

О РЕАЛИЗАЦИИ ФЦП "РАЗВИТИЕ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ РОССИИ В 2002 - 2010 И НА ПЕРИОД ДО 2015 ГОДА" В ОБЛАСТИ АВИАЦИОННОГО ДВИГАТЕЛЕСТРОЕНИЯ



ГНЦ РФ ФГУП "ЦИАМ им. П.И. Баранова":

Александр Игоревич Ланшин, д.т.н., Научный руководитель - заместитель Генерального директора
Владимир Николаевич Федякин, начальник сектора

К моменту формирования Федеральной целевой программы (здесь далее: ФЦП или Программа) "Развитие гражданской авиационной техники России на 2002-2010 годы и на период до 2015 года" изменения в экономике России, произошедшие с начала 1990-х годов, привели к резкому сокращению закупок авиационных двигателей. Это было связано с обвальным падением объемов продаж отечественных самолетов и вертолетов, "обнулением" заказов для государственных нужд и отсутствием на тот момент современных механизмов продвижения серийно изготавливаемых конкурентоспособных моделей авиационной техники (Ил-96, Ту-204, Ту-214, Ил-114 и др.) на внешний и внутренний рынки (лизинг, госгарантии, экспортное кредитование и др.). Все это привело отечественное авиадвигателестроение в состояние системного кризиса и стало, наряду с недостаточным финансированием по Программе, причиной ряда последующих срывов намеченных плановых заданий.

В результате рассмотрения трех основных периодов реализации Программы: 2002-2005 гг., 2006 - 2010 гг. и 2011 - 2015 гг., установлено, что в полном объеме и в заданные сроки запланированные в Программе опытно-конструкторские работы не были выполнены.

Вместе с тем, к успехам **первого периода (2002-2005 гг.)** следует отнести работы, завершившиеся сертификацией вспомогательных ГТД ТА-14 (мощностью 120 кВт для Ил-114, Ка-62 и др.) и ТА-18-100 (мощностью 260 кВт для Ту-334, Бе-200) разработки ОАО "НПП "Аэросила". К положительным результатам также относятся: получение дополнения к сертификату типа двигателем Д-436Т1 (ФГУП "ММПП "Салют", ОАО "УМПО" - Россия, ОАО "Мотор Сич", ГП Ивченко-Прогресс", Укра-



Рис. 1. ТА14-130-52

ина) с главным изменением, связанным с увеличением назначенных ресурсов основных деталей двигателя с использованием 3-й стратегии управления ресурсом; сертификация двигателя Д-30КУ-154 с новой малоэмиссионной камерой сгорания

(ОАО "НПО "Сатурн") на соответствие нормам ИКАО 2004 года по эмиссии вредных веществ; проведение конкурса и развертывание работ по новому турбовальному ГТД в классе мощности 800 л.с. - ВК-800В (ФГУП "Завод им. В.Я. Климova", ныне ОАО "Климов") для легких вертолетов типа "Ансат"; развертывание работ по ТРДД SaM146 (ОАО "НПО "Сатурн" совместно с компанией Snecma, Франция) для регионального самолета "Сухой Суперджет-100"; разработка комплексной сетевой системы диагностирования и контроля двигателей (ФГУП "ЦИАМ им. П.И. Баранова" с кооперацией), по которой в 2004 г. был подготовлен и защищен технический проект.



Рис. 3. SaM 146

По некоторым направлениям Программы из-за изменения ситуации (например, прекращение работ по самолету Ту-324) и ограниченности выделяемых средств федерального бюджета программные мероприятия либо не проводились (по новому ГТД мощностью 500 л.с. и новым авиационным поршневым двигателям мощностью 60 - 90 л.с. и 260 - 320 л.с. для легких ЛА), либо не завершены с положительным результатом (создание ТРДД АИ-22, модификация ВСУ-10).

На турбовинтовой двигатель ТВД-1500Б (для самолета Ан-38) получен Сертификат типа (№ СТ212-АМД от 22.11.2002 г.) с ограничениями области эксплуатации: $t_n = -9...+22^{\circ}\text{C}$; (в условиях обледенения не ниже -5°C), назначенный ресурс - 500 ч., межремонтный ресурс - 130 ч. Полученные фактические показатели двигателя ТВД-1500Б существенно хуже требований ТЗ: поддержание взлетной мощности $N_{\text{взл}} = 1300$ л.с. до $t_n = +15^{\circ}\text{C}$ при $H = 0$ (по ТЗ - до $t_n = +30^{\circ}\text{C}$ при $P_n = 730$ мм.рт.ст.), сухая масса - 327 кг (по ТЗ - 240 кг), удельный расход топлива на взлетном режиме - 0,226 кг/л.с. ч (по ТЗ - 0,206 кг/л.с. ч). После получения сертификата типа работы по двигателю ТВД-1500Б были прекращены.

