

ВЗЛЁТ



спецвыпуск декабрь 2014

**Пермская
конструкторско-
технологическая
школа**

[с.2]

**Семейство
ПС-90А**

[с.12]

Д-30Ф6

история
и перспективы

[с.20]

**В интересах
ТЭК**

[с.25]

ПД-14

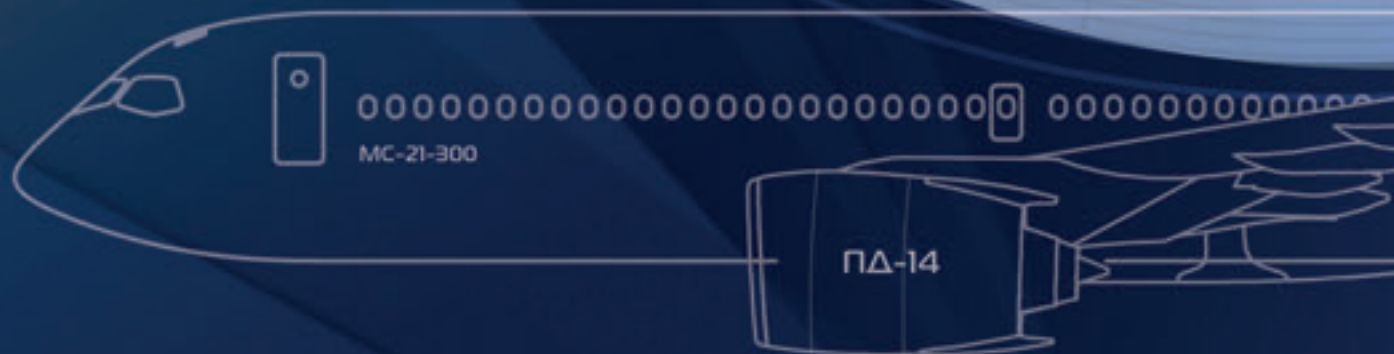
**БУДУЩЕЕ РОССИЙСКОГО
АВИАДВИГАТЕЛЕСТРОЕНИЯ**

[с.30]



Мудрость поколений, ЭНЕРГИЯ МОЛОДЫХ

реклама



ОАО «Авиадвигатель»

614990, Пермь, ГСП, Комсомольский проспект 93

тел.: (342) 281-39-07, факс: (342) 281-54-77

office@avid.ru

www.avid.ru



Главный редактор

Андрей Фомин

Заместитель главного редактора

Владимир Щербаков

Редактор отдела авионики, вооружения и БЛА

Евгений Ерохин

Обозреватель

Александр Велович

Специальные корреспонденты

Алексей Михеев, Андрей Блудов, Виктор Друшляков, Андрей Зинчук, Руслан Денисов, Алексей Прушинский, Сергей Кривчиков, Антон Павлов, Александр Манякин, Юрий Пономарев, Юрий Каберник, Валерий Агеев, Наталья Печорина, Сергей Попсуевич, Сергей Жванский, Петр Бутовски, Мирослав Дьюроши, Александр Младенов

Дизайн и верстка

Михаил Фомин

НА ОБЛОЖКЕ:

Двигатель-демонстратор ПД-14 №100-01 в сборочном цехе ОАО «Авиадвигатель», май 2012 г.

Фото: ОАО «Авиадвигатель»

Издатель

АЭР МЕДИА

Генеральный директор

Андрей Фомин

Заместитель генерального директора

Надежда Каширина

Директор по маркетингу

Георгий Смирнов

Директор по развитию

Михаил Фомин

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия Российской Федерации. Свидетельство о регистрации ПИ №ФС77-19017 от 29 ноября 2004 г. Учредитель: А.В. Фомин

© «Взлёт. Национальный аэрокосмический журнал», 2014 г. ISSN 1819-1754

Подписной индекс в каталоге агентства «Роспечать» – 20392
Подписной индекс в объединенном каталоге «Пресса России» – 88695

Подписано в печать: 05.12.2014
Отпечатано в ООО «ФОТОН», г. Москва. Тираж: 5000 экз.
Цена свободная

Материалы в этом номере, размещенные на таком фоне или снабженные пометкой «На правах рекламы» публикуются на коммерческой основе. За содержание таких материалов редакция ответственности не несет

Мнение редакции может не совпадать с мнениями авторов статей

ООО «Аэромедиа»

Адрес редакции: г. Москва, ул. Балтийская, д. 15

Почтовый адрес: 125475, г. Москва, а/я 7

Тел./факс: (495) 644-17-33, 798-81-19

E-mail: info@take-off.ru

www.take-off.ru взлёт.pdf

www.facebook.com/vzlet.magazine



Уважаемые читатели!

В декабре этого года свое 75-летие отмечает пермское ОАО «Авиадвигатель» – конструкторское бюро, создававшее в предвоенные и военные годы легендарные звездообразные поршневыми авиадвигатели марки «АШ», называвшиеся так по инициалам основателя коллектива Аркадия Швецова, а затем, уже под руководством Павла Соловьева, – первые в стране и, зачастую, не имеющие аналогов в мире газотурбинные двигатели. Среди последних – первый отечественный двухконтурный двигатель Д-20П для магистральных пассажирских самолетов, первый мощный турбовальный двигатель Д-25В для вертолета Ми-6, уникальный ТРДДФ для самого скоростного в мире истребителя-перехватчика МиГ-31 и др. Сегодня «Авиадвигатель» – головной разработчик семейства перспективных двигателей ПД-14 для пассажирских и транспортных самолетов, с которым не без основания связывают основные надежды в области отечественного гражданского и транспортного авиадвигателестроения.

То место, которое по праву занимает пермское КБ в истории советского и российского авиационного двигателестроения, побудило нас не ограничиваться лишь одним «юбилейным» материалом в очередном выпуске «Взлёта», а подготовить отдельный спецвыпуск, который Вы получаете вместе с декабрьским номером нашего журнала.

В нем можно найти информацию о некоторых неизвестных широкому кругу читателей нюансах развития пермской конструкторско-технологической школы моторостроения, истории создания основных разработок недавних десятилетий – семейства турбовентиляторных ПС-90А для лайнеров Ту-204/214 и Ил-96, транспортных Ил-76МД-90А и различных спецверсий на их базе, двухконтурного турбореактивного двигателя с форсажной камерой Д-30Ф6 для до сих пор не имеющего аналогов в мире по высотно-скоростным и боевым характеристикам истребителя-перехватчика МиГ-31, серии промышленных газотурбинных установок на базе авиационных двигателей для газоперекачивающих агрегатов нового поколения и электростанций.

Ну и конечно же, в фокусе нашего внимания – программа ПД-14. Опытные образцы такого двигателя уже проходят испытания на стендах пермского КБ, совсем скоро ПД-14 будет установлен на борт летающей лаборатории Ил-76ЛЛ, а не за горами и первый полет перспективного ближне-среднемагистрального пассажирского самолета МС-21 с силовой установкой из двух ПД-14. Он намечен на лето 2017 г.

Поздравляя пермских моторостроителей со славной датой, хочется пожелать им свершения всего задуманного, в первую очередь скорейшей и успешной доводки ПД-14: этот двигатель очень ждут как разработчики МС-21 и МТА, так и их будущие эксплуатанты. Новых Вам творческих и производственных успехов, достойного финансирования и крупных заказов!

С юбилеем!

С уважением,

Андрей Фомин
главный редактор журнала «Взлёт»

Николай КОКШАРОВ,
Ольга ОСИПОВА

75 лет

ПЕРМСКОЙ КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ШКОЛЕ АВИАДВИГАТЕЛЕСТРОЕНИЯ

В декабре 2014 г. ОАО «Авиадвигатель» исполняется 75 лет. История пермского КБ – это не только прославленные поршневые авиационные двигатели Аркадия Швецова и турбореактивные двигатели Павла Соловьева. Прежде всего, это история возникновения и развития пермской конструкторско-технологической школы.

Под руководством главного конструктора Аркадия Дмитриевича Швецова с 1939 г. – момента основания предприятия – по 1953 г. пермским КБ создано семейство мощных звездообразных поршневых двигателей воздушного охлаждения, которые устанавливались на самолеты Поликарпова, Туполева, Лавочкина, Сухого, Ильюшина, Антонова, вертолеты Миля, Яковлева и сыграли важную роль в Победе в Великой Отечественной войне и последующем развитии отечественной авиации.

Все время, пока Аркадий Швецов возглавлял конструкторское бюро, он растил себе достойную смену. Он понимал, что молодежь из других КБ к нему не пойдёт, но и пермские конструкторы не найдут себе работу на стороне. Свои кадры нужно было воспитывать самостоятельно. Павел Александрович Соловьев, будущий генеральный конструктор, вспоминал о работе с учителем: «Много труда вложил А.Д. Швецов в организацию и совершенствование производства двигателей на

нашем заводе. Аркадий Дмитриевич был не только блестящим конструктором, но и хорошим организатором, не только требовательным руководителем, но и воспита-

телем своих подчиненных, внимательным наставником молодых инженеров, чутким и отзывчивым человеком. Видя, насколько полно и беззаветно отдает себя Аркадий Дмитриевич любимому делу, все мы, его ученики, старались работать с полной отдачей, не считаясь со временем».

Основав пермское двигателестроительное КБ, Швецов заложил основы и традиции пермской конструкторско-тех-



ОАО «Авиадвигатель»

В конструкторском отделе ОКБ-19

нологической школы. Так, например, все конструкторы и технологи обязаны были знакомиться с техническими новинками в области авиации и двигателестроения.

Швецов очень широко понимал понятие лидерства в авиадвигателестроении. В его представлении авиационные лидеры обязаны быть безупречными по своим возможностям универсалами. Сам Швецов не только прекрасно разбирался во всех типах двигателей, какие только знала современная ему авиация, но и требовал таких же широких знаний от всех своих конструкторов.

Создавая новые турбины для нагнетателей все более мощных двигателей, Швецов с коллегами в 1946–1949 гг. изготовили и испытали три авиационных турбореактивных двигателя АШ-РД100. Павел Соловьев вспоминал: «У Аркадия Дмитриевича еще во время войны была мысль все-таки сделать реактивный двигатель. И машина была опробована, проведена расчетная работа... Это была простая машина, она сразу стала работать, тяга была. Но иные, важные по тем временам государственные задачи отгеснили эту тему». В стране высока была потребность в поршневых моторах, а пермское КБ было общепризнанным отечественным, а в значительной мере и мировым лидером в создании высотных поршневых двигателей. Несмотря на это, опытные разработки турбин продолжались. Проектирование реальных газотурбинных двигателей возобновится только в 1953 г.

В начале 50-х пермское КБ под руководством Швецова разрабатывает проект экономичного одновального турбореактивного двигателя с осевым компрессором высокой степени сжатия. Несмотря на то, что проект забраковали в ЦИАМе, прецедент работы над новым для КБ ТРД позднее пригодился

при создании турбины высокого давления двигателя Д-19.

В 1953 г. коллектив пермского двигателестроительного КБ возглавил преемник Швецова Павел Александрович Соловьев. Вслед за учителем он считал принципиально важным трезво оценивать обстановку, никогда не приукрашать действительного положения дел, не преувеличивать своих достижений, не обольщаться успехами, доводить начатое до конца; быть непримиримым ко лжи, попыткам свалить собственные промахи на коллегу; не поддаваться иллюзиям легких решений той или иной проблемы, взвешивать тщательно каждый проект; непременно осуществлять авторский надзор за воплощением новой конструкции в металле, доводить новинку до практической реализации.

Принципиальность Соловьева и непреклонность утверждения этих традиций многократно выручали конструкторское бюро в самых сложных ситуациях и обеспечили уверенное становление и развитие пермской конструкторской школы.

Как заранее предугадывал Швецов, переход на современные реактивные двигатели был необходим, и ОКБ во главе с Соловьевым осуществило этот сложнейший процесс последовательно и логично. Специалисты бюро исследовали множество различных схем воздушно-реактивных двигателей. Знание работ КБ Люльки позволило Павлу Александровичу сделать безошибочный выбор главного направления дальнейшей деятельности: самыми перспективными для тяжелой реактивной авиации окажутся двухконтурные турбореактивные двигатели, схема которых обеспечивала повышенную топливную экономичность на высоких дозвуковых скоростях полета самолета. Такова логика термодинамической и газодинамической теорий. Значит

Швецов Аркадий Дмитриевич

Главный конструктор ОКБ завода №19, ОКБ-19 (1939–1953), Генеральный конструктор (1947–1953)



Родился 12 января 1892 г. в рабочем поселке Нижне-Сергинского завода Красноуфимского уезда Пермской губернии в семье школьного учителя. В 1909 г. окончил Пермское Алексеевское реальное училище (в настоящее время — Пермский авиационный техникум им. А.Д. Швецова). В 1921 г. закончил Московское высшее техническое училище (ныне МГТУ им. Н.Э. Баумана), получил диплом инженера-механика по двигателям внутреннего сгорания.

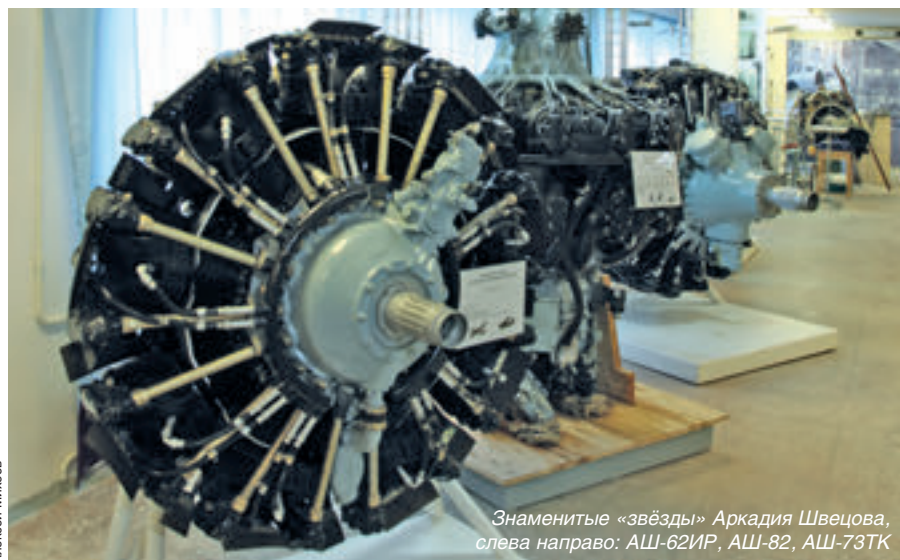
С 1922 по 1934 гг. работал на авиаторном заводе №24 (г. Москва, ныне ФГУП «НПЦ газотурбостроения «Салют»). Прошел путь от заведующего техническим бюро до технического директора завода. В 1934 г. назначен главным конструктором завода №19 (г. Пермь), в 1938 г. одновременно назначен техническим директором завода.

