо-сдаточные испытания;
- РС – резервная система;
- САУ – система автоматического управления;
- СТ- Сертификат типа;
- СТУ – специальные технические условия;
- ТБК – термобарокамера;
- ТД – техническая документация;
- ТЗ – техническое задание
- ТС – турбина свободная;
- ФАВТ – Федеральное Агентство воздушного транспорта;
- МСА – международная стандартная атмосфера;
- V – скорость полёта;
- Н – высота полёта.

## 2 ВВЕДЕНИЕ

Развитие отечественного авиадвигателестроения ставит перед собой важнейшую цель — создание полного цикла производства и разработки авиационных двигателей для российской авиационной техники, как гражданской, так и военной. Это необходимо для достижения технологической независимости отрасли от иностранных производителей.

В настоящее время отечественный авиапарк нуждается в существенном обновлении. Требуется повысить эффективность воздушных судов и минимизировать зависимость от зарубежных поставщиков. Особенно актуален вопрос обеспечения национального рынка современными летательными аппаратами собственного производства, в частности, в сегменте лёгких многоцелевых вертолётов. Для выполнения данных целей в АО «ОДК» с 2019 года выполняется разработка унифицированного двигателя ВК-650В для вертолетов типа Ансат-М, Ка-226Т и Ми-34М1, взамен двигателя PW207К канадской компании «Пратт энд Уитни» и двигателя Arrius-2G1 французской компании «Турбомека».

Опытно-конструкторская работа «Создание двигателя ВК-650В в классе мощности 500-600 л.с.» выполняется в инициативном порядке за счет собственных средств АО «ОДК».

Целью ОКР является создание, сертификация и вывод на рынок отечественного авиационного двигателя ВК-650В в классе мощности 500-600 л.с. для вертолетов с максимальной взлетной массой до 4 тонн (Ка-226Т, Ансат-М, Ми-34М1).

На данном этапе ОКР достигнуты следующие результаты:

- Изготовлено 10 опытных образцов для проведения инженерных, ресурсных, стендовых и сертификационных испытаний двигателя ВК-650В;
- Изготовлен 1 двигатель-демонстратор;
- Изготовлено 2 установки для автономных испытаний компрессора, камеры сгорания и других ДСЕ, входящих в спецификацию двигателя ВК-650В;
- Изготовлено и испытано в объеме ПИ и ПСИ 6 двигателей для летно-конструкторских испытаний (4 двигателя для нужд в составе объектов «Ансат-М» и 2 двигателя для нужд в составе объектов МИ-34М1»);
- Изготовлено 2 испытательных стенда (стенд 35 и стенд 37) на территории АО «ОДК-Климов» для выполнения стендовых, ресурсных, сертификационных, предъявительских и приемосдаточных испытаний двигателя ВК-650В;
- В октябре 2024г. был выполнен первый маневр (висение) вертолет Ми-34М1 с двигателем ВК-650В;
- 27.12.2024 получено Свидетельство о годности комплектующего изделия (СГКИ) №ФАТА-040186С на электронный блок автоматического регулирования и контроля БАРК-5В в Федеральном агентстве воздушного транспорта (приложение 1);

– 28.12.2024 получен Сертификат типа №FATA-01065E, выданный в Федеральном агентстве воздушного транспорта (ФАВТ) (приложение 2).

### **3 ЦЕЛЬ РАБОТЫ**

Целью данной работы является описание достижений и демонстрация эксплуатационных характеристик нового турбовального двигателя ВК-650В, разработанного с целью импортозамещения для легких вертолетов типа Ансат-М, Ка-226Т и Ми-34М1, взамен двигателя PW207К канадской компании «Пратт энд Уитни» и двигателя Arrius-2G1 французской компании «Турбомека». Подтверждение конкурентных преимуществ двигателя ВК-650В, создание по результатам работы в 2024 году конкурентоспособного продукта, соответствующего требованиям Технического задания.