На двигатель РД-600В (для вертолета Ка-62) получен Сертификат типа № СТ230-АМД от 30.12.2003 г. с ограничениями области эксплуатации и ресурса: $N_n = 0...500$ м; $t_n = -26...+52^{\circ}\text{C}$; межремонтный ресурс - 100 ч (150 пц). Достигнутые фактические данные двигателя РД-600В по удельному расходу топлива и удельной массе уступают заявленным и не соответствуют требованиям ТЗ на двигатель.

Не проведена сертификация модификаций ПС-90А (ОАО "Авиадвигатель") и нового двигателя НК-93 (ОАО "СНТК им. Н.Д. Кузнецова", состояние доводки на конец 2005 г. двигателя оценивалось в 30%), в том числе не проведены летные испытания НК-93 из-за отсутствия финансирования подготовки летательной лаборатории Ил-76ЛЛ ФГУП "ЛИИ им. М.М. Громова" и проведения ЛИ (испытания в крайне ограниченном объеме были проведены только в 2008 г.); в 2005 г. на двигателе НК-93



Рис. 2. ТА18-200

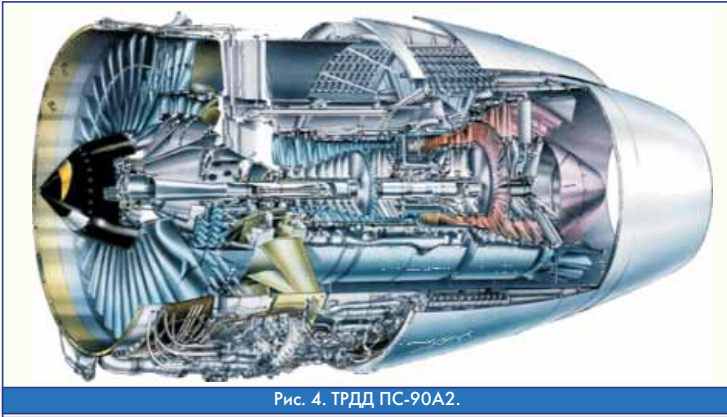


Рис. 4. ТРДД ПС-90А2.

№ 9 проведены эквивалентно - циклические 100-часовые испытания в подтверждение ресурса двигателя.

Не прошли конкурсный отбор и не финансировались за счет средств федерального бюджета в 2002 - 2005 гг. следующие проекты: создание ТРДД для нового БСМС тяга 9-14 т, доработка технологических систем НК-89 на газовом топливе, создание нового ГТД, мощность 2200 - 3300 л.с., создание нового ВГТД мощностью 650-700 кВт (Ил-96), создание системы управления и контроля для новых двигателей и ВГТД.

В обеспечение создания базового ТРДД нового поколения для БСМС в 2002 г. в ЦИАМ было подготовлено и утверждено 01.07.2002 г. в Росавиакосмосе и Минтрансе России "Техническое задание на конкурсную разработку технического предложения по созданию ТРДД нового поколения для БСМС", в обеспечение проведения конкурса технических предложений (ТП) по созданию БСМС были разработаны и переданы в Росавиакосмос и самолетные ОКБ ТП по созданию двигателей ПС-12 (ОАО "Авиадвигатель", ОАО "Пермский моторный завод", ФГУП "ММПП "Салют", ФГУП "Завод им. В.Я. Климova") и Д-БСМС (ОАО "СНТК им. Н.Д. Кузнецова", ФГУП "НПП "Мотор", ГП "Ивченко-Прогресс"). В результате конкурса был выбран проект БСМС МС-21 (ОАО "АК им. С.В. Ильюшина", ОАО "ОКБ им. А.С. Яковлева") с двигателем ПС-12. В 2003 г. Росавиакосмос письмом № СР-21-5318 от 09.06.2003 г. объявил закрытый конкурс ТП по созданию ТРДД нового поколения для БСМС. На конкурс были представлены ТП по указанным выше двигателям ПС-12 (ОАО "Авиадвигатель" с кооперацией) и Д-БСМС (ОАО "СНТК им. Н.Д. Кузнецова" с кооперацией), однако после упразднения Росавиакосмоса конкурсные мероприятия не проводились. На состоявшихся широких обсуждениях проблемы, в частности, 10.06.2003 г. на заседании Секции №5А НТС Росавиакосмоса по теме "Конкурсная разработка ТРДД нового поколения для БСМС" и 20.01.2005 г. на расширенном НТС ФГУП "ЦИАМ им. П.И. Баранова", отмечалась острая необходимость создания конкурентоспособного ТРДД нового поколения для БСМС на 130 - 170 мест, что объясняется существенным ужесточением технических, экологических и экономических требований к двигателям самолетов ГА, превосходством зарубежных аналогов (CFM56, V2500) над отечественными серийными двигателями, разработанными в 1960-1970 годы и не удовлетворяющими даже действующим международным нормам по шуму и эмиссии вредных веществ (НК-8-2У, Д-30КУ/КП, НК-86), возможностью в будущем разработки на основе базового газогенератора семейства двигателей нового поколения для модернизируемых и новых магистральных и региональных самолетов гражданской авиации;

В 2005 г. Роспромом и Федеральной службой по надзору в сфере воздушного транспорта была утверждена новая редакция технического задания на конкурсную разработку ТП по созданию ТРДД

нового поколения для БСМС, однако дальнейших шагов по организации работ не последовало.