6 марта 1944 г. Постановлением Государственного комитета обороны «О введении новых названий авиационных моторов» двигателям Аркадия Швецова был присвоен индекс «АШ».

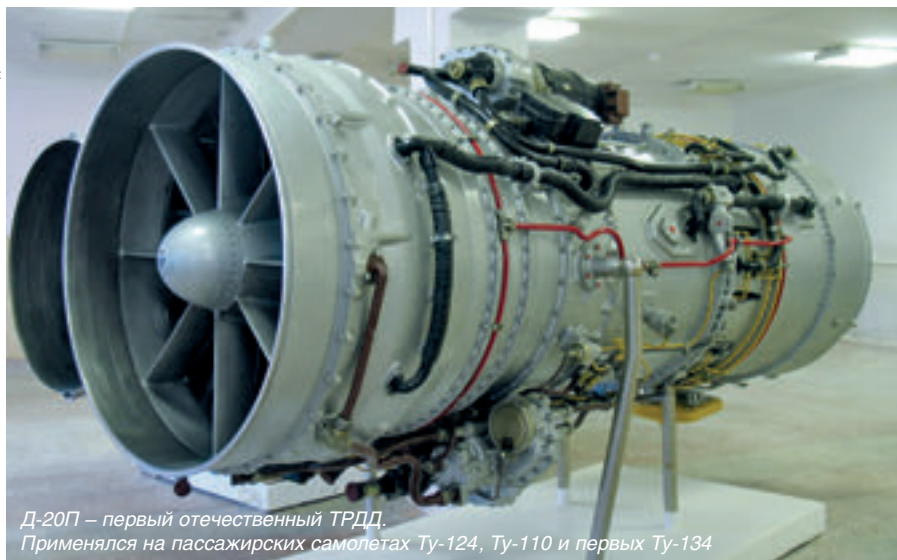
Доктор технических наук (1940). Генерал-лейтенант инженерно-авиационной службы (1948).

Герой Социалистического Труда, четырежды лауреат Сталинской (Государственной) премии, награжден пятью орденами Ленина, другими орденами и медалями.

Скончался 19 марта 1953 г., похоронен на Новодевичьем кладбище (г. Москва).



Знаменитые «звёзды» Аркадия Швецова, слева направо: АШ-62ИР, АШ-82, АШ-73ТК



Д-20П – первый отечественный ТРДД.
Применялся на пассажирских самолетах Ту-124, Ту-110 и первых Ту-134

ны конструкторские бригады, занятые созданием турбин, компрессоров, выходных устройств и т.д. И в каждом таком подразделении будет свой главный конструктор определенного узла или агрегата.

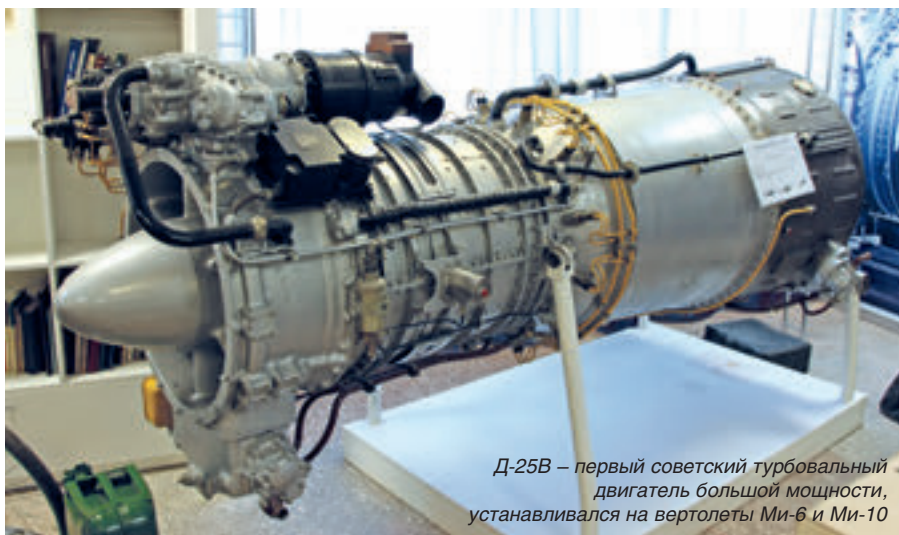
Потребность в изучении и совершенствовании узлов вновь разрабатываемого двигателя привела к идее поузловой доводки. Были построены специальные стенды и установки для испытаний и доводки узлов.

Позуловая структура конструкторского бюро позволила четко и однозначно распределить работу между конструкторскими подразделениями. Координировали их деятельность по каждому тематическому направлению ведущие конструкторские подразделения. Позуловая доводка двигателя Д-20П впоследствии станет темой диссертации Павла Соловьева. Частично этот

именно здесь должны быть сосредоточены главные научно-технические направления развития пермской школы авиадвигателестроения.

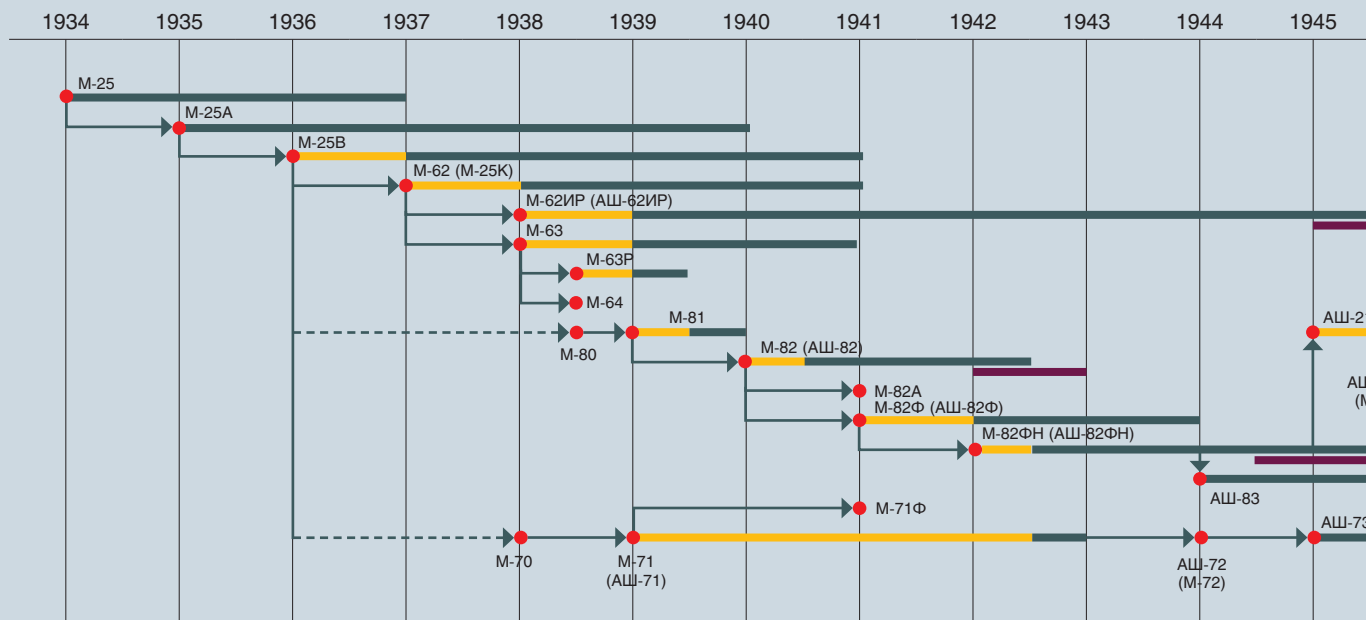
Павел Соловьев понимал, что главная задача – сохранить лидирующие позиции в отрасли, создать свой, уникальный, востребованный двигатель. По своим тактико-техническим требованиям он должен был значительно опережать созданные к тому времени газотурбинные двигатели.

В 1953 г. Соловьев организует в КБ бригаду турбин, которая через два года начнет разрабатывать турбины для будущего газотурбинного двигателя Д-20П. Вообще, структура пермского конструкторского бюро после перехода к газотурбинной тематике изменится на поузловую. Будут созда-



Д-25В – первый советский турбовальный двигатель большой мощности, устанавливался на вертолеты Ми-6 и Ми-10

Двигатели ОКБ завода №19 – ОКБ-19 (1934–1953 гг.)



принцип позаимствуют практически все двигателестроительные конструкторские бюро СССР, но только в Перми ему следуют неукоснительно и сегодня.

Под руководством Павла Соловьева были созданы двигатели, каждый из которых можно охарактеризовать словами «первый» и «лучший». Они устанавливались на самых надежных в истории авиапрома самолетах Ту-134, самых популярных в эпоху 80-х Ту-154М, самых быстрых в мире тяжелых истребителях-перехватчиках МиГ-31 и т.д.

Лебединой песней Павла Соловьева считают двигатель, названный впоследствии в честь его создателя ПС-90А. Этот двигатель — качественно новая ступень развития ТРДД.

По уровню термодинамических и удельных параметров он соответствовал нормам научно-технического уровня 90-х гг. и не уступал по основным данным и параметрам рабочего процесса лучшим зарубежным аналогам, которые находились в разработке в 80-х гг. и вошли в эксплуатацию в 90-х.

ПС-90А создавался сразу как унифицированный для установки на самолеты Ил-96 и Ту-204. В 1991 г. ПС-90А прошел государственные испытания, а в 1992-м первым из авиационных двигателей стран СНГ получил Сертификат типа и сертификат на соответствие нормам ИКАО по шуму и эмиссии.

В процессе разработки и сертификации ПС-90А подвергся беспрецедентной в то время по сложности и объему проверке на безопасность и работоспособность в экстремальных и аварийных ситуациях. Проверка включала в себя 435 видов испытаний. Кроме традиционного заброса на

вход двигателя больших масс воды и кусков льда, мелких и крупных птиц, впервые были применены вбрасывание более 700 кг кварцевой пыли, искусственный обрыв рабочих лопаток компрессора и турбины. Работоспособность двигателя сохранилась во всех ситуациях. Безопасность ПС-90А была полностью подтверждена.

За создание дальнемагистрального пассажирского широкофюзеляжного самолета Ил-96-300 с силовой установкой на базе ПС-90А генеральный конструктор ОАО «Авиадвигатель» Александр Иноземцев в числе коллектива соавторов удостоен Государственной премии Российской Федерации.

Вот уже более четверти века ПС-90А остается единственным отечественным двигателем для дальней и среднемагистральной авиации. Самолеты с двигателями пермского КБ как всегда надежны, безопасны, соответствуют всем современным и перспективным экологическим нормам и могут без ограничений летать во все страны мира. Авиалайнеры с пермскими двигателями сегодня эксплуатируются Специальным летным отрядом «Россия», авиакомпаниями Red Wings, «Волга-Днепр», Silk Way, Cubana, Air Koryu и др.

Необходимо отметить, что Павел Соловьев всегда стремился к созданию высокоэкономичных газотурбинных двигателей с высокими параметрами термодинамического цикла. Его идеи были успешно реализованы в рамках разработки серии двигателей двухконтурной схемы, которая со временем стала основной для самолетов пассажирской, транспортной и воен-

Соловьев Павел Александрович

Главный конструктор ОКБ-19,
Моторостроительного конструкторского
бюро (1953–1981),
Генеральный конструктор МКБ (1981–1988)



Родился 26 июня 1917 г. в деревне Алекино Кинешемского района Ивановской области. В 1940 г. с отличием закончил Рыбинский авиационный институт им. С. Орджоникидзе, получил диплом инженера-механика по специальности «Авиадвигатели».

В апреле 1940 г. по путевке Комиссариата авиационной промышленности СССР прибыл в ОКЦ завода №19, г. Молотов (ныне г. Пермь), где начал трудовую деятельность в должности конструктора. В 1942 г. назначен начальником конструкторской группы, в 1944 г. — ведущим конструктором, в 1948 г. — заместителем главного конструктора завода №19.

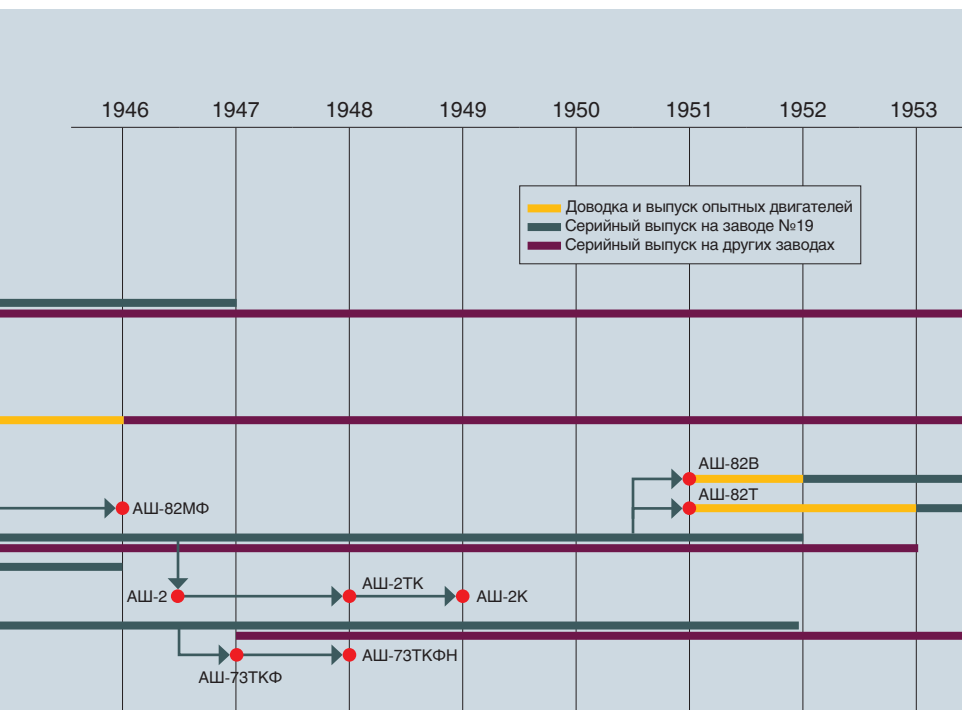
В 1953 г. после смерти А.Д. Швецова возглавил предприятие — приказом министра авиационной промышленности СССР назначен главным конструктором ОКБ завода №19. 27 апреля 1981 г. Постановлением Совета Министров СССР назначен Генеральным конструктором Моторостроительного конструкторского бюро.