## 4 АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ

Актуальность работы по разработке авиационных двигателей мощностью 500-600 л.с. и созданию вертолетов отечественного производства обусловлена следующими факторами:

- Обеспечение независимости РФ от иностранных государств в авиационной отрасли;
- Потребности транспортной авиации: Необходимость замены выбывающего парка иностранных вертолетов
- Потребность в технике, адаптированной к различным климатическим условиям России
- Требование обеспечения эксплуатации в широком диапазоне внешних условий
- Создание эффективной системы послепродажного обслуживания
- Обеспечение возможности технического обслуживания и ремонта
- Развитие производственных мощностей для удовлетворения внутреннего спроса

Следует отметить, что разработанный двигатель ВК-650В располагается в рыночном сегменте, не имеющем на сегодняшний день отечественных современных аналогов в данном классе мощности. Учитывая государственный курс на импортозамещение в ключевых отраслях промышленности, обеспечивающих, прежде всего, обороноспособность государства и его транспортные возможности, создание нового семейства двигателей для существующих и новых образцов авиационной техники является приоритетной и значимой задачей.

Основным потребителем двигателя будет являться АО «Вертолеты России», в продуктовой линейке которого существуют вертолеты Ка-226 и Ансат, а также вертолеты с однодвигательной компоновкой ЛМВ и Ми-34. В будущем спектр потребителей турбовального двигателя ВК-650В может быть расширен за счет установки его на другие вертолеты АО «Вертолеты России» и вертолеты зарубежных компаний, таких как Changhe Aircraft Manufacturing Corporation (Китай) вертолет Changhe Z-11 и IHRSC (Иран) вертолет Saba-248.



Рисунок 1 – Двигатель ВК-650В

## 5 КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ РАБОТЫ

### 5.1 Описание продукта

Двигатель предназначен для эксплуатации в составе двухдвигательной силовой установки вертолета. Вывод мощности от свободной турбины для привода главного редуктора вертолета осуществляется вперед. Направление вращения выводного вала – по часовой стрелке при виде по направлению полета.

Состав двигателя ВК-650В:

- редуктор;
- газогенератор (включает в себя одноступенчатый центробежный компрессор, кольцевую противоточную камеру сгорания, осевую одноступенчатую турбину компрессора);
- осевая одноступенчатая неохлаждаемая свободная турбина;
- выходное устройство;
- агрегаты топливопитания НР-650В и РТ-650В.

В состав двигателя ВК-650В входят следующие системы:

- масляная система;
- система автоматического управления, контроля и диагностики (САУ) (включая гидромеханическую и электронную части);
- электрическая система;
- воздушная система;
- топливная система;
- система запуска и генерации;
- противообледенительная система.

Продольный разрез двигателя приведен на рисунке 2.