Следует отметить, что и в 2006 - 2008 гг. Роспромом не проводились мероприятия в обеспечение создания ТРДД нового поколения для БСМС МС-21, что явно способствовало срыву сроков выполнения данной ОКР.

В области создания научно-технического задела в 2002 - 2005 гг. приоритет был отдан работам в обеспечение разработки ТРДД нового поколения для БСМС.

Этот двигатель впервые в нашей стране создавался в соответствии с современной этапно-временной методологией, которая предусматривает 9 уровней готовности технологий (УГТ).

В период с 2002 года по 2008 год НТЗ для ТРДД ПД-14 создавался при крайне ограниченном финансировании в рамках НИР (головной исполнитель - ФГУП "ЦИАМ им. П.И. Баранова"), предусмотренных Программой (IV. Группа мероприятий "Обновление материально-технической базы и формирование научно-технического задела в сфере авиационных технологий", Подгруппа мероприятий по формированию научного задела, обеспечивающего развитие авиационной техники российского производства, направление "Авиационные двигатели"). В 2000-2002 гг. ЦИАМ при постоянном контакте с ОКБ и заводами (СНТК им. Н.Д.Кузнецова, "Авиадвигатель", ММПП "Салют" и НПП "Мотор", Россия, ГП "Ивченко-Прогресс" и ОАО "Мотор-Сич", Украина) провел работу (НИР "ТРДД-2005") по формированию технических обликов двух вариантов ТРДД (с редукторным и с прямым приводом вентилятора), разработке проектов их основных узлов и выявлению ключевых технологий создания перспективных конкурентоспособных двигателей. Ход и результаты работы неоднократно обсуждалась на НТС ЦИАМ с участием руководителей авиадвигательных и агрегатных предприятий.

В феврале 2002 г. Росавиакосмос утвердил "Программу создания научно-технического задела в обеспечение разработки ТРДД нового поколения (5 поколения) для магистральных самолетов гражданской авиации", основу которой составили работы по изготовлению и экспериментальной отработке модельных узлов и элементов, разработанных ЦИАМ. Работы по этой Программе начали финансироваться с 2004 г. в рамках НИР "Программа НТЗ" (2004 - 2006 гг.). В результате их выполнения были созданы модели широкохордных вентиляторов (С178-1, С179-1), типовые высоконагруженные ступени КВД (К-11, Д-66М, Д-70), модельные шевронные сопла, реверсивные устройства и др.

К успехам **второго периода (2006-2010 гг.)** следует отнести: - работы, завершившиеся сертификацией (2009 г.) вспомога-

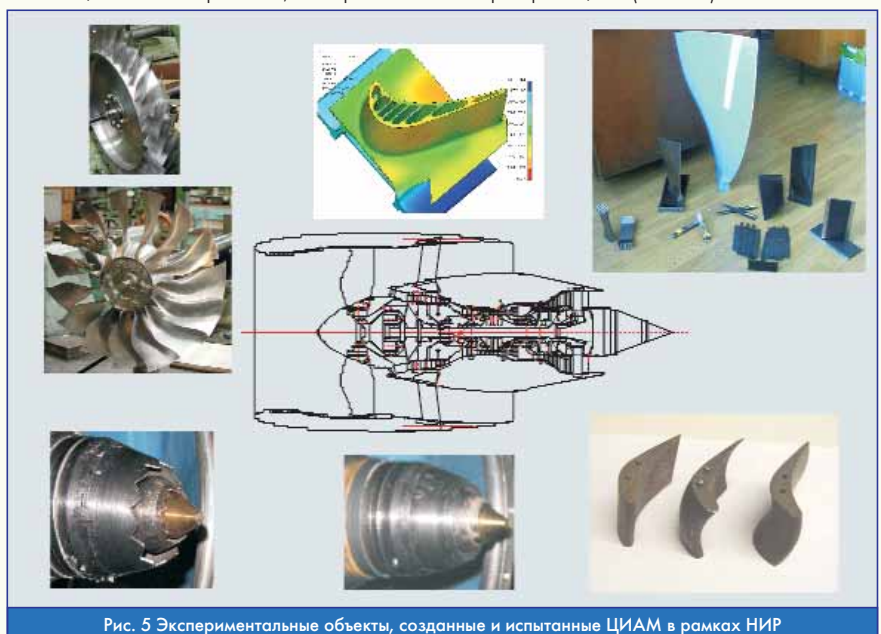


Рис. 5 Экспериментальные объекты, созданные и испытанные ЦИАМ в рамках НИР

тельного ГТД ТА18-200 (мощностью 365 кВт с генератором на 90 кВА для Ту-204/СМ, Ту-214, МС-21, МТС и др.) разработки ОАО "НПП "Аэросила";