Профессор кафедры «Авиационные двигатели» Пермского политехнического института (1961). Доктор технических наук (1967), член-корреспондент Академии Наук СССР (1981). Заслуженный деятель науки и техники РСФСР (1973).

Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской и Государственных премий. Награжден четырьмя орденами Ленина, орденом Октябрьской Революции, Трудового Красного Знамени, Красной Звезды, медалями.

В 1987 г. приказом Министерства авиационной промышленности СССР открытому наименованию двигателя Д-90А присвоен индекс «ПС». В 1988 г., после выхода на пенсию, по совместному решению коллегии Министерства авиационной промышленности СССР и Президиума Академии наук СССР был назначен советником при руководстве МКБ МАП СССР.

Скончался 13 октября 1996 г., похоронен в г. Перми.



Решетников Юрий Евгеньевич

Генеральный конструктор

Моторостроительного конструкторского бюро (1989), генеральный директор – Генеральный конструктор Пермского НПО «Авиадвигатель», АО «Авиадвигатель» (1990–1995), генеральный директор ОАО «Авиадвигатель» (1997–2001)



Родился 26 октября 1936 г. в г. Нижний Тагил Свердловской области. В 1960 г. окончил Казанский авиационный институт, получил диплом инженера-механика по специальности «Авиационные двигатели».

С марта 1960 г. работал инженером-конструктором в бригаде компрессоров конструкторского отдела предприятия п/я 282 (ОКБ-19), с 1966 г. назначен начальником бригады компрессоров. В январе 1968 г. приказом министра авиационной промышленности СССР назначен заместителем главного конструктора Моторостроительного конструкторского бюро по производству, а в 1978 г. – заместителем главного конструктора – начальником Моторостроительного конструкторского бюро.

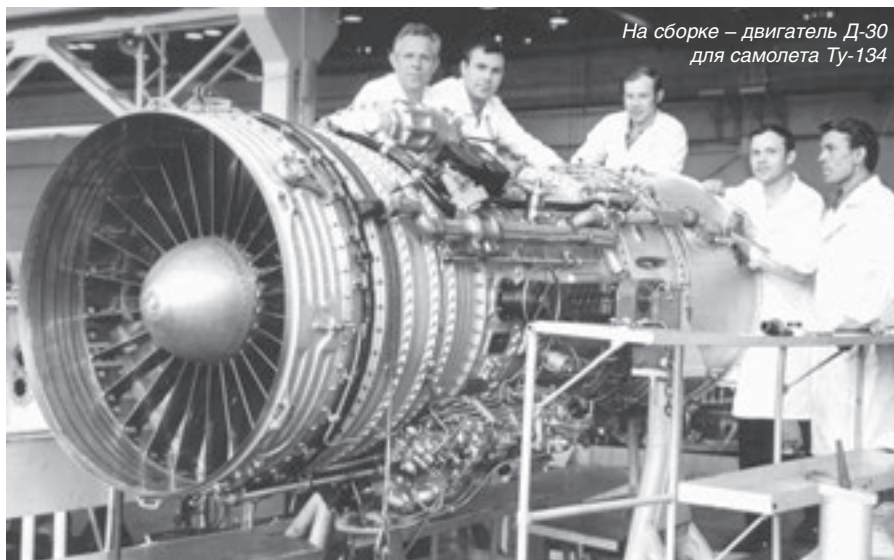
В декабре 1981 г. приказом министра авиационной промышленности СССР назначен главным инженером 13-го Главного управления МАП СССР, в 1988 г. – членом Коллегии 13-го Научно-технического центра Минавиапрома. 6 мая 1989 г. приказом министра авиационной промышленности СССР назначен Генеральным конструктором Моторостроительного конструкторского бюро Минавиапрома.

С сентября 1990 г. – генеральный директор – Генеральный конструктор Пермского НПО «Авиадвигатель» (с октября 1992 г. – ОАО «Авиадвигатель»).

С 1995 г. – ведущий эксперт АОТ «Инвестиционно-финансовая компания «Динамика», с 1997 г. – первый заместитель директора ЗАО «Искра-Энергетика».

12 июля 1997 г. назначен генеральным директором ОАО «Авиадвигатель», одновременно с октября 1998 г. избран на должность генерального директора ОАО «Пермский моторный завод», которую занимал до ноября 2003 г.

Лауреат Государственной премии. Лауреат премии Правительства РФ. Награжден орденом «Знак Почета», орденом Трудового Красного Знамени. Действительный член Академии наук авиации и воздухоплавания РФ. Действительный член Академии транспорта РФ. Член-корреспондент Инженерной академии РФ.



На сборке – двигатель Д-30 для самолета Ту-134

ОАО «Авиадвигатель»

ной авиации. Конструктивные особенности турбореактивных двигателей разработки Соловьева позволили реализовать лучшие термодинамические характеристики и получить значительно большие ресурсы деталей и узлов по сравнению с двигателями других схем. Внедрение электронно-цифровых методов регулирования, сторонником и первооткрывателем которых также был Павел Соловьев, позволило оптимизировать управление турбореактивным двухконтурным двигателем, обеспечив отличные характеристики по тяге и экономичности в широком диапазоне высот и скоростей полета. Жизнь подтвердила прозорливость инженерных и технических решений, впервые предложенных Соловьевым.

В пермском КБ до сих пор культивируется традиция, заложенная еще Швецовым, вырастить себе смену, не боясь иметь в заместителях талантливых, молодых, ниспровергающих любые авторитеты. Когда-то Павла Соловьева, едва перешагнувшего 30-летний рубеж, Швецов назначил своим заместителем. Способному парню была предложена должность, явно превышавшая его опыт и умения. Но, окрыленный оказанным доверием, молодой человек с утроенной энергией стал осваивать новое дело, быстро дорос до уровня своей должности и продолжил движение вперед.

В свое время и Павел Соловьев решил поступить по-швецовски и выдвинул из массы молодых и талантливых конструкторов Александра Иноземцева – конструктора с 10-летним стажем. Его отличали хорошая техническая подготовка, глубокие знания конструкции двигателя, недюжинные способности к программированию. Он уже принял непосредственное участие в разработке двигателей Д-30 III серии, Д-30КУ, Д-30КП, Д-30КУ-154, Д-30Ф6. Павел

Александрович Соловьев был уверен в своем преемнике.

Работая бок о бок с Павлом Соловьевым, молодой руководитель учился находить простые и красивые конструкторские решения, досконально знать двигатель, доводить начатое до конца, верить в успех своего дела и не бояться ответственности за принятые решения. Соловьев учил своего преемника принимать тщательно обдуманные решения: «Руководитель такого уровня имеет право на ошибку, но безалаберность непоэволюционна». Знать досконально каждую деталь такого сложнейшего механизма, как авиационный двигатель, генеральный конструктор, наверное, не может. Но уметь выявить проблему, понять ее суть обязан.

Не случайно многие отмечают не только умение Иноземцева быстро вникнуть в существо вопроса, но и его уникальную способность молниеносно анализировать ситуацию, увидеть взаимосвязь событий, определить направление развития и найти единственно верное решение. Конечно, рядом с молодым руководителем всегда были старшие товарищи: В.М. Карпман, Л.П. Андрейченко, Н.А. Ожиганов – маститые конструкторы, опытные специалисты. И чувство благодарности, уважение к старшему поколению, стремление помочь словом и делом на всю жизнь стали характерными чертами Александра Иноземцева. На плечи молодого руководителя легли вопросы не только внедрения в серию пермских двигателей на Рыбинском заводе, но и доводки ПС-90А, его совершенствования и создания семейства модификаций.

Идея разработки базового двигателя и целого семейства на основе одного газогенератора вынашивалась давно. Еще Соловьев размышлял: «...надо сделать газогенератор, а к нему можно любой двигатель сотворить. Можно сделать целую гамму

двигателей — пять, десять, сколько пожелаете, столько и можно сделать. Все они будут разные по диаметру вентилятора, по количеству ступеней в тянущей турбине». Последователи Соловьева успешно развили эту идею: доводке и совершенствованию базового ПС-90А «Авиадвигатель» посвятил более четверти века. За эти годы разработаны и переданы в серийное производство модификации: ПС-90А-76, ПС-90А1, ПС-90А2 и др.

В начале 90-х гг. в связи со структурным кризисом авиационной промышленности ОАО «Авиадвигатель» использовало накопленный опыт проектирования для разработки газотурбинного оборудования для предприятий газодобывающей промышленности и ТЭК России. За последние 20 лет разработаны и освоены в серийном производстве два семейства газотурбинных установок для газоперекачивающих агрегатов и электростанций от 2,5 до 6 и от 10 до 25 МВт. Всего создано более 100 модификаций газотурбинных установок.

Сегодня пермское конструкторское бюро не только разрабатывает, но и обеспечивает поставку, испытание, шеф-монтаж, пусконаладочные работы блочно-контейнерных газотурбинных электростанций мощностью 2,5, 4, 6, 12, 16 и 25 МВт, обучение персонала заказчика, строительство объектов «под ключ». ОАО «Авиадвигатель» первым среди поставщиков газотурбинного оборудования внедрило фирменное обслуживание на объектах собственной энергогенерации «ЛУКОЙЛа» с оплатой за фактически отработанный машино-час.

Продукцию «Авиадвигателя» знают и покупают ведущие предприятия ТЭК страны: «Газпром» и «ЛУКОЙЛ», КЭС-Холдинг и «Башкирэнерго», «Сургутнефтегаз» и др. «Авиадвигатель» под руководством Александра Иноземцева сумел не просто продолжить тематику, освоенную в начале

90-х, но и развить ее, довести до «блеска». Современное энергетическое оборудование разработки «Авиадвигателя» не просто производит энергию и тепло для потребителей, но и помогает заказчикам утилизировать попутный нефтяной газ, улучшая тем самым экологическую составляющую их бизнеса.

При производстве промышленного оборудования КБ придерживается главных принципов пермской конструкторско-технологической школы: качество, надежность, высокая технологичность, гарантия безопасной эксплуатации. ГТУ и ГТЭС разработки ОАО «Авиадвигатель» используются в составе стратегически важных проектов: «Голубой поток», «Северный поток», «Сахалин-2», «Восточная газовая программа», «Ямал» и др.

Отличительная черта Генерального конструктора — стратегическое мышление. Многие замыслы Александра Иноземцева были когда-то не приняты коллегами. Так было и с идеей создания двигателя для ближнего-среднемагистрального самолета.

В начале 2000-х отечественным самолетам не оставляли шанса на выживание: шли крупномасштабные закупки «иномарок». Из авиапрома уходили специалисты, а молодые кадры не спешили прийти им на смену. Среди этого хаоса и угасания Иноземцев знал: все это временно, пройдут годы, и наши самолеты и двигатели станут нужны стране. КБ упорно работало в этом направлении, коллектив жил и развивался именно как конструкторское бюро авиадвигателей. Сохранилась работоспособная школа с подрастающей молодежью. И Генеральный конструктор пермского КБ оказался прав: государство повернулось к российским авиапроизводителям — утверждена госпрограмма «Развитие авиационной промышленности до 2025 г.», создана Объединенная двигателестроительная

Кузьменко Михаил Леонидович

Генеральный директор —
Генеральный конструктор
ОАО «Авиадвигатель» (1995–1997)



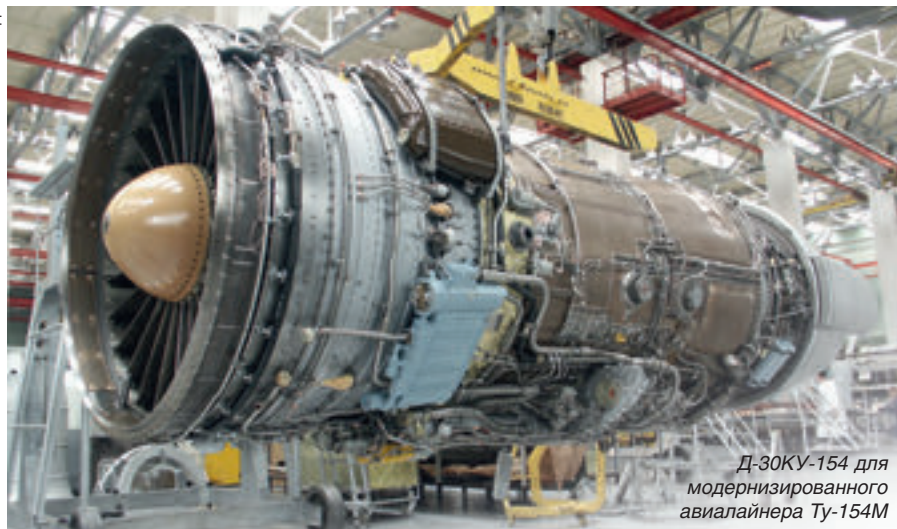
Родился 21 августа 1948 г. в с. Римшес Дукштасского района Литовской ССР. В 1972 г. окончил Московский авиационный институт им. С. Орджоникидзе, получил диплом инженера-механика по специальности «Двигатели летательных аппаратов».

С апреля 1972 г. работал инженером-конструктором конструкторского отдела КО-2 Моторостроительного конструкторского бюро, затем назначен старшим инженером, ведущим инженером по сборке и стендовым испытаниям, начальником отдела надежности, ведущим конструктором изделия.

С 1986 г. — заместитель главного конструктора по эксплуатации, с 1987 г. — главный конструктор по тематическому направлению МКБ.