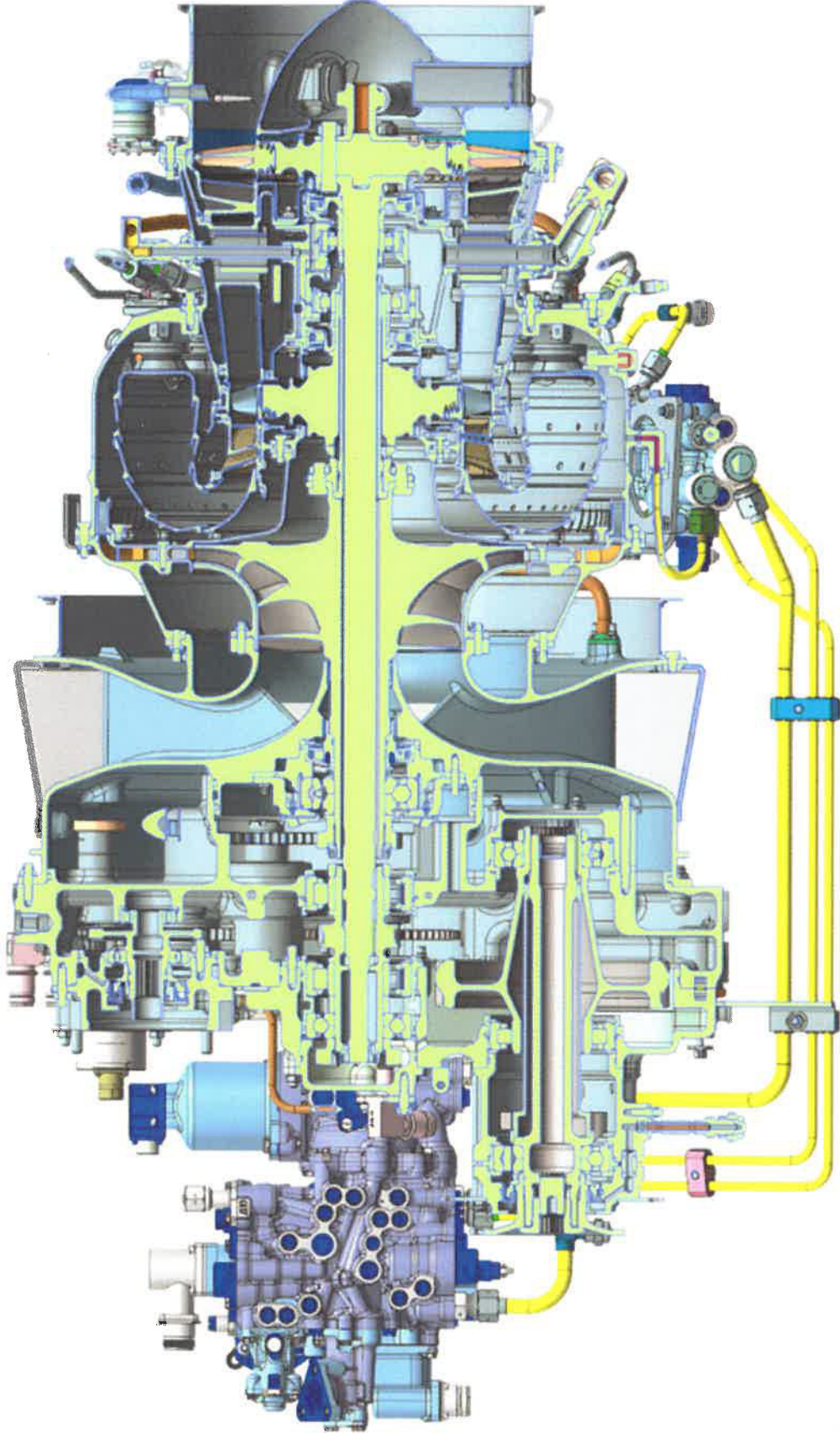


Рисунок 2 – Продольный разрез двигателя

## 5.2 Краткое описание конструкции двигателя

Компрессор – одноступенчатый центробежный, предназначен для сжатия, поступающего из атмосферы воздуха и подачи его в камеру сгорания.

Ротор компрессора - приводит во вращение турбиной компрессора. К роторным частям компрессора относятся центробежное колесо, цапфа задняя, которые входят в состав ротора турбокомпрессора.

Камера сгорания (КС) – кольцевая, противоточная, с индивидуальными топливными форсунками, объединенными двумя кольцевыми топливными коллекторами, расположенными снаружи корпуса двигателя.

Турбина компрессора – осевая, одноступенчатая.

Турбина свободная (ТС) – одноступенчатая неохлаждаемая, состоит из опоры турбин, соплового аппарата и ротора ТС.

Ротор турбины свободной состоит из диска ТС, рабочих лопаток ТС, вала, индуктора.

Редуктор предназначен для привода главного редуктора вертолета от силовой турбины, привода двигательных агрегатов от ротора компрессора, размещения объектового стартера-генератора, предназначенного, в том числе, для запуска двигателя.

Основные параметры двигателя ВК-650В без потерь полного давления во входном и выходном устройствах объекта, без отборов воздуха на нужды объекта двигателей в условиях  $H=0$ ,  $V=0$ , МСА приведены в Таблица 1.

Таблица 1- Режимы работы двигателя

Режим	Мощность на выводном валу, л.с.	Температура газа за СТ (по прибору), не более, °С	Удельный расход топлива, кг/л.с.ч не более
2-5 минутной мощности при ОНД	630	745	-
Продолжительной мощности при ОНД	590	730	-
Взлетный	545	715	0,304
Максимальный продолжительный	460	685	0,322
Крейсерский	400	666	0,332
Земной малый газ	60	-	-

## **5.3 Краткое описание систем двигателя ВК-650В**

### **5.3.1 ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СИСТЕМА**

В электрическую систему входит электрооборудование и электропроводка двигателя.