- сертификацию модификаций ТРДД ПС90А - ПС-90А1, ПС-90А2 и ПС-90А3;

- сертификацию ТРДД SaM146 в EASA и в АР МАК в 2010 г. (с опозданием на 3 года);

- начало работ по проекту ПД-14 (создание и испытания экспериментального газогенератора (8+2) нового поколения).

В 2008 г. двигатель НК-93 №10 с демонстрационной САУ (штатной САУ, так же как и штатного винтовентилятора с органами управления, на нем не было) на летающей лаборатории Ил-76ЛЛ выполнил 3 полета до высоты 2000 м со скоростью 350...600 км/ч: первый - при работе двигателя на режимах автототации, второй и третий - при работе двигателя на крейсерском режиме. По результатам полета отработана методика измерений и оценены параметры двигателя. На этом финансирование работ по двигателю НК-93 было прекращено.

В 2006 - 2008 гг. были выпущены эскизный проект ГТД ВК-800В, комплект технической и конструкторской документации. Проведена экспериментальная доводка компрессора, а также подготовка производства для изготовления редуктора и свободной турбины ВК-800. В ноябре 2007 года двигатель ВК-800В прошел этап макета - первый этап сертификации. В 2008 году проведены стендовые испытания первого опытного экземпляра двигателя с выходом на частичный режим работы ($\eta_{тк} = 90\%$, $\eta_{сг} = 98\%$), отработано управление двигателем на запуске. В связи с прекращением бюджетного финансирования работы по двигателю ВК-800В в ОАО "Климов" в настоящее время практически не ведутся.

В области создания научно-технического задела в 2006 - 2010 гг. сохранялся приоритет работ в обеспечение разработки ТРДД нового поколения для БСМС. В рамках НИР "Демонстраторы" (в продолжение НИР "Программа НТЗ") проведены проектные разработки, изготовление и экспериментальные исследования в обеспечение технологической готовности к созданию базового ТРДД и семейства двигателей на его основе для самолетов ГА, включая:

- масштабную модель широкохордного вентилятора с подпорными ступенями (объект С179-2);
- варианты модельных экспериментальных облегченных рабочих лопаток (РЛ) вентилятора;
- демонстрационный компрессор высокого давления с $\pi_k = 14$ с высоконагруженными ступенями (УГТ = 4-5);
- демонстрационную кольцевую камеру сгорания с жаровой



Рис. 7. Секция малоэмиссионной камеры сгорания

трубой сегментного типа (УГТ = 4-5);

- демонстрационную одноступенчатую высокоперепадную турбину высокого давления с переходным каналом для ТРДД магистральных самолетов (УГТ = 4);

- экспериментальный редуктор для привода вентилятора (УГТ = 4);

- экспериментальные модели для оптимизации систем шумоглушения ТРДД;

- модельные сопла, реверсивные устройства, модели других элементов силовой установки;

- демонстрационную систему автоматического управления с электроприводными агрегатами для демонстрационного газогенератора.



Рис. 8. Лопатки ТВД

Кардинальное изменение ситуации с отработкой новых технологий для ТРДД БСМС произошло в 2009 - 2011 годы, когда в рамках НИР "Технологии" - "Разработка и освоение ключевых технологий в области авиационного газотурбинного двигателестроения, необходимых для реализации программы создания семейства перспективных двигателей для гражданской авиации тягой от 9 до 18 тонн" и НИР "Освоение" - "Разработка и освоение новых технологических процессов для создания конкурентоспособных авиационных двигателей" при головной роли АО "ОДК" и ОАО "Авиадвигатель" с участием кооперации ведущих российских авиадвигателестроительных предприятий и НИИ был сделан весомый вклад в формирование научно-технического и технологического задела по разработке конструкции и технологий высокоэффек-