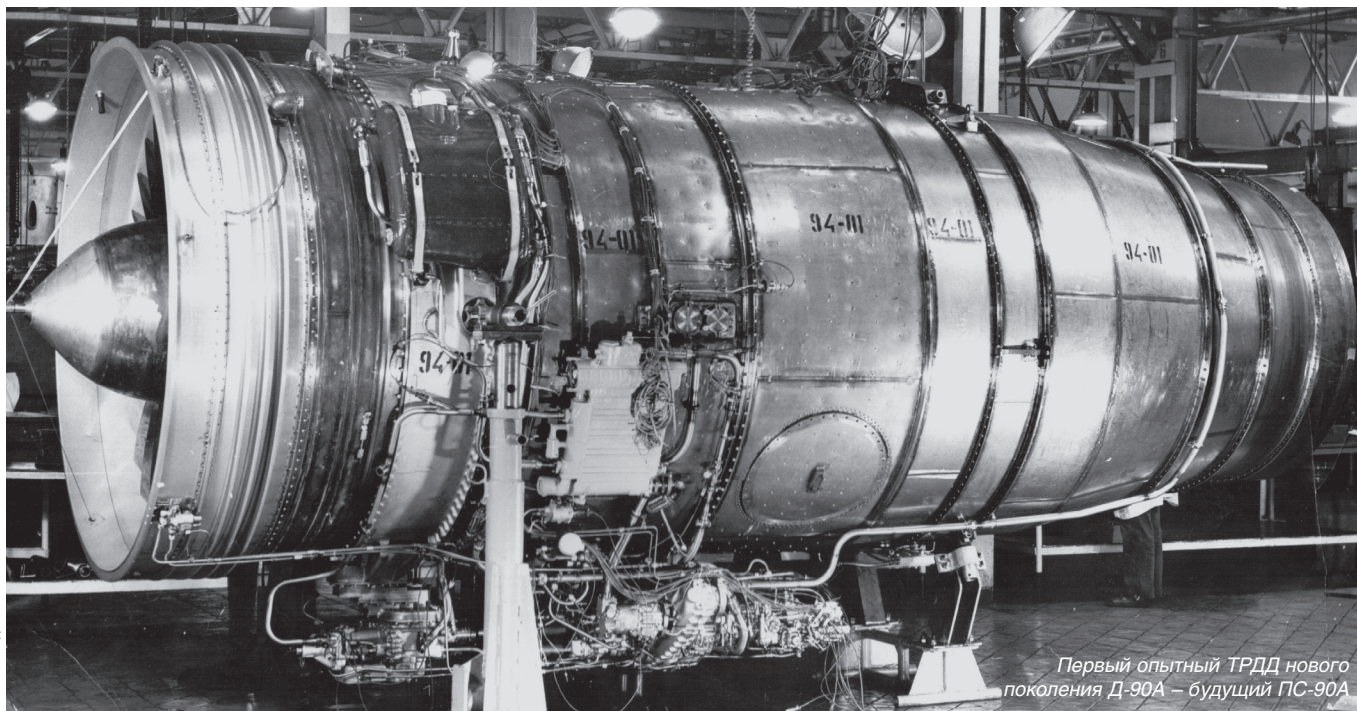
В 1989 г. назначен главным конструктором — первым заместителем Генерального конструктора МКБ. С 1992 г. — первый заместитель Генерального конструктора — генеральный директор, главный конструктор АО «Авиадвигатель». 19 января 1995 г. приказом Государственного комитета Российской Федерации по оборонным отраслям промышленности назначен Генеральным конструктором АО «Авиадвигатель».

Лауреат премии Ленинского комсомола. Награжден орденом «Знак Почета».



Д-30КУ-154 для модернизированного авиалайнера Ту-154М

Серийный выпуск авиационных двигателей, разработанных ОКБ-19 – МКБ – ОАО «Авиадвигатель»		
Тип двигателя	Годы выпуска	Кол-во
М-25	1934–1941	13 888
АШ-62	с 1938	40 361
М-63	1939–1941	3087
АШ-82	1941–1952	57 898
АШ-73	1945–1957	14 310
АШ-21	1947–1955	7636
Д-20П	1958–1976	1900
Д-25В	1959–1981	4538
Д-30	1966–1993	3468
Д-30КУ/КП	с 1972	>8000
Д-30Ф6	1977–1993	1497
ПС-90А	с 1988	>450



ОАО «Авиадвигатель»

Первый опытный ТРДД нового поколения Д-90А – будущий ПС-90А

корпорация, реализуется национальный прорывной проект создания перспективного семейства авиационных двигателей нового поколения и промышленных ГТУ на базе унифицированного газогенератора. Двигателестроительные фирмы страны объединили свои усилия для создания базового двигателя семейства ПД-14 для МС-21. Головной разработчик проекта – КБ «Авиадвигатель».

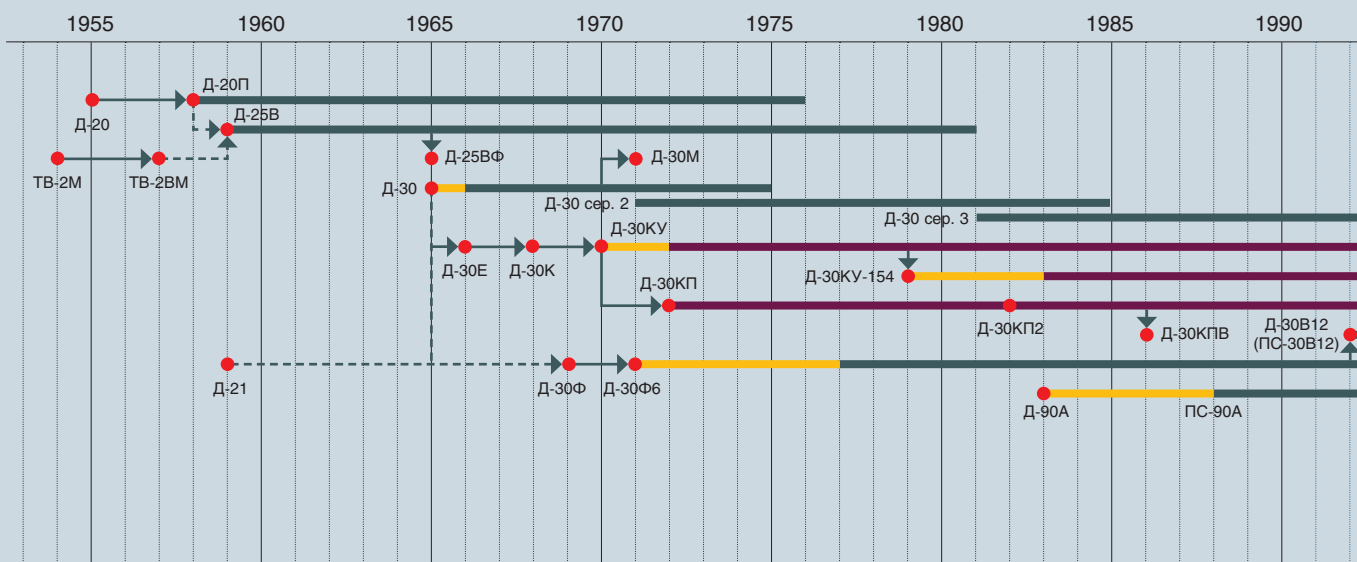
Цель проекта – создать семейство коммерческих двигателей для ближне-среднемагистральных самолетов пассажироместимостью от 130 до 180 мест. Двигатели перспективного семейства по техническим

характеристикам и экономической эффективности должны конкурировать с зарубежными аналогами. Разработка базового авиадвигателя ПД-14 стимулирует развитие отечественной промышленности и науки. Сверхзадача проекта – в кратчайший период устранить технологическое отставание России в газотурбинном двигателестроении. Кроме того, в ходе реализации проекта решаются задачи реструктуризации одной из стратегических отраслей промышленности – авиационного двигателестроения путем вовлечения в проект всех ведущих предприятий, разделения зон ответственности с учетом их сильных сторон и пере-

хода к программно-проектному управлению, соответствующему практике ведущих мировых производителей авиационной техники, создания новейших отечественных материалов и технологий металлургии, а также полимерных композиционных материалов и технологий их производства.

Основная бизнес-идея проекта – разработать отечественный современный эффективный газогенератор высокой степени технического совершенства с параметрами, позволяющими на его базе создать семейство двигателей различных мощностей, которые могут быть установлены на разных видах летательных аппаратов и использо-

Двигатели ОКБ-19 – МКБ – ОАО «Авиадвигатель» (1954–2014)



ваны в наземных установках — газоперекачивающих агрегатах и электростанциях. Унификация газогенератора позволяет обеспечить его массовое изготовление для производства двигателей разного применения и значительно сократить себестоимость каждой из будущих модификаций двигателя.

Кроме того, материалы, технологии проектирования, испытаний, доводки и производства газогенератора не могут быть импортированы из-за рубежа, ибо всегда являются охраняемым ноу-хау страны, тайной за семью печатями, поскольку существенным образом определяют место страны в мировой «табели о рангах».

Инициатива двигателистов была поддержана правительством РФ: двигатель ПД-14 — один из приоритетов федеральной целевой программы «Развитие авиационной промышленности на 2013—2025 гг.».

В разработке двигателя принимают участие все ведущие отечественные предприятия авиадвигателестроения: ОАО «ПМЗ», ОАО «УМПО», ОАО «НПП «Мотор», ОАО «НПО «Сатурн», ФГУП «НПЦ газотурбостроения «Салют», ОАО «СТАР»; отраслевые институты: ЦИАМ, ЦАГИ, ВИАМ, ВИЛС; институты академии наук: ИПСМ РАН, ИМСС УрО РАН и др.

Для того чтобы руководить сложнейшим процессом совместного производства двигателя в современных условиях, специалисты конструкторского бюро «Авиадвигатель» как головного предприятия сами должны быть первоклассными профессионалами. В КБ, как и прежде, открыто решаются актуальные, порой проблемные технические вопросы. Для участия в технических совещаниях и научно-технических советах привлекаются веду-

щие специалисты предприятия, молодые сотрудники.

Одними из главных особенностей «Авиадвигателя» являются последовательность в принятии решений, умение мобилизовать творческий потенциал всех — от рабочего до Генерального конструктора. Так обеспечиваются оперативность и адекватность решений конструкторско-технологических вопросов, поскольку сразу можно оценить не только плодотворность идеи, но и возможность ее воплощения.

При реализации проекта параллельно с проектированием двигателя решаются вопросы создания современной и удобной для потребителей системы послепродажного обслуживания: максимально приближенной к клиенту ремонтно-технической базы, удобных логистических схем, предоставления наилучших гарантий и сервиса.

Достигнутые на сегодняшний момент результаты позволяют быть уверенными, что ПД-14 будет конкурентоспособным не только по техническим характеристикам, но и по стоимости летного часа. Для подтверждения летной годности ПД-14 осуществляется специальная квалификация материалов (полуфабрикатов), применяемых в двигателе. Высокие темпы разработки объясняются наличием современной научно-производственной базы, высоким интеллектуальным и профессиональным уровнем специалистов пермской конструкторско-технологической школы, использованием современных ИТ-технологий.

Более 30 лет «Авиадвигатель» планомерно внедряет и активно использует самые современные ИТ-технологии. За это время специалисты предприятия не только изучили и в совершенстве освоили программы и техно-

Иноземцев Александр Александрович

Генеральный конструктор
ОАО «Авиадвигатель» (с 1997),
генеральный директор ОАО «Авиадвигатель»
(с 2001), управляющий директор —
Генеральный конструктор
ОАО «Авиадвигатель» (с 2007)



Родился 9 апреля 1951 г. в г. Камышин Волгоградской области. В 1973 г. с отличием окончил Пермский политехнический институт, получил диплом инженера-механика по специальности «Авиационные двигатели».

С октября 1973 г. работал инженером-конструктором бригады топливной автоматики конструкторского отдела КО-1 Моторостроительного конструкторского бюро, инженером-конструктором-расчетчиком, ведущим инженером (руководителем группы) КО-1.

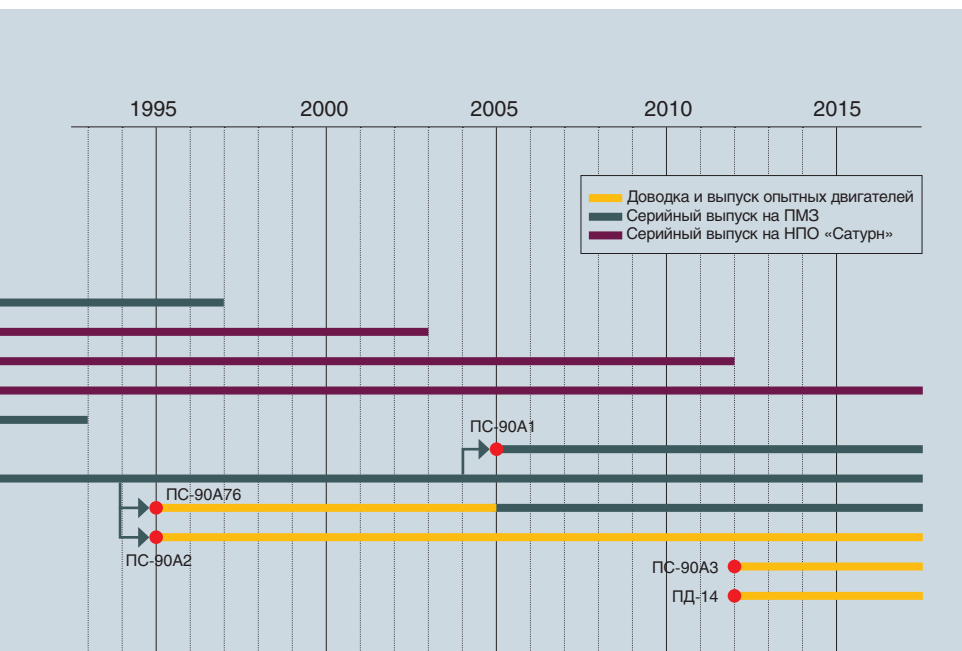
В мае 1983 г. приказом министра авиационной промышленности СССР назначен главным конструктором — первым заместителем руководителя Моторостроительного конструкторского бюро. В августе 1989 г. назначен главным конструктором МКБ по двигателю ПС-90А.

С октября 1995 г. — первый заместитель Генерального конструктора — генеральный директор АО «Авиадвигатель». В сентябре 1997 г. назначен Генеральным конструктором — первым заместителем генерального директора ОАО «Авиадвигатель». 28 июня 2001 г. решением совета директоров назначен генеральным директором — Генеральным конструктором ОАО «Авиадвигатель».

В 2003—2006 гг. одновременно возглавлял предприятия Пермского моторостроительного комплекса в должности генерального директора ЗАО «Управляющая компания «Пермский моторостроительный комплекс».

Доктор технических наук (1999). Зав. кафедрой «Авиационные двигатели» Пермского государственного технического университета (с 2000), профессор. Академик Российской академии наук авиации и воздухоплавания. Член-корреспондент Академии технологических наук РФ.

Лауреат Государственной премии РФ 2000 г. в области науки и техники. Лауреат Премии им. А.Н. Косыгина (2006). Лауреат премии Правительства РФ 2013 г. в области науки и техники. Награжден медалью ордена «За заслуги перед Отечеством» II степени, орденом Почета.





Опытный двигатель ПД-14 на открытом испытательном стенде ОАО «Авиадвигатель»

логии, используемые при проектировании современными зарубежными разработчиками газотурбинных двигателей, но и создали собственную школу вычислительных методов газовой динамики. Разработаны уникальные методики трехмерного стационарного и нестационарного расчетного анализа сложных процессов, происходящих в авиационном двигателе (цифровое моделирование процессов в камере сгорания и расчет выбросов вредных веществ; анализ вибронпряжений в лопатках турбомашин; расчетная оценка теплового состояния охлаждаемых лопаток турбин с учетом процессов теплопередачи при внешнем и внутреннем обтекании газом; расчетная оценка уровня шума, генерируемого двигателем, и другие). Это позволяет «Авиадвигателю» создавать продукцию, способную конкурировать с признанными мировыми брендами.