Электрооборудование предназначено для непосредственного выполнения команд и осуществления алгоритмов защиты и управления двигателем, а также функций контроля и диагностики.

Электрооборудование включает в себя:

- исполнительные механизмы, датчики и сигнализаторы, расположенные на двигателе (агрегате НР);
- автономный генератор питания БАРК;
- агрегат зажигания ПВФ-22-4 (устанавливается на объекте);
- провода зажигания высоковольтные ПЗВ-5В, ПЗВ-5В-01;
- две свечи зажигания полупроводниковые СП-106П.

Электропроводка включает в себя 4 кабельных ствола, которые обеспечивают электрические связи для питания датчиков и агрегатов, передачу сигналов и команд управления от БАРК к исполнительным механизмам агрегатов и передачу сигналов от датчиков в блок БАРК.

Электрическая система взаимодействует с БАРК и электрическими системами вертолета.

### **5.3.2 ТОПЛИВНАЯ СИСТЕМА ДВИГАТЕЛЯ**

Топливная система двигателя предназначена для:

- создания необходимого давления топлива для подачи в камеру сгорания (КС) и работы исполнительных элементов САУ;
- фильтрации топлива, поступающего из баков вертолета;
- совместно с системой автоматического управления и контроля (САУ) дозирования топлива, подаваемого в камеру сгорания, на всех режимах работы двигателя по командам БАРК при работе основной системы (ОС) и по упрощённым законам при работе резервной системе (РС), фиксации расхода топлива при отказе ОС;
- совместно с САУ распределения топлива между первой и второй группами форсунок КС;
- отсечки групп (коллекторов) топливных форсунок от топливной системы двигателя при его выключении;
- дренажа топлива из коллекторов в топливную систему вертолета при останове двигателя;
- дренажа топлива из КС в дренажную систему вертолета.

Топливная система состоит из следующих агрегатов:

- насос-регулятор, НР-650В (далее НР);
- распределитель топлива, РТ-650В (далее РТ).

Топливная система двигателя функционально включает в себя:

- систему низкого давления;
- систему высокого давления;

- дренажную систему.

### **5.3.3 СИСТЕМА ЗАПУСКА ДВИГАТЕЛЯ**

Система запуска взаимодействует с системой автоматического управления двигателем и обеспечивает запуск двигателя в ожидаемых условиях эксплуатации. Система запуска состоит из системы зажигания и системы раскрутки.

### **5.3.4 СИСТЕМА ЗАЖИГАНИЯ**

Система зажигания включает в себя:

- агрегат зажигания ПВФ-22-4;
- две свечи зажигания СП-106П;
- два высоковольтных провода ПЗВ-5В, ПЗВ-5В-01.

### **5.3.5 СИСТЕМА РАСКРУТКИ**

Система предназначена для раскрутки ротора компрессора при запуске до частоты вращения, после достижения которой, двигатель самостоятельно выходит на режим земного малого газа, а также для выполнения ложного запуска (консервации, расконсервации) и холодной прокрутки. Система раскрутки включает в себя электрический стартер-генератор, который является принадлежностью вертолета.

### **5.3.6 СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ И КОНТРОЛЯ ДВИГАТЕЛЕМ**

Система автоматического управления и контроля обеспечивает управление двигателем ВК-650В во всех условиях его эксплуатации, а также контроль и диагностику технического состояния двигателя и его систем, формирование и выдачу информационных сигналов в системы объекта и информационно-диагностический комплекс (ИДК) наземного обслуживания.

САУ взаимодействуют со следующими системами двигателя:

- топливной системой;
- электрической системой;
- системой запуска;
- масляной системой;
- системой измерения крутящего момента.

Состав САУ

САУ включает в себя:

а) электронную (основную) часть (систему):

- электронный блок автоматического регулирования и контроля БАРК-5В;

б) гидромеханическую (резервную) часть (систему):

- насос-регулятор НР-650В;
- распределитель топлива РТ-650В.