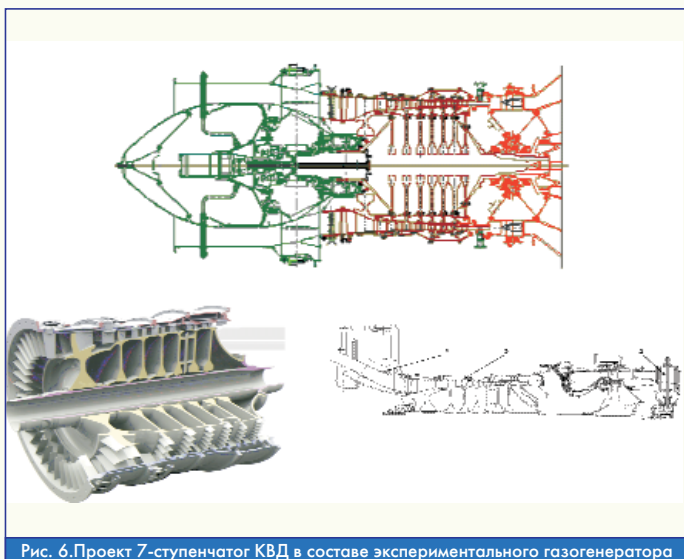


Рис. 6. Проект 7-ступенчатог КВД в составе экспериментального газогенератора

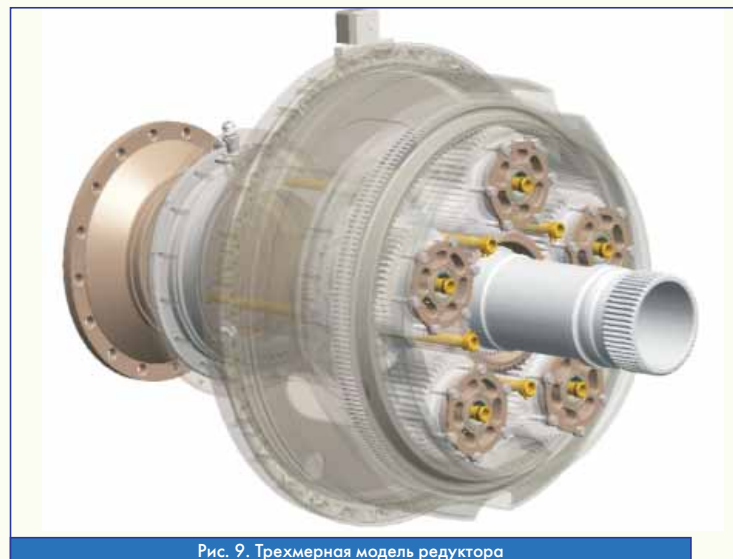


Рис. 9. Трехмерная модель редуктора

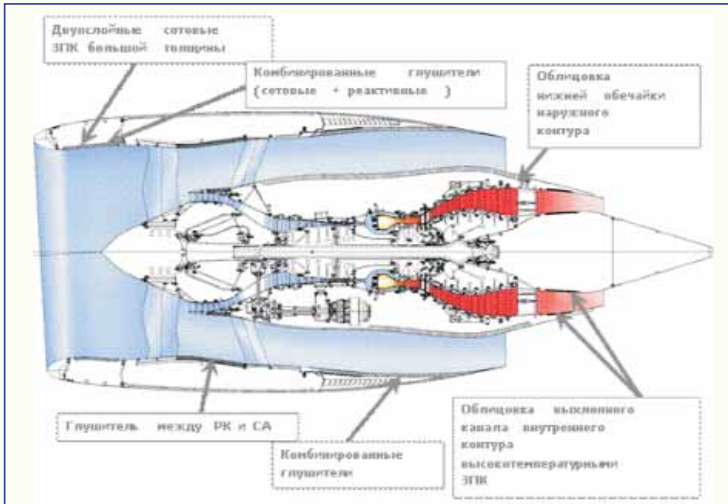


Рис. 10. Технологии шумоглушения в ТРДД

доле (с переносом мест расположения агрегатов) применительно к модификациям Ми-38-2 и Ми-38-3, разработаны электронные твердотельные модели двигателя с промежуточным редуктором и мотогондолы с обвязкой, математическая модель САУ двигателя, выполнена оценка системы воздушного запуска ГТД ТВ7-117В с применением ВГТД ТА-14, а также концепции и основных параметров пылезащитно устройства для двигателя ТВ7-117В.

К успехам **третьего периода (2011-2015 гг.)** следует отнести разработку, изготовление и проведение комплекса инженерных и доводочных работ на узлах, газогенераторах и демонстрационных двигателях в обеспечение создания и сертификации базового двигателя ПД-14 тягой 14 тонн для самолета МС-21-300 и как основы семейства гражданских двигателей тягой 9 - 18 тонн.

На эти цели в рамках Программы в 2011 - 2015 годах было запланировано 21 478,2 млн. руб.

В 2012 - 2014 гг. в рамках ОКР "Испытания ПД-14" разработана рабочая документация, изготовлен и прошел испытания демонстрационный двигатель. Изготовлена партия опытных двигателей ПД-14 и мотогондол. Проведены испытания составных частей (систем, узлов, деталей) опытного двигателя и мотогондолы на спецустановках. Уточнена РКД по результатам изготовления и испытаний опытных двигателей ПД-14 и мотогондол. В 2013 году в обеспечение начала сертификационных работ оформлен сертификационный базис двигателя ПД-14 и одобрена в АР МАК заявка на сертификацию двигателя.