Для всех двигателей, разрабатываемых в КБ, выпускаются интерактивные электронные руководства по эксплуатации в соответствии с международными стандартами ASDS100D. Целенаправленно внедряются технологии Product Lifecycle Management, предусматривающие информационную поддержку продукции в течение всего жизненного цикла.

Автоматизирован весь цикл выпуска технологических процессов обработки ДСЕ. Количество электронных техпроцессов приближено к 100%. На базе CAD/CAM систем обеспечено трехмерное проектирование

оснастки и обработка на станках с ЧПУ. Отрабатываются методики ведения ТПП на основе аннотированных 3D-моделей деталей без выпуска чертежей. Внедрено в повседневную практику трехмерное нестационарное моделирование процесса заливки и кристаллизации турбинных лопаток.

С 2006 г. в «Авиадвигателе» внедрена в промышленную эксплуатацию система управления данными об изделии Teamcenter фирмы Siemens. Создана единая среда проектирования с абсолютно актуальной информацией по проекту. Внедрены сквозные процессы электронного согласования конструкторской документации.

С 1994 г. используется CAD/CAM система трехмерного проектирования NX (Unigraphics). На каждое проектируемое изделие разрабатывается электронная модель. Структуры в NX и Teamcenter синхронизированы. Такое полнофункциональное внедрение PDM-системы является уникальным для двигателестроительной отрасли России. Вычислительный кластер «Авиадвигателя» является самым мощным среди всех предприятий российского двигателестроения.

Пермское конструкторское бюро обладает современной лабораторно-исследовательской базой, позволяющей обе-



Генеральный конструктор Александр Иноземцев знакомит вице-преьера Дмитрия Rogozina с новыми разработками «Авиадвигателя»

спечить производство и испытания опытных образцов на уровне мировых стандартов. Созданная исследовательская лаборатория прочности металлов и деталей авиационных двигателей аттестована Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии и Межгосударственным авиационным комитетом. В 2011–2012 гг. «Авиадвигатель» совместно с Пермским национальным исследовательским политехническим университетом создали и ввели в строй современные лаборатории композитных материалов и акустических исследований.

Важнейшие научные исследования и опытно-конструкторские работы ведутся предприятием в координации и совместно с ведущими отраслевыми институтами: ЦИАМ, ЦАГИ, ВИАМ. В исследованиях занято 1,5 тыс. высококвалифицированных инженеров (конструкторов, исследователей, расчетчиков), в т.ч. доктора технических наук, кандидаты технических наук, аспиранты.

Численность персонала предприятия сегодня составляет 2600 человек. «Авиадвигатель» сегодня – молодое и высокообразованное предприятие с мощным интеллектуальным потенциалом, заметно отличающееся от других предприятий оборонно-промышленного комплекса: 46% персонала моложе 40 лет, 53% имеет высшее образование. Кадровая политика, проводимая под личным патронажем руководителя предприятия – управляющего директора, Генерального конструктора Александра Иноземцева, позволила не только сохранить интеллектуальный потенциал пермской конструкторской школы, созданный 75-летним трудом предыдущих поколений, но и своевременно обеспечить преемственность поколений – реализовать перевод уникального накопленного опыта газотурбинного двигателестроения на язык современных информационно-вычислительных технологий, обеспечивающий мировой уровень проектирования.

Пермская конструкторская школа внесла общепризнанный вклад в тео-

рию и практику мирового двигателестроения. Классическими образцами, вошедшими в учебники проектирования авиационных двигателей, стали разработанные специалистами пермского двигателестроительного конструкторского бюро поршневого «мотор-долгожитель» АШ-62ИР (он был разработан еще в 1938 г. и до сих пор летает на самолетах Ан-2), первый двухконтурный двигатель Д-20П, первый вертолетный двигатель со свободной турбиной Д-25В, первый двухконтурный форсажный двигатель Д-30Ф6, первая электронная система управления двигателем, высоконапорный компрессор, высокотемпературные турбины.

Многoletний практический опыт проектирования и внедрения в серийное производство, а также наличие собственной конструкторской школы как совокупности интеллектуального потенциала сотрудников, методов и инструментов проектирования, традиций и опыта доводки – основные конкурентные преимущества и источники капитализации ОАО «Авиадвигатель».

В Перми прошел инженерно-промышленный форум

6–7 ноября этого года состоялся первый Пермский инженерно-промышленный форум, партнером которого стало ОАО «Авиадвигатель». Форум, организованный по инициативе губернатора Виктора Басаргина, прошел под патронажем правительства Пермского края.

В работе первого форума приняли участие полномочный представитель Президента РФ в ПФО Михаил Бабич, заместитель Председателя Правительства РФ Ольга Голодец, министр энергетики РФ Александр Новак.

Цель форума – поиск решений для эффективного перехода регионов к новой индустриализации, связанной с разработкой и производством продуктов шестого технологического уклада, который предполагает формирование особой рыночной ниши продуктов «новой экономики».

В выставочной экспозиции форума пермское конструкторское бюро представило новый российский двигатель ПД-14 для самолетов типа МС-21 (головной разработчик – ОАО «Авиадвигатель», серийный производитель – ОАО «Пермский моторный завод»). Создание отечественного конкурентоспособного на мировом рынке двигателя ПД-14 – один из приоритетов государственной программы «Развитие авиационной промышленности на 2013–2025 гг.».

Создание в кратчайшие сроки двигателя, превосходящего по технико-экономическим характеристикам все существующие в данном классе мировые аналоги, стало возможным благодаря тому, что пермское конструкторское бюро ОАО «Авиадвигатель» в течение всей своей

75-летней истории бережно относится к сохранению кадрового потенциала и принимает целенаправленные усилия для обеспечения своевременного притока молодых специалистов с высшим техническим образованием. На предприятии более 10 лет успешно функционирует собственная модель подготовки высококвалифицированных инженеров, которая обеспечивает соответствие приобретаемых студентами компетенций требованиям КБ, преемственность поколений, передачу знаний, быструю адаптацию и ускоренный профессиональный рост молодежи.

«Сохранение, поддержка и развитие инженерных школ в высокотехнологичных отраслях, которые, словно паровоз, вытягивают за собой прочие отрасли промышленности, должна рассматриваться как деятельность в национальных интересах. Ибо инженеры – это те люди, которые создают индустриальную основу цивилизации, превращают мысль, идею в тот продукт, за который платят деньги», – считает управляющий директор – Генеральный конструктор ОАО «Авиадвигатель» Александр Иноземцев.

В рамках инженерно-промышленного форума делегация во главе с Михаилом Бабичем и Александром Новаком посетила независимый энергоцентр ООО «ЛУКОЙЛ-Пермнефтеоргсинтез», созданный на базе энергоблоков ГТЭС-25ПА разработки ОАО «Авиадвигатель». По словам Александра Иноземцева, очень важно, что министр энергетики своими глазами увидел «живую, работающую электростанцию» отечественного производства.

Кроме того, в ходе визита представители правительства осмотрели производственно-испытательный комплекс «Авиадвигателя», газогенератор и двигатель ПД-14, посетили центр акустических исследований предприятия.

«Авиадвигатель» – один из самых современных заводов страны, – оценил увиденное министр энергетики Александр Новак. – Здесь производят не только двигатели для самолетов, но и газотурбинные установки, которые используются предприятиями нефтегазовой отрасли. Планируется, что они будут использованы и в таком крупном проекте, как газопровод «Сила Сибири». Мы обсудили перспективы сотрудничества «Авиадвигателя» с нефтегазовыми компаниями, есть перспективы сотрудничества с электроэнергетическими компаниями. Пермский завод модернизировал свои газотурбинные установки мощностью 25 МВт, есть планы в отношении установок на 34 МВт, которые будут использованы в создании генерирующих мощностей».

Визит завершился совещанием с руководителями промышленных предприятий. «Мы обсудили важные вопросы, включая участие «Авиадвигателя» в программе энергетического развития страны. Ключевым вопросом был двигатель ПД-14, он получил высокую оценку, поскольку собран полностью из российских комплектующих и не зависит от санкций. Есть договоренность, что с техническими специалистами Минэнерго мы решим ряд вопросов и с их заключением выйдем на совещание в министерстве», – прокомментировал визит Александр Иноземцев.

ПС-90А

Алексей ЗАХАРОВ

СЕМЕЙСТВО ДВИГАТЕЛЕЙ ДЛЯ ПАССАЖИРСКИХ И ТРАНСПОРТНЫХ САМОЛЕТОВ

Созданный в Перми под руководством Генерального конструктора П.А. Соловьева двигатель ПС-90А считается одним из важнейших достижений российской авиапромышленности конца прошлого века. По заданному уровню термодинамических и удельных параметров он соответствовал нормам научно-технического уровня 90-х гг. и не уступал по основным данным и параметрам рабочего процесса лучшим зарубежным аналогам. ПС-90А проектировался как унифицированный двигатель для установки на самолеты Ил-96 и Ту-204, а также как базовый с целью создания модификаций для широкого диапазона использования. Сегодня, спустя 30 лет после начала испытаний, двигатели ПС-90А в нескольких модификациях находятся в серийном производстве и устанавливаются на новые авиалайнеры Ту-204/214, Ил-96, транспортные Ил-76МД-90А и ряд самолетов специального назначения. Суммарная наработка двигателей этого типа превысила 3,5 млн ч.

Как родился ПС-90А

В 70-е гг., несмотря на большую нагрузку текущими работами по сопровождению и модернизации двигателя Д-30 и разработке Д-30Ф6, пермское моторостроительное КБ продолжало работать «на опережение». В числе перспективных тем был двигатель для пассажирских и

транспортных самолетов тягой до 14 тс. Его судьба оказалась тесно связанной с последними в истории СССР лайнерами Ту-204 и Ил-96, причем роль «буксира» для нового пермского мотора сыграла туполевская машина.

Эскизные проработки самолета, который должен был прийти на смену «рабо-

чей лошадке» советской гражданской авиации Ту-154, шли с начала 70-х гг. Министерство авиационной промышленности СССР поставило перед разработчиками задачу: достичь на этих машинах мирового уровня экономичности, шума и эмиссии, а также обеспечить конкурентоспособность с лучшими образцами зарубежных фирм Boeing, Lockheed и Airbus. Естественно, большое внимание уделялось и силовой установке будущего лайнера.

Уровни шума и эмиссии должны были соответствовать перспективным нормам ICAO. Для обеспечения заданных характеристик требовалось создание турбовентиляторных двигателей большой степени двухконтурности, оснащенных звукопоглощающими конструкциями в газовоздушном тракте, электронными системами управления и контроля. Сама конструкция двигателя должна была обеспечивать принцип модульности — замены вышедшего из строя узла без разборки всего двигателя.

На роль двигателя для преемника Ту-154 претендовали как модернизированные пермские Д-30, так и проекты других КБ. Не без влияния зарубежных широкофюзеляжных самолетов DC-10 и L-1011 для будущего Ту-204 была выбрана компоновка с тремя двигателями – двумя под крылом и одним – в основании кия. Несмотря на весьма жесткую конкуренцию среди двигателей, для самолета был выбран перспективный пермский Д-90 с тягой 12,5 тс, который был проработан глубже других проектов. Это решение было узаконено постановлением Совета Министров СССР №782-230 от 11 августа 1981 г.

В 1982 г. состоялось утверждение эскизного проекта самолета, а несколько позже – заседание макетной комиссии.

Первоначально пермские конструкторы выбрали для Д-90 для исходного трехдвигательного варианта самолета Ту-204 трехвальную схему. Были выпущены общий вид двигателя, чертежи основных узлов, в производстве начато изготовление деталей компрессора высокого давления (КВД). В ходе дальнейших конструкторских проработок, оценки параметров термодинамического цикла, сравнительных расчетов различных схем было решено разрабатывать двигатель по двухвальной схеме. Тогда же произошло разделение на варианты: Д-90 (тяга 13 300 кгс, удельный расход топлива 0,605 кг/кгс·ч) – для Ту-204 и Д-90А (14 750 кгс, 0,615 кг/кгс·ч) – для Ил-96.

В процессе перехода от трехвального варианта к окончательной конфигурации Д-90А было спроектировано несколько других – с газогенераторами как в размерности Д-30КУ, так и Д-30. Они носили обозначения Д-91, Д-90УТ, Д-90УН, Д-90Е и др. Принятый в дальнейшую разработку вариант двигателя имел газогенератор в размерности Д-30 с 13-ступенчатым компрессором и двумя подпорными ступенями на валу вентилятора.

Однако в существующем на тот момент виде проект нового туполевского лайнера с соловьевскими двигателями не устраивал пришедшего в начале 1981 г. на пост министра авиационной промышленности СССР Ивана Силаева. Он придавал большое значение как ускорению создания новых лайнеров, так и их конкурентоспособности с реализуемыми на тот момент зарубежными проектами – Boeing 757 и Airbus 310. В результате новый Ту должен был стать двухдвигательным.

Это ставило перед пермскими моторостроителями серьезную задачу. Двигатель должен был «подрасти» по тяге до 16 тс,

сохраняя при этом высокую экономичность (удельный расход на крейсерском режиме 0,595 кг/кгс·ч), надежность, а также сниженные по сравнению с предыдущими двигателями эксплуатационные расходы. Коллектив разработчиков во главе с Павлом Соловьевым положился на имеющийся к тому времени научно-технический задел и принял вызов.

В конце 1982 г. Миновиапром объявил новый конкурс. Теперь требовалось создать унифицированный двигатель с тягой 16 тс для уже двухдвигательного среднемагистрального самолета Ту-204 и четырехдвигательного дальнемагистрального самолета Ил-96-300. В конкурсе приняли участие пермский Д-90 с увеличенной с 13 300 до 16 000 кгс тягой и НК-64 (модификация трехвального двигателя НК-56) с уменьшенной с 18 000 до 16 000 кгс тягой разработки куйбышевского КБ Н.Д. Кузнецова.

Ближе к концу 1983 г. техническое задание на двигатель, получивший обозначение Д-90А, было утверждено на коллегии МАП. К декабрю 1983 г. был собран и поставлен на испытательный стенд первый полноразмерный двигатель. При его доводке использовалось 65 экспериментальных и стендовых установок. Это позволило получить на первом же двигателе характеристики, близкие к расчетным.

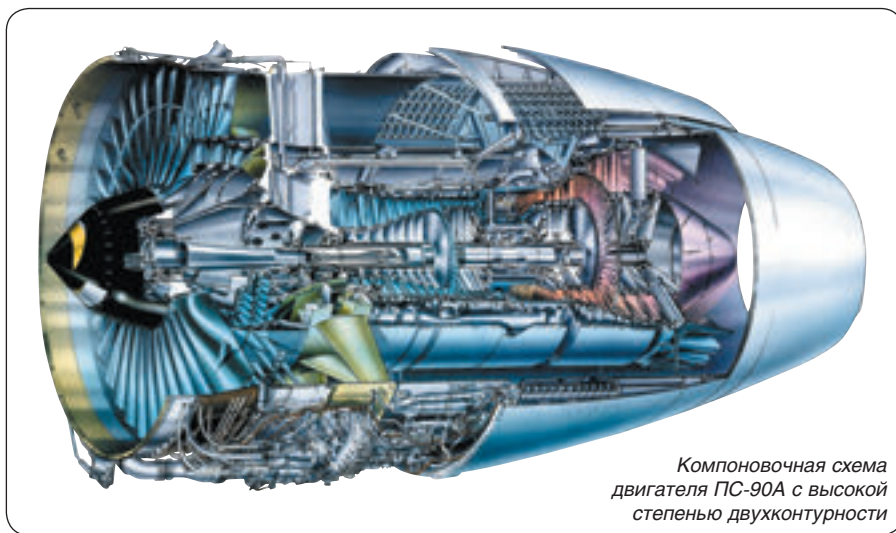
В июне и декабре 1984 г. второй экземпляр двигателя прошел сравнительные испытания с НК-64 в термобарокамере ЦИАМ. Испытания показали превосходство двигателя Павла Соловьева по удельному расходу топлива (Д-90А – 0,609 кг/кгс·ч, НК-64 – 0,635 кг/кгс·ч). Это преимущество было достигнуто благодаря высоким параметрам пермского двигателя: степень двухконтурности Д-90А составляла 4,4, а у НК-64 – 4,1;

степень сжатия в компрессоре Д-90А – 35,5, у НК-64 – 27.

В марте 1985 г. конкурсная комиссия признала победителем двигатель Д-90А. У него, по сравнению с НК-64, был меньший на 3,5% удельный расход топлива, а весил он на 150 кг меньше. В конце того же года была составлена комплексная программа развития Д-90А, предусматривавшая изготовление до 1989 г. 52 двигателей и выполнение комплекса сертификационных работ для обеспечения его летной годности.

Постановление Совета Министров СССР, которым задавалась разработка Ту-204 с двумя двигателями Д-90А, появилось в начале 1986 г. Тогда же было принято решение о том, что магистральный самолет Ил-96 также будет оснащаться пермскими двигателями (в варианте Д-90АН, но позже двигатели для обоих самолетов будут унифицированы).

В пермском КБ развернулись работы по доводке двигателя с целью увеличения долговечности и надежности, снижения массы. Одновременно Пермское ПО «Моторостроитель» им. Я.М. Свердлова (в настоящее время – «Пермский моторный завод») начало подготовку к серийному выпуску нового двигателя. Это потребовало серьезно переоснащения производства и освоения новых технологических процессов. Для изготовления турбинных лопаток – самого сложного компонента современных двигателей – завод применил такие передовые технологии, как огнеупорные керамические формы, газостатирование и газотранспортное нанесение специальных покрытий, напыление теплозащитных покрытий и др. Появились новые промышленные установки, серьезной модернизации подвергалось уже имеющееся оборудование.



Компоновочная схема двигателя ПС-90А с высокой степенью двухконтурности

ОАО «Авиадвигатель»

Со второй половины 80-х гг. в авиации, как и во всей советской экономике, начали развиваться деструктивные процессы. Тем не менее, ильюшинцам и туполевцам удалось довести свои проекты до стадии реализации «в металле». Опытный Ил-96-300 впервые взлетел 28 сентября 1988 г., а первый Ту-204 – 2 января 1989 г. Оба самолета подняли в воздух двигатели ПС-90А. Такое обозначение пермский мотор получил в 1987 г., чем было увековечено имя его создателя – Павла Соловьева. Примечательно, что первый взлет Ил-96-300 выполнил с Центрального аэродрома Москвы (Ходынка), после чего он перелетел на аэродром ЛИИ в Жуковском над московскими и подмосковными жилыми массивами. Это свидетельствовало о том доверии, которое было оказано не только новому «Илу», но и результатам работы пермских двигателистов.

Испытания на стендах и в составе опытных самолетов позволили пермякам 3 апреля 1992 г. получить на ПС-90А сертификат типа №16-Д Авиационного регистра Межгосударственного авиационного комитета (АР МАК). Оснащенные этими двигателями самолеты Ту-204, Ил-96-300 и модифицированные Ил-76 соответствуют нормам Международной организации гражданской авиации ИКАО по шуму на местности и эмиссионным выбросам.

Доводка и освоение серийного производства ПС-90А пришлось на самый сложный период новейшей истории нашей страны. Спроса на новые отечественные самолеты практически не было – авиаперевозчики «добывали» парк, доставшийся от советских времен. Соответственно, крайне невелики были заказы и на новый двигатель. За пять лет – с 1996 по 2001 г. – не было поставлено ни одного ПС-90А... Тем не менее, процесс доводки и совершенствования двигателя шел. К середине 2003 г. десять эксплуатантов использовали уже 74 двигателя ПС-90А.

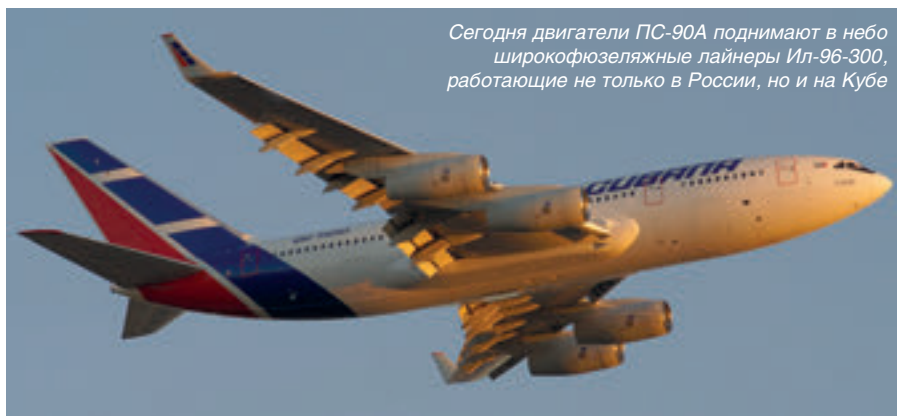
Первый опыт эксплуатации, как всегда бывает, выявлял «детские болезни» нового двигателя. Выходили из строя элементы конструкции, случались утечки масла и топлива, двигатель самопроизвольно выключался... Создатели двигателя на это отвечали оперативными доработками конструкции и повышением качества изготовления. На ПС-90А появились модифицированные вентилятор и компрессор низкого давления (КНД), что улучшило стабильность газодинамических параметров двигателя. Ротор компрессора высокого давления был дора-

ботан, что повысило его надежность и увеличило ресурс. Внедрялись новые технологии, позволявшие, в т.ч., улучшить ремонтпригодность отдельных узлов двигателя. Совершенствовались методы контроля, позволяя диагностировать развитие дефектов на самых ранних стадиях.

Процесс доводки двигателя в первый период эксплуатации, в общем, является стандартным для практики мирового и отечественного моторостроения. А вот другое изменение в программе ПС-90А, которое было реализовано в 1997 г., было для нашего авиапрома революционным. Концепция эксплуатации двигателя изначально подразумевала управление

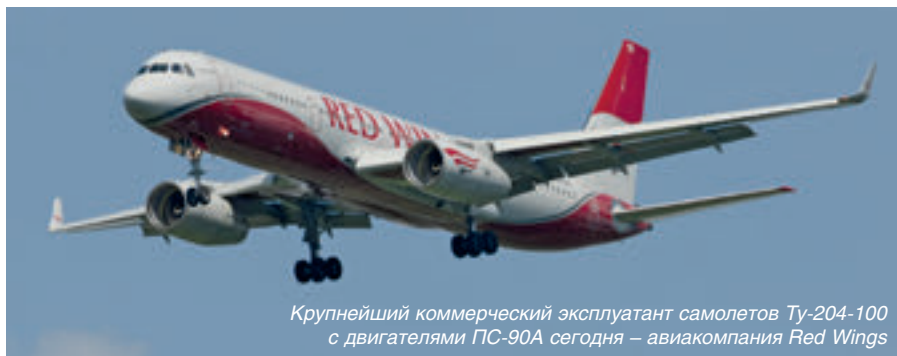
са. Поскольку реальные условия полетов отличались от заложенных в ТЗ и при проектировании (увеличенная протяженность маршрутов и, как следствие, меньшее относительное время работы двигателя на взлетных режимах), резервы имелись. За их счет в период с 1993 по 1997 г. назначенный ресурс ПС-90А был поэтапно увеличен с 1000 до 5000 ч.

Однако на этом возможность увеличения ресурсных показателей двигателя «уперлась» в циклические ресурсы. Ситуацию усугубили начавшиеся в 1996 г. регулярные коммерческие полеты Ту-204. Это самолет работал на менее протяженных, нежели Ил-96-300, трассах, и



Сегодня двигатели ПС-90А поднимают в небо широкофюзеляжные лайнеры Ил-96-300, работающие не только в России, но и на Кубе

Mark Kryst



Крупнейший коммерческий эксплуатант самолетов Ту-204-100 с двигателями ПС-90А сегодня – авиакомпания Red Wings

Алексей Михеев

ресурсом по так называемой первой стратегии, т.е. традиционное установление фиксированных ресурсов в моточасах. Однако начавшаяся в 1993 г. регулярная эксплуатация на дальних маршрутах самолетов Ил-96-300 поставила авиакомпанию в не слишком приятную ситуацию. При средней продолжительности полета в 10 и более часов начального ресурса в моточасах хватало ненадолго. При этом процедура увеличения назначенных и межремонтных ресурсов, существовавшая еще с середины века, требовала больших затрат – финансовых, временных и трудовых, поскольку подразумевала проведение длительных (ресурсных) стендовых испытаний двух двигателей для подтверждения увеличения ресур-

потому имел другое («неблагоприятное») соотношение часового и циклического ресурсов.

В рамках традиционной стратегии требовалась длительная доводка двигателя с подтверждением результатами стендовых испытаний. Для выхода из этого тупика «Авиадвигатель» предложил впервые в российском двигателестроении перейти к эксплуатации «по техническому состоянию». В разработке новой стратегии приняли участие специалисты ЦИАМ, ГосНИИ ГА и АР МАК. Общие усилия принесли быстрый результат. Уже в начале 1997 г. ПС-90А получил Дополнение к Сертификату типа №16-Д/11, которым вводилась так называемая Стратегия №2 управления ресурсом двигателя. Новый

подход подразумевал отсутствие назначенного ресурса «двигателя в целом» на основе установления назначенного ресурса основным деталям (ОД). При этом опережающие циклические испытания ОД можно было проводить на установках поузловой доводки, без того, чтобы «гонять» на стендах полномасштабные двигатели. Кроме того, это позволяло избирательно поднимать ресурс критичных элементов, выявленных в реальной эксплуатации ПС-90А.

Переход на новую стратегию позволил разработчику снизить затраты на увеличение ресурса. Авиаперевозчики же получили возможность эксплуатировать

практически достигли максимальных для существующей типовой конструкции ресурсов. На практике новая стратегия позволила лидерным двигателям к тому же моменту (конец 2003 г.) достичь наработки без отправки в ремонт на уровне 7,5 тыс. ч.

Еще одним новшеством, направленным на улучшение эксплуатационных характеристик ПС-90А, стала автономная система контроля и регистрации параметров двигателя АСК-90. Основным ее отличием от штатных самолетных систем регистрации и контроля была высокая частота опроса датчиков и систем, которая достигает 50 Гц. Это позволяло не

Система АСК-90 прошла полный комплекс сертификационных испытаний на борту и начала устанавливаться на самолеты Ту-204, начиная с машины №64026, и Ту-214, начиная с №64506. Доработка самолетов, введенных в эксплуатацию ранее, выполнялась по бюллетеням.

**ПС-90А-76 и ПС-90А1:
для транспортной и специальной авиации**

Совершенствование ПС-90А не перекрывало весь спектр требований и желаний заказчиков, поэтому неизбежным было появление модификаций. Наиболее значимой из них можно считать двигатель ПС-90А-76. Его появление позволило



Первый самолет Ил-76МД-90А ульяновского производства с двигателями ПС-90А-76

Евгений Ерохин

ПС-90А так же, как и западные авиационные двигатели – т.е. в пределах назначенных циклических ресурсов ОД без ограничения часовой наработки, без фиксированных ресурсов двигателя и регламентированных съёмов для ремонта. Введению новой стратегии способствовала модульность конструкции ПС-90А. Она позволяла менять модули, имеющие относительно меньший ресурс и исчерпавшие его, без снятия двигателя.

Новая стратегия дала результат. В результате планомерных и последовательных усилий разработчиков уже к концу 2003 г. было получено шесть Дополнений к Сертификату типа (№16-Д/15, 16, 17, 19, 20, 21). Эти документы подтверждали, что все основные детали и узлы ПС-90А

только оперативно реагировать на критичные изменения в работе двигателя непосредственно в полете, но и выявлять в ходе послеполетного контроля угрозы отказов, проявляющиеся в виде быстро протекающих процессов, которые штатные системы регистрации просто «не видят» вследствие низкой частоты фиксации параметров. Кроме того, АСК-90 давала дополнительные возможности по распознаванию отказов электронных агрегатов двигателя (САУ-90 и БСКД-90). Это, в свою очередь, приводило к снижению частоты досрочных съёмов этих агрегатов и, как следствие, к уменьшению эксплуатационных расходов на поддержание летной годности самолетов, оснащенных двигателями ПС-90А.

пермским двигателестроителям увеличить число типов самолетов, оснащенных двигателями ПС-90, причем за счет популярного у военных и гражданских эксплуатантов и имеющего неплохие перспективы транспортного Ил-76.

Толчком к созданию ПС-90А-76 стали планы ВВС России по ремоторизации части парка Военно-транспортной авиации. Результатом стало появление опытного самолета Ил-76МД-90 (РА-78854), который в 2005 г. вместо двигателя Д-30КП (также пермской разработки) получил ПС-90А-76. К сожалению, финансовые ограничения не позволили тогда российскому Минобороны приступить к массовой ремоторизации его парка Ил-76МД.

Но эстафету подхватили коммерческие эксплуатанты Ил-76.

Ужесточение международных нормативов по шуму на местности и эмиссии ставило под угрозу возможность эксплуатации самолетов типа Ил-76 за рубежом, поскольку Д-30КП новым ограничениям уже соответствовать не мог. Один из крупнейших мировых авиационных грузоперевозчиков – «Волга-Днепр» – быстро среагировал на изменение условий и разместил заказ на пять модернизированных Ил-76ТД-90ВД с двигателями ПС-90А-76 и более современной авионикой. Еще два Ил-76ТД-90 с подобными двигателями получила азербайджанская авиакомпания Silk Way Airlines.

Поскольку максимальная взлетная масса Ил-76 меньше, чем у Ил-96-300, появилась возможность снизить тягу, которая у ПС-90А для данного случая избыточна. «Транспортная» версия пермского двигателя имеет тягу 14,5 тс. Это позволило увеличить ресурс, а также уменьшить уровень шума и количество вредных выбросов. Впрочем, при необходимости (рост максимальной взлетной массы носителя или ужесточение требований к его взлетно-посадочным характеристикам) имеется возможность вернуть тягу к прежнему значению – 16 тс.

В конце 2003 г. ПС-90А-76 был сертифицирован Авиарегистром МАК (Дополнение к Сертификату типа №16-Д/22) и с 2004 г. выпускается серийно Пермским моторным заводом.

Двигатели ПС-90А-76 нашли применение также на модифицированных транспортных Ил-76МФ с удлиненным фюзеляжем и возросшей грузоподъемностью. Помимо одного опытного самолета, были изготовлены два серийных Ил-76МФ, поставленных в Иорданию. Применяются они и на самолетах дальнего радиолокационного обнаружения и управления А-50ЭИ, эксплуатируемых ВВС Индии. В эту страну уже поставлено три таких комплекса, оснащенных двигателями ПС-90А-76, и ведется изготовление двух следующих.

Ну, а главные перспективы ПС-90А-76 сегодня связаны с глубоко модернизированным транспортным самолетом Ил-76МД-90А («476»), серийный выпуск которого в настоящее время разворачивается на ЗАО «Авиастар-СП» в Ульяновске. Опытный самолет такого типа впервые взлетел в сентябре 2012 г., а в ноябре этого года состоялась поставка заказчику первого серийного Ил-76МД-90А. Российским Минобороны уже заказаны 39 самолетов Ил-76МД-90А с двигателями ПС-90А-76, ожидается крупный

контракт на самолеты-заправщики на базе Ил-76МД-90А, на основе этой платформы ведется создание ряда специальных версий. Большой интерес к самолету Ил-76МД-90А и его коммерческой версии Ил-76ТД-90А проявляют ряд других потенциальных заказчиков, в т.ч. МЧС России.

Если у версии ПС-90А-76 для самолетов типа Ил-76 тяга была уменьшена, то с модификацией ПС-90А1 все обстояло наоборот. Она создавалась под «грузовик» Ил-96-400Т, который по сравнению с прототипом (Ил-96-300) имел увеличенную взлетную массу. Вследствие этого тяга двигателя выросла до 17 400 кгс, причем она сохранялась до температуры наружного воздуха +25°C. Несмотря на существенный рост тяги, разработчикам удалось удержать двигатель в рамках международных требований к уровню вредных выбросов. Поскольку прогнозируемые объемы выпуска ПС-90А1 невелики, внесение существенных изменений в конструкцию двигателя было признано нецелесообразным. Дополнение к Сертификату типа №16-Д/29 на двигатель ПС-90А1 было получено 28 декабря 2007 г.

В авиакомпании «Полет» в течение нескольких лет успешно эксплуатировались три грузовых самолета Ил-96-400Т с двигателями ПС-90А1. В настоящее время они проходят переоборудование в специальные версии для государственных заказчиков. Подобную конверсию уже претерпел в этом году и четвертый изготовленный Ил-96-400Т с ПС-90А1, превратившийся в самолет-салон Ил-96-400ВПУ.

ПС-90А2 и ПС-90А3: с зарубежными партнерами и без них

Разработка глубоко модернизированного ПС-90А2 имела целью создание двигателя, полностью соответствующего авиационным правилам АП-33 и АП-34. Поскольку они гармонизированы с зарубежными требованиями (американскими FAR-33 и европейскими JAR-33), новая версия двигателя «автоматически» соответствовала мировым стандартам. Помимо этого, ПС-90А2 отличался от прототипа повышенной надежностью, а также более чем на треть сниженной стоимостью жизненного цикла.

В работе над этим проектом участвовала компания Pratt & Whitney. В результате этого сотрудничества пермским моторостроителям удалось познакомиться с методиками и технологиями проектирования партнера, а также привлечь западных производителей комплектующих изделий для ПС-90А2.

Объем конструкторских и экспериментальных работ, выполненных при разработке и последующей сертификации двигателя ПС-90А2, сопоставим по масштабам с процессом создания двигателя «с нуля». Усилиями специалистов пермского КБ на ПС-90А2 появилось много модифицированных узлов и систем, а большинство оставшихся от прототипа модифицированы до неузнаваемости. Например, в отличие от ПС-90А, модификация А2 получила новую турбину высокого давления. Ее рабочие лопатки стали монокристаллическими. В сочетании с применением для их изготовления жаростойкого сплава ЖС-36МОНО это позволило заметно увеличить ресурс ТВД, которая работает в наиболее жестких условиях, какие только существуют в двигателе, а также повысить ее КПД. Кроме того, новая ТВД в сочетании с другими элементами конструкции ПС-90А2 дает возможность в случае необходимости повысить тягу двигателя до 18 тс.

Полностью обновилась система управления двигателем, его цифровой электронный регулятор и бортовая система контроля двигателя. Они получили новую архитектуру и программное обеспечение, а также новую элементную базу. За счет этого не только увеличилась надежность и ресурс самих САУ и БСКД. Оптимизация законов управления и их реализация с высокой точностью обеспечили заметное повышение эксплуатационных характеристик двигателя в целом.

Для реализации жестких требований по отказобезопасности, прописанных в АП-33, специалисты «Авиадвигателя» применили передовые конструктивные и технологические решения, которые обеспечили локализацию обрыва рабочей лопатки вентилятора «под корень».

Впервые в практике пермского КБ проведены 150-часовые испытания в соответствии с требованиями АП-33, жестко регламентирующими работу двигателя на повышенных и чрезвычайных режимах. В частности, ПС-90А2 должен был подтвердить способность в течение 18 ч 45 мин работать на взлетном режиме – с максимальными частотами вращения роторов высокого и низкого давления и температурой газа перед турбиной, и в течение 45 ч – при предельных параметрах режима набора высоты. При этом тяговые характеристики двигателя не должны быть меньше заданных техническими требованиями.

Перечень отличий ПС-90А2 от предшественника велик. В него входят звукопоглощающие конструкции второго поколения, пневматические агрегаты

топливной системы (что повысило уровень пожарной безопасности), модифицированная система охлаждения ТВД, новый подшипниковый узел турбины, камера сгорания с новым термозащитным покрытием и т.д. ПС-90А2, в отличие от других версий ПС-90А, получил Сертификат типа №309-АМД от 29 декабря 2009 г. по АП-33.

Параллельно с проведением работ по сертификации Пермский моторный завод вел подготовку к серийному производству ПС-90А2. Традиционно

сокращает этап подготовки, освоения и этап квалификационных испытаний новых двигателей.

Получению сертификата типа предшествовали летные испытания. Они проводились на борту самолета Ту-204-100В. Доработки летающей лаборатории были минимальными – этому способствовали относительная простота интерфейса системы управления двигателем и штатно встроены в него средства регистрации параметров с высокими возможностями. Помимо специалистов раз-

ла надежность, стоимость жизненного цикла, несмотря на рост себестоимости, по сравнению с ПС-90А, уменьшилась на 37%.

Первоначально ПС-90А2 планировали устанавливать на модернизированные авиалайнеры Ту-204СМ новой постройки. В планах пермяков была и замена на ПС-90А2 ранних версий ПС-90А, установленных на ранее выпущенных самолетах «Ту» и «Ил». Специалисты КБ «Авиадвигатель» продолжали совершенствование своего детища (в частности, вырос запас по температуре турбинного узла).

В 2011 г. сертифицирован авиационный двигатель ПС-90А3 – модификация сертифицированного в 2009 г. двигателя ПС-90А2. Новая разработка пермского КБ сохранила все преимущества ПС-90А2 относительно базового двигателя: высокий запас по температуре газа за турбиной, более высокие ресурсы основных деталей, более совершенная САУ. ПС-90А3 предназначен для замены базового ПС-90А на крыле самолетов Ту-204/214, а также для оснащения Ту-204СМ. Это заинтересует авиакомпания, имеющие в своем авиапарке оба типа самолетов. Разработка унифицированного ПС-90А3 – уникальная возможность с относительно небольшими затратами использовать технологии и конструктивные решения, внедренные специалистами пермского КБ при создании авиадвигателя ПС-90А2.

Потенциальным эксплуатантам ПС-90А3 дает двукратное увеличение межремонтной наработки, снижение стоимости летного часа и трудоемкости технического обслуживания на 30%. Трудоемкость технического обслуживания сокращается до 0,2 человеко-часа на час полета. Существенно сокращается время простоев, обусловленных заменой двигателя. Время нахождения двигателя в ремонте за жизненный цикл снижено почти в 2,5 раза (50 и 22 месяца соответственно). Запас по температуре позволяет поддерживать высокую тягу двигателя по мере выработки ресурса. Высокая стабильность КПД основных узлов двигателя (в первую очередь, ТВД) позволяет снизить расход топлива на 4% за 10 тыс. часов наработки двигателя.

ПС-90А3 получил Дополнение к сертификату типа №16-Д/34 от 20 января 2011 г. При этом сертифицирован он по требованиям НЛГС-3. Стремясь побыстрее дать эксплуатантам более совершенный двигатель, пермские конструкторы просто не успели «обойти» конструктивные решения, защищенные патентами американского экс-партнера.



На сборке – очередной ПС-90А

Алексей Михеев

«Авиадвигатель» привлекает своего главного партнера – ПМЗ – к изготовлению опытных деталей и узлов на самых ранних стадиях создания двигателей. Сертификационные испытания практически всегда проходят двигатели, полностью изготовленные и собранные в серийном производстве ПМЗ, что резко

работчика и производителя ПС-90А2 в испытаниях приняли участие представители ОАО «Туполев», ГосНИИ ГА, а также производителя Ту-204 – ульяновского завода «Авиастар-СП».

Двигатель ПС-90А2, что называется, получился. Трудоемкость обслуживания снизилась вдвое, в полтора–два раза вырос-



Будущее двигателей семейства ПС-90А сейчас связывают с вариантом ПС-90А-76 для новых транспортных самолетов Ил-76МД-90А и их различных специальных модификаций

Алексей Михеев

В частности, не удалось реализовать полноценную защиту при отрыве лопатки вентилятора «целиком» – ПС-90А3 гарантирует безопасное разрушение только при отрыве надпочечной части лопатки. Однако КБ «Авиадвигатель» продолжает работать над этими проблемами, и можно надеяться, что задача сертификации новой версии ПС-90А по нормам АП-33 в недалеком будущем будет решена.

Еще в ходе сертификации ПС-90А3 на его основе началась разработка его модификаций ПС-90А3-76, ПС-90А3-1. Они предназначены для замены двигателей ПС-90А-76 и ПС-90А1 соответственно.

Появление новой версии означало «возвращение к истокам», к концепции универсального двигателя, которую закладывал еще в Д-90 его создатель Павел Соловьев. Однако разработчики самолетов не всегда думали о мотористах. В ходе создания новых версий летательных аппаратов обеспечивалась взаимозаменяемость двигателей по посадочным местам.

Для решения этих проблем и появился ПС-90А3. Он должен «вставать» без доработки борта как на Ту-204/214, так и на самолеты семейства Ил-96 и различные версии Ил-76, но при этом трудозатраты на «подгонку» двигателя под конкретный тип самолета должны быть минимальными. При этом на самолете не обязательно менять все двигатели сразу – ПС-90А3 способен работать «в одной упряжке» с двигателями всех предыдущих версий. Это позволит эксплуатантам переводить свой парк на

более совершенный вариант двигателя с минимальными затратами.

Нереализованные проекты

Разговор о модификациях ПС-90А был бы неполон без упоминания версий, которые по тем или иным причинам (в подавляющем большинстве случаев, из-за прекращения разработки самолетов, для которых эти двигатели были предназначены) не вышли из стадии создания чертежей, а то и эскизов. Кратко перечислим некоторые из них.

ПС-90П. Проработка в рамках возможного сотрудничества с компанией Pratt & Whitney, выполненная в середине 90-х гг. Предполагалось повысить степень двухконтурности и тягу двигателя за счет установки вентилятора увеличенного диаметра.

ПС-90А-42. Проработка в интересах программы создания поисково-спасательной амфибии А-42. Модификация двигателя заключалась в его «оморачивании» (повышении коррозионной стойкости в условиях морского тумана и мерах защиты от попадания воды на вход двигателя при взлете и посадке), изменении узлов подвески и стыковки с самолетными системами. Тяга была ограничена величиной 14,5 тс, реверс тяги не предусматривался.

ПС-90А-154. Проработка в интересах проекта ОАО «Туполев» по модернизации самолетов семейства Ту-154 с заменой трех двигателей на два большей тяги и соответствующей доработкой хвостовой части самолета. Замена

трех Д-30КУ-154 (также пермской разработки) на два ПС-90А-154 обещала снижение расхода топлива на 15%, а также полное соответствие требованиям ИСАО по шумам на местности и эмиссии. Изменения включали новые узлы подвески (слева и справа по бокам хвостовой части фюзеляжа), а также доработку узлов стыковки с самолетными системами. Проект самолета (иногда его называют Ту-154М2) из стадии эскизного проектирования не вышел.

ПС-90АК. Проработка в интересах проекта ОАО «Туполев» по созданию самолета Ту-204К, использующего в качестве топлива сжиженный природный газ (продолжение работ по темам Ту-155 и Ту-156). Изменения включали модернизацию топливной системы и камеры сгорания под газообразное топливо, а также изменения программного обеспечения управляющей электроники двигателя. Проект Ту-204К реализован не был.

ПС-90А-10. Проработка в интересах проекта Ту-334-200, предусматривавшего увеличение пассажироместности (за счет вставки в фюзеляже) и применение нового крыла увеличенной площади. Изменения двигателя включали снижение тяги до 10,5 тс, новые узлы подвески (по бокам хвостовой части фюзеляжа, слева и справа), а также доработку узлов стыковки с самолетными системами. Проект Ту-334-200 не дошел до стадии детальной проработки вследствие коммерческого провала базовой версии – Ту-334-100.