### **5.3.7 МАСЛЯНАЯ СИСТЕМА**

Масляная система выполнена циркуляционной, принудительного типа, с отдельной откачкой от всех опор двигателя и с охлаждением масла в воздушно-масляном теплообменнике, расположенном на выходе из насосов откачки. Масло

в бак масляный, образованный корпусами редуктора и первой опоры, возвращается охлажденным.

Основными агрегатами масляной системы двигателя являются:

- интегрированный бак масляный, полость которого образована корпусами редуктора и корпусом входного, в конструкцию бака входит корпус заливной горловины крышка заливной горловины с фильтром грубой очистки, линейка масломерная, воздухоотделитель, клапан отсечной подогрева стоек, патрубков сброса воздуха, обеспечивающий отвод воздуха из полостей суфлирования, суфлер статический, обеспечивающий отвод избыточного количества воздуха из полости бака, кран сливной;

- агрегат масляный с редукционным клапаном, состоящий из нагнетающего масляного насоса, откачивающие масляные насосы, состоящие из 2-х насосов откачки масла из полости редуктора и полости первой опоры, и насоса откачки из полости второй и третьей опоры с предохранительными фильтрами на входе в насосы, из фильтра масляного тонкой очистки с перепускными клапанами, с индикатором загрязнения масляного фильтра;

- приводной суфлер;

- теплообменник воздушно-масляный;

- Масляная система оборудована следующей диагностической аппаратурой:

- датчиком давления масла перед фильтром масляным;

- датчиком давления масла после фильтра масляного;

- датчиком температуры масла на выходе из двигателя;

- датчиком сигнализатором стружки на общем выходе из насосов откачки;

- датчиком минимального уровня масла в маслобаке.

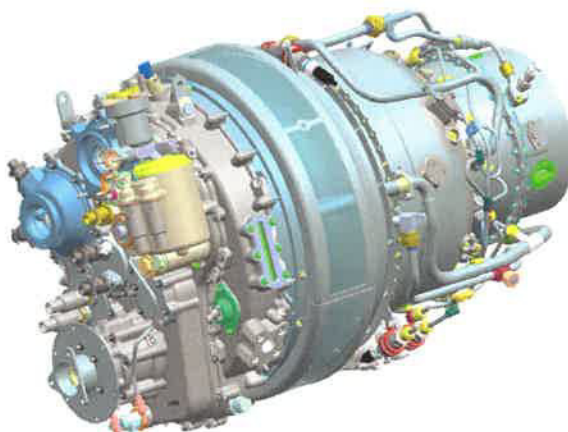


Рисунок 3 – 3-D модель двигателя BK-650B

## 6 РЕЗУЛЬТАТ И ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ ВЫПОЛНЕННЫХ РАБОТ

В период с 2019 года по 2024 год проведены работы по созданию нового турбовального двигателя ВК-650В в классе мощности 500-600 л.с.

Двигатель ВК-650В подтвердил работоспособность в заявленных условиях, что является важным шагом в развитии отечественного двигателестроения и отрасли в целом в период геополитических рисков, результатом которым является получение Сертификата Типа № FATA-01065E от 28.12.2024.

В двигателе ВК-650В отсутствуют зарубежные комплектующие и агрегаты. Более 10 отечественных поставщиков предоставляют детали и сборочные единицы по кооперации.