В 2014 году начато изготовление опытной партии двигателей и мотогондол для подготовки к проведению доводочных (инженерных) и сертификационных испытаний.

Проведен очередной этап экспериментальных исследований

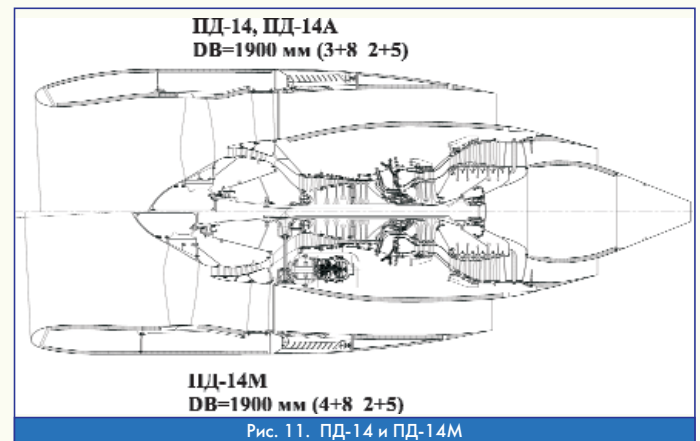


Рис. 11. ПД-14 и ПД-14М

характеристик конструкционной прочности материалов.

В 2015 г. работа идет в рамках ОКР "Испытания ПД-14 - 1".

С учетом реального состояния дел срок сертификации перенесен с 2015 г. на начало 2017 г.

Основной недостаток организации работ связан с тем, что к началу ОКР (2008 - 2009 гг.) из-за крайне недостаточного финансирования не был создан НТЗ по узлам и системам на 5 - 6 уровне.

тивных узлов и деталей авиационных двигателей нового поколения на основе перспективных конструкторских решений, материалов с новыми свойствами и технологического оборудования, обеспечивающего создание семейства перспективных двигателей для самолета МС-21 с выполнением требуемых летно-технических и эксплуатационных характеристик самолета и требований по сертификации ТРДД. Важно, что отработка новых технологий шла применительно к узлам и экспериментальному газогенератору двигателя ПД-14.

Основные задачи НИР "Технологии" состояли в разработке и освоении 16 критических технологий. Основные задачи НИР "Освоение" охватывали разработку и аттестацию технологий: сверхпластичного деформирования и диффузионной сварки; сварки трением рабочих колес из титановых сплавов; изготовления деталей ГТД из интерметаллидного сплава, работающих при температурах до 750° С; нанесения высокотемпературных покрытий и изготовления высокоэффективных уплотнений газозвдушенного тракта; изготовления перфорации жаровых труб камеры сгорания; финишных операций изготовления зубчатых колес; испытания образцов перспективных материалов основных деталей; нанесения термобарьерного покрытия и обработки поверхности лопаток турбины.

Кроме того, в рамках создания НТЗ выполнены НИР "Экология -ДГА", "Надежность-ДГА", "Эксперимент-2015", позволившие получить новые результаты и методические рекомендации в области улучшения экологических характеристик, прочности, надежности, безопасности и ресурса перспективных двигателей, развития методов и средств экспериментальных исследований.

В 2007 г. в связи с запретом Конгресса США на поставки двигателя фирмы Пратт-Уитни на вертолет Ми-38 была проведена НИР "Исследование возможности применения двигателя ТВ7-117В в составе силовой установки Ми-38", НИР "ТВ7-117В" (ОАО "Климов"). В результате были разработаны и изготовлены два макета двигателя ТВ7-117В для привязки к существующей мотогон-

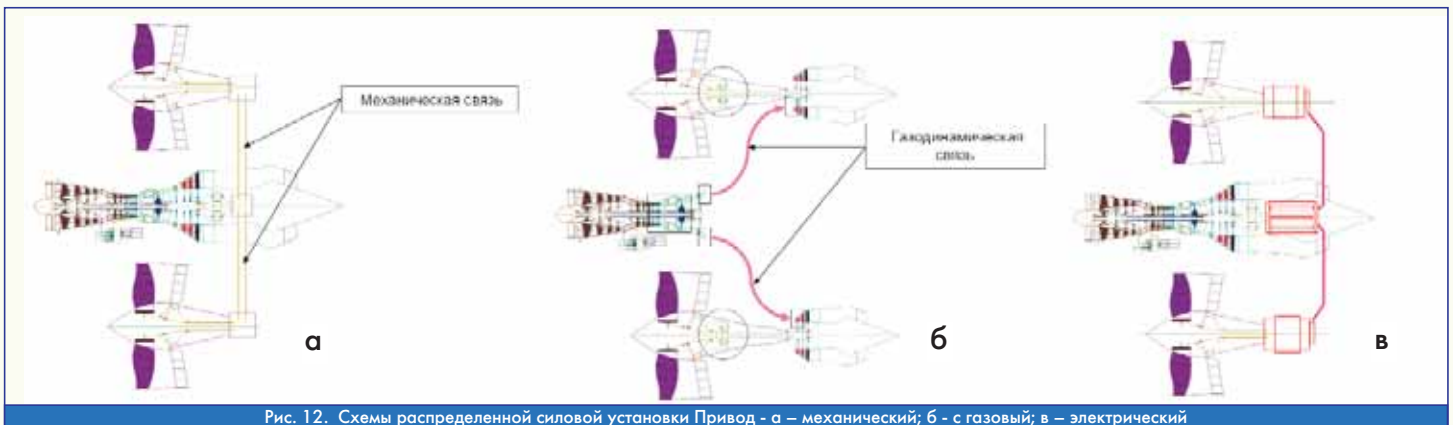


Рис. 12. Схемы распределенной силовой установки Привод - а – механический; б - с газовый; в – электрический

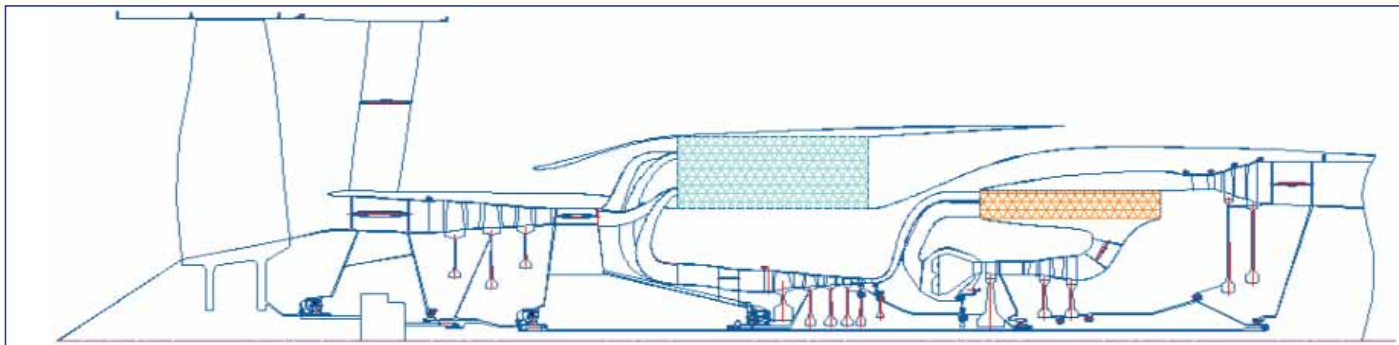


Рис. 13. Схемная компоновка ТРДД сложного термодинамического цикла

В нарушение устоявшейся в мире практики, свидетельствующей о том, что двигатель нового поколения создается в 1,5 - 2 раза раньше планера и других составляющих воздушного судна, ОКР по ПД-14 был начат на 3-4 года позже начала работ по МС-21 (2005 г.), причем в рамках ОКР по ПД-14 пришлось создавать "догоняющий" (а не "опережающий", как во всем мире) НТЗ, что не позволило до сих пор затвердить типовую конструкцию двигателя, обеспечивающую выполнение всех требований технического задания.

В области создания научно-технического задела в 2011 - 2015 гг. с учетом развертывания ОКР по ТРДД для БСМС приоритет в научно-исследовательских работах был отдан формированию задела для разработки перспективных двигателей гражданской авиации (включая самолеты, вертолеты и беспилотные летательные аппараты), вводимых в эксплуатацию в 2025 - 2030 гг. Исследованиям в этом направлении были посвящены НИР "Двигатели-2025" (2011-2012), "Перспектива", "Концепт 2030" (2013 - 2015) и "ТРДД-30" (2014-2015).

В результате проведения НИР "Двигатели-2025" определены рациональные направления дальнейших исследований в области перспективных силовых установок для магистральных и региональных самолетов ГА (ТРДД с повышенными параметрами рабочего процесса, ТВВД ("открытый ротор"), ТРДД со сложным термодинамическим циклом (прохлаждение и регенерация), распределенная силовая установка, интегрированная с планером, гибридный ТРДД с приводом вентилятора от турбины и электродвигателя), силовых установок для легкого сверхзвукового делового и пассажирского самолетов (СДС и СПС), силовых установок для вертолетов, в том числе скоростных (турбовальные двигатели на основе: одноступенчатого центробежного компрессора с $\pi_k = 12$ - для легких вертолетов, двухступенчатого центробежного компрессора с $\pi_k = 16$ и осецентробежного компрессора с $\pi_k = 18$ - для средних вертолетов, а также пропульсивная СУ для скоростных вертолетов), авиационных поршневых двигателей мощностью 50...500 л.с. (бензиновых с принудительным зажиганием, роторно-поршневых, дизельных) и перспективных вспомогательных ГТД, в том числе на основе топливных элементов.

На основе этой работы ЦИАМ совместно с Инженерным центром АО "ОДК" в 2012 г. сформировал и утвердил в Департаменте авиационной промышленности Минпромторга России "Перечень мероприятий по проектированию, изготовлению и испытаниям экспериментальных объектов в 2012 - 2016 гг. в целях создания НТЗ для авиационных двигателей гражданского назначения 2025-2030 годов", на базе которого сформированы последующие НИР - "Перспектива" и "Концепт 2030".

В рамках НИР "ТРДД-30" (совместно с ФГУП "ЦАГИ" и АО "ОДК") и "Самолет-2020" (совместно с ПАО "ОАК") определены рациональные технические облики перспективных конкурентоспособных отечественных ТРДД большой тяги (30 -35 тонн) и направления создания семейства двигателей на основе унифицированного газогенератора для новых широкофюзеляжных дальнемагистральных и транспортных самолетов большой грузоподъемности.

Для того, чтобы не произошло повторение ситуации с ПД-14, когда ОКР был начат при недостаточном НТЗ, необходимо проведение тесно скоординированной работы ФГУП "ЦИАМ им. П.И. Баранова", ФГУП "ЦАГИ", АО "ОДК" и ПАО "ОАК" по определению приоритетов развития гражданской авиационной техники и обеспечение скорейшего выхода работ по созданию НТЗ в области авиационных двигателей на УГТ = 4-6. Доля работ по отработке технологий для перспективных авиационных двигателей должна быть не менее 25 - 30 % от общего объема работ по созданию НТЗ.

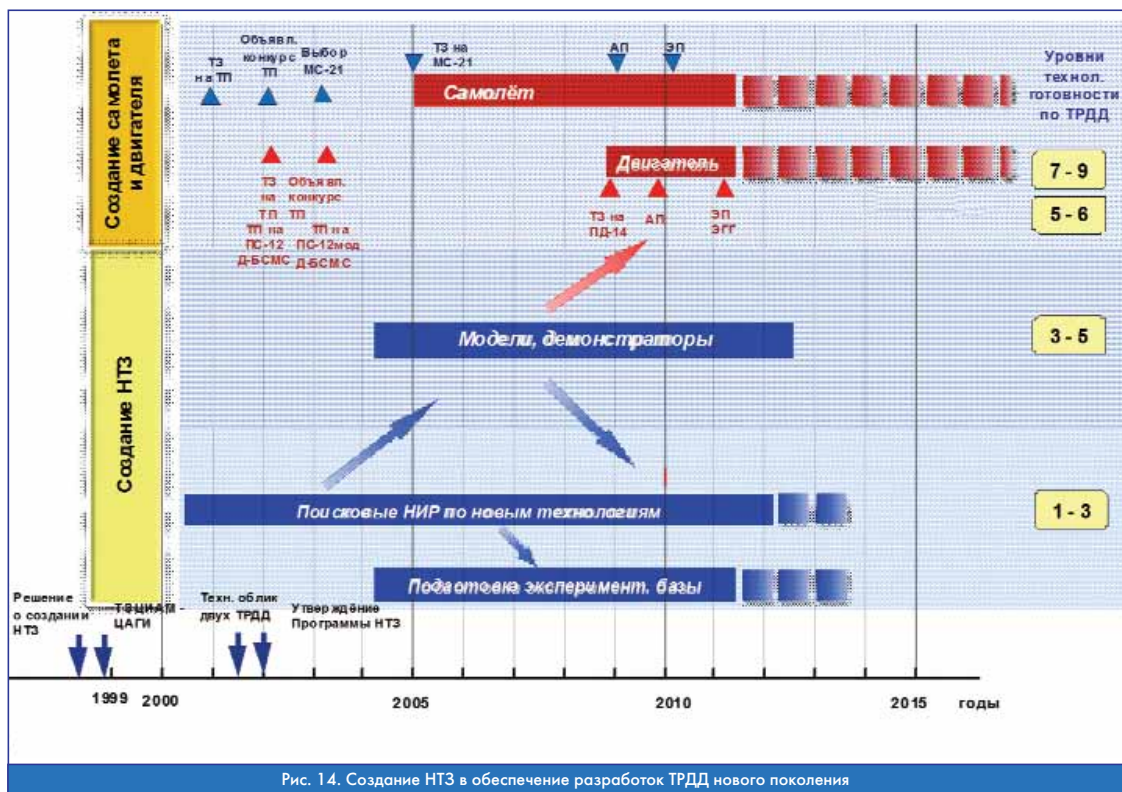


Рис. 14. Создание НТЗ в обеспечение разработок ТРДД нового поколения