ПС-90А-12. Проработка в интересах проекта Як-242 (он послужил основой для раз-

работки в дальнейшем самолета МС-21) и Як-46. Изменения включали снижение тяги до 12 тс, а для Як-46 – новые узлы подвески. Оба проекта ОКБ им. А.С. Яковлева не вышли из стадии эскизных проработок.

Помимо «летающих» модификаций ПС-90А, на базе газогенераторов двигателей этого семейства разработано несколько видов газотурбинных установок для газоперекачивающих агрегатов и для электростанций.

Состояние и перспективы

На ноябрь 2014 г. в эксплуатации в России и за рубежом находилось 253 двигателя семейства ПС-90А: 181 – на самолетах пассажирской авиации, 72 – грузовой.

Наработка лидерных двигателей ПС-90А к этому времени составила 41 971 ч и 6413 циклов, а двигателей ПС-90А-76 – 35 139 ч и 5145 циклов. Наработка двигателей без съема с крыла достигла 11 055 ч (2426 циклов) для ПС-90А и 12 330 ч (3298 циклов) для ПС-90А-76. Суммарная наработка по всем модификациям двигателей семейства ПС-90А составила более 3,5 млн ч и почти 700 тыс. циклов.

Двигатели семейства ПС-90А сегодня используют десять российских и пять иностранных эксплуатантов. Они поднимают в небо 56 пассажирских лайнеров, 27 самолетов военно-транспортной и грузовой авиации, а также 14 летательных аппаратов специального назначения.

Основные перспективы семейства двигателей ПС-90А связаны с программой Ил-76МД-90А. Серийный выпуск этих самолетов организован недавно в Ульяновске (Министерство обороны в октябре 2012 г. заключило контракт на 39 таких машин). Ведется разработка самолета-заправщика и нескольких специальных версий на базе платформы Ил-76МД-90А. Ряд государственных структур (в частности, МЧС России) и коммерческих операторов рассматривают возможность приобретения гражданской версии машины – Ил-76ТД-90А. Немалый потенциал у самолетов этого семейства имеется и на мировом рынке. Все эти машины будут оснащаться пермскими двигателями ПС-90А-76.

Ну а самым заметным признаком высокой надежности ПС-90А является тот факт, что двигателями этого типа оснащаются самолеты, на которых летает Президент Российской Федерации. Сегодня в СЛО «Россия» на самолетах Ил-96, Ту-204 и Ту-214 различных модификаций эксплуатируется 78 двигателей ПС-90А, и число лайнеров с пермскими силовыми установками в «президентском» авиаотряде в ближайшие годы еще больше возрастет.

ПЕРМСКИЕ ДВИГАТЕЛИ – НА САМОЛЕТАХ ПРЕЗИДЕНТА

В Специальном летном отряде «Россия», обеспечивающем авиационные перевозки высших должностных лиц нашего государства, сегодня эксплуатируется 28 самолетов с двигателями, разработанными ОАО «Авиадвигатель». В списке главных «пассажиров» – Президент и Премьер-министр РФ, руководители Совета Федерации и Госдумы, главы Конституционного Суда и Администрации Президента Российской Федерации, министр иностранных дел, а также другие официальные лица. О сотрудничестве отряда с разработчиками двигателей для его самолетов Виктору Осипову рассказал начальник АТБ ФГБУ «СЛО «Россия» Виталий Митрохин.

Виталий Николаевич, справедливо ли утверждение, что история Вашего авиаотряда неразрывно связана с самолетами, оснащенными двигателями разработки пермского КБ?

Судите сами. Правительственный авиаотряд был создан в июне 1941 г., когда была сформирована Московская авиагруппа особого назначения, занимавшаяся перевозками высшего руководства страны как на самолетах ПС-9 (АНТ-9) и С-47 с зарубежными двигателями «Титан» и R-1830, так и на многоцелевых Ли-2, оснащенных силовой установкой на базе двух звездобразных двигателей воздушного охлаждения АШ-62ИР, созданных под руководством генерального конструктора пермского КБ Аркадия Швецова.

В 1956 г. правительственный авиаотряд особого назначения пополнился самолетами Ил-12, Ил-14, вертолетами Ми-4. Путевку в небо этим уникальным машинам дали швецовские «звезды» семейства АШ-82: АШ-82ФН, АШ-82Т и АШ-82В.

С газотурбинными двигателями разработки Павла Соловьева наш авиаотряд впервые встретился в начале 60-х. Тогда в эксплуатацию поступили имевшие хорошие эксплуатационные характеристики первые в истории отечественного авиапрома реактивные Ту-124. Высокая надежность планера, силовой установки на базе Д-20П позволила использовать эти лайнеры для выполнения литерных рейсов как внутри страны, так и за ее пределами.

В 1967 г. правительственный авиаотряд пополняется самым надежным в истории отечественного авиапрома Ту-134 с соловьевскими Д-30. Чуть позже Ту-134 начинает летать в государства Европы, Среднего и Дальнего Востока, а в 1975 г. он совершил

сверхдальний перелет из Москвы в Гавану. Кстати, до сих пор пять самолетов Ту-134 успешно несут свою службу в нашем авиаотряде.

Позднее в правительственном авиапарке в разное время появляются трансконтинентальный Ил-62М с двигателями Д-30КУ, обеспечивший беспосадочный перелет через Атлантику, Ту-154М с экономичными Д-30КУ-154 и, конечно, флагманы современной отечественной магистральной авиации – лайнеры типа Ил-96 и Ту-204/214, оснащенные малошумными двигателями ПС-90А.

В 2015 г. воздушные суда с двигателями ПС-90А отметят небольшой юбилей – 20 лет службы в Вашем отряде. Как Вы оцениваете летные характеристики, надежность, удобство в эксплуатации силовой установки на базе этого двигателя, его возможности и перспективы?

За годы эксплуатации многочисленные модификации Ил-96 и Ту-204/214, оснащенные ПС-90А, зарекомендовали себя как безопасные и комфортабельные лайнеры с хорошим потенциалом при полетах на международных и внутренних линиях средней и дальней протяженности.

Как и любой двигатель, будь он отечественный или зарубежный, ПС-90А обладает и преимуществами, и недостатками. За долгие годы сотрудничества с разработчиком – ОАО «Авиадвигатель» – мы убедились, что специалисты пермского конструкторского бюро идут в ногу со временем, постоянно совершенствуя продукцию собственной разработки. За эти годы ПС-90А стал надежнее и прочнее в эксплуатации. Философия конструктивного облика ПС-90А, уровень примененных технических решений, идеологию работы автоматики и встроенного контроля мы оцениваем достаточно высоко.

А если сравнивать самолеты марок «Ил» и «Ту» с зарубежными аналогами, то без труда можно отметить, что российские машины практически ни в чем им не уступают, а по некоторым параметрам и превосходят их. В первую очередь это касается надежности и приспособленности к эксплуатации в условиях российских и зарубежных аэропортов.



Д-30Ф6

Александр ИНОЗЕМЦЕВ,
Зинаида ЮДИНА

УНИКАЛЬНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ ДЛЯ УНИКАЛЬНОГО САМОЛЕТА

Принятый в 1981 г. на вооружение авиации ПВО Советского Союза сверхзвуковой истребитель-перехватчик МиГ-31 до сих пор является самым скоростным и высотным боевым самолетом в мире. В значительной мере уникальные характеристики МиГ-31 обусловлены возможностями силовой установки, включающей в себя два двигателя Д-30Ф6, разработанных в ОАО «Авиадвигатель».

Сложная задача

Жесткие требования к двигателям МиГ-31 (первоначально – Е-155МП) были обусловлены тем, что самолет предназначался для борьбы с новыми образцами стратегического и наступательного вооружения и должен был обнаруживать и уничтожать воздушные цели, летящие на предельно малых, средних и больших высотах в широком диапазоне скоростей. Для такой уникальной по своим свойствам боевой машины требовался не менее уникальный двигатель большой мощности при высокой экономичности.

Разработка двигателя была поручена пермскому моторостроительному конструкторскому бюро под руководством Павла Соловьева.

Соловьев принял решение делать двухконтурный двигатель с форсажной камерой со смешением потоков внешнего и внутреннего контуров двигателя. В то время нашлось немало противников такой схемы.

Разработка Д-30Ф6 с заданными характеристиками в уникальном диапазоне полетных условий представля-

ла собой сложную научно-техническую проблему со многими неизвестными. В частности, в ряде институтов и организаций Министерства авиационной промышленности, Министерства обороны, да и в самом МКБ вызвали опасение вопросы возможности сочетания высокой степени сжатия в компрессорах низкого и высокого давления ($\pi_{к*}=22$) с высокой сверхзвуковой скоростью полета ($M=2,83$), обеспечения устойчивой работы высоконапорных компрессоров при значительных возмущениях на входе и на выходе двигателя в условиях переменных режимов, обеспечения заданного ресурса и надежности высокоэффективной двухступенчатой турбины высокого давления при температуре газов до 1640К. Кроме того, среди серьезных проблем, которые предстояло решить были самовоспламенение топлива и организация горения (без выгорания форсунок и прилегающих стенок) в основной камере сгорания при температуре поступающего из-за компрессора воздуха более 1000К, возможность организации устойчивого

горения с высокой полнотой сгорания в форсажной камере смешительного типа при высокой степени подогрева в широком диапазоне полетных условий, обеспечение надежной работы всережимного регулируемого сверхзвукового сопла, обеспечение надежной работы топливной и масляной систем в условиях больших градиентов теплоотдачи в топливо и масло при высоких температурах воздуха на входе в двигатель (290°C), а также воздуха и газа во внутренних узлах двигателя.

История и методология создания и доводки двухконтурного турбореактивного двигателя Д-30Ф6 для МиГ-31 уходят в 50-е гг. и достойны особого внимания. Пермское МКБ с самого начала своего существования уделяло большое внимание перспективным разработкам. Главный конструктор Павел Соловьев в те годы был одним из самых молодых главных конструкторов в стране и в то же время обладал очень большим опытом конструирования и доводки двигателей, а главное – имел дар предвидения, основанный на теоретических знаниях и интуиции. Этот дар, подкрепленный расчетами специалистов МКБ, помог своевременно и верно выбрать направление перспективной на многие годы схемы двигателя – двухконтурного.

Умея «показать товар лицом», Павел Соловьев доказал расчетами, что двух-



Уже почти четыре десятилетия пермские двигатели Д-30Ф6 поднимают в небо истребители-перехватчики МиГ-31, до сих пор не имеющие себе равных по высотно-скоростным и боевым характеристикам

контурные двигатели обладают набором выдающихся экономических и эксплуатационных характеристик, позволяющих реализовать высокую степень сжатия в компрессоре и высокую температуру газа перед турбиной при малых потерях с выходной скоростью отбрасываемого потока.

Последующая история развития мирового двигателестроения подтвердила правильность сделанного тогда выбора. Павла Соловьева можно вполне считать первопроходцем двухконтурных двигателей в СССР, а пермское МКБ – переводной организацией по их разработке.

Предшественники

В 1955–1956 гг. в Перми был разработан и проходил испытания первый в стране двухвальный двухконтурный турбореактивный двигатель Д-20 тягой 6800 кгс с форсажной камерой в наружном контуре. Степень двухконтурности

его составляла 1,5. Доводка Д-20, предназначенная для использования на проектировавшихся, но не реализованных самолетах А.Н. Туполева (сверхзвуковой подвесной бомбардировщик «100», беспилотный самолет-снаряд «113») позволила пермскому МКБ получить ценные данные для создания двигателей подобной схемы.

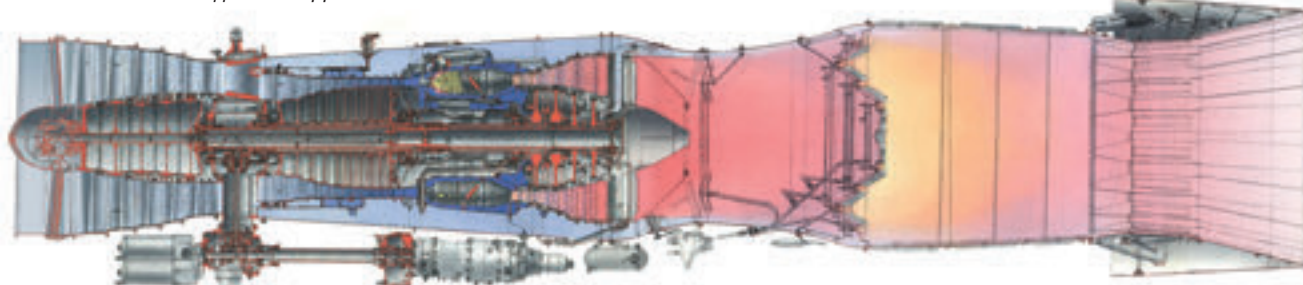
Выдающимся для своего времени проектом стал двухконтурный Д-21 для реактивного самолета-разведчика РСР (Р-020) главного конструктора П.В. Цыбина. Он был спроектирован по обновленной схеме с общей форсажной камерой, с высокой температурой перед турбиной (1400К) и рассчитан на высокую сверхзвуковую скорость полета. Пермское МКБ взяло на себя и разработку регулируемого сверхзвукового воздуховодника, сложного и ответственного узла, традиционно проектировавшегося и создававшегося «самолетчиками».

Испытания в ЦАГИ подтвердили, что всережимный воздуховодник, разработанный в МКБ по оригинальной осесимметричной схеме, по своим параметрам значительно превосходил существующие аналоги. К сожалению, работа над двигателем Д-21 в 1960 г. была прекращена в связи с закрытием проекта самолета.

В середине 60-х гг. был спроектирован, изготовлен и испытан опытный двигатель Д-30Ф с тягой 11,5 тс. В 1971 г. он прошел испытание форсажной камеры при малых давлениях воздуха на входе в двигатель на высотном стенде ЦИАМ.

Проекты 50–60-х гг. Д-20, Д-21 и Д-30Ф опережали свое время – еще долгие годы в сверхзвуковой авиации господствующее положение занимали одноконтурные ТРД. Однако требование многорежимности (сочетание дозвуковых и сверхзвуковых скоростей полета), лучшие эксплуатационные характери-

Компоновочная схема двигателя Д-30Ф6



стики и ряд других преимуществ привели к тому, что и в сверхзвуковой авиации всего мира двухконтурные двигатели в 70-х годах стали занимать доминирующее положение.

Соловьев вспоминал: «Все равно боялись страшно. Все совещания у Д.Ф. Устинова (в то время министр обороны) начинались с дискуссии: можно ли сделать такой двигатель? Не верили! Все время поднимали то один вопрос, то другой... Но П.Ф. Батицкий (главком