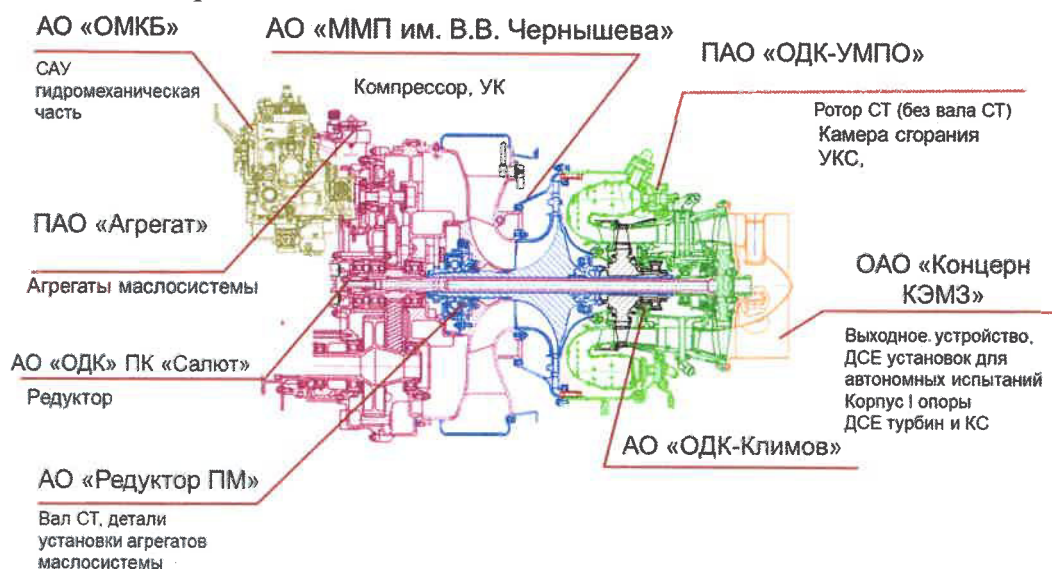


Рисунок 4 – Основные поставщики для производства двигателя ВК-650В

АО «ОДК-Климов» достиг значительного прогресса в области современных производственных методов, успешно освоив аддитивные технологии.

Данный технологический прорыв в будущем позволит АО «ОДК-Климов» более гибко реагировать на запросы рынка и предлагать заказчикам инновационные решения, сочетающие традиционные методы производства с современными аддитивными технологиями. Это особенно актуально в условиях растущей потребности в персонализированных продуктах и сложных инженерных решениях. При помощи аддитивных технологий было частично освоено производство в части создания соплового аппарата турбокомпрессора, переходного канала опоры турбин, лопаток турбокомпрессора, детали сопла и завихрителя жаровой трубы двигателя ВК-650В.

Поэтапное подтверждение технических характеристик двигателя ВК-650В в заявляемом эксплуатационном диапазоне, проектирование и создание опытных, а также летных образцов является значительным достижением ОКБ АО «ОДК-Климов» и результатом успешной опытно-конструкторской работы по двигателю.

Создание авиационного двигателя ВК-650В является основой для создания ряда вертолетных модификаций двигателей ВК-650В и расширения семейства двигателей ВК-650В.

Двигатель ВК-650В на сегодняшний день подтверждает работоспособность в требуемых условиях в составе силовой установки объекта, что является важным шагом в развитии отечественного двигателестроения и отрасли в целом в период геополитических рисков.

Начаты летные сертификационные испытания вертолета в типовой конструкции, так необходимого для развития авиационной промышленности Российской Федерации.

## 7 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По итогам плодотворной работы специалистов АО «ОДК-Климов» реализован проект создания турбовального двигателя ВК-650В. В 2024 году подтверждены заявленные технические характеристики двигателя, что является результатом профессиональной работы ОКБ АО «ОДК-Климов». Результат подтвержден успешно завершенными сертификационными испытаниями, проведенными совместно с отраслевым институтом ФАУ «ЦИАМ им. П.И. Баранова».

На основании полученных результатов испытаний и рассмотрения комплекта доказательной документации по двигателю ВК-650В в течение 2024 года ФАВТ (Росавиация) выдан Сертификат типа № FATA-01065E на двигатель ВК-650В. Для достижения всех заявленных технических характеристик двигателя поданы заявки на одобрение главного изменения (ОГИ), нацеленные на снятие эксплуатационных ограничений и на увеличение ресурса.

Конструкторское бюро ОДК-Климов продемонстрировало высокий уровень компетентности и стабильность работы в сфере разработки авиационных двигателей, успешно преодолевая внешние вызовы и ограничения. В 2024 году предприятие представило инновационный продукт, который имеет потенциал для успешного продвижения как на российском, так и на зарубежном рынках. Новая разработка отличается конкурентными преимуществами и открывает новые перспективы для развития линейки двигателей ВК-650В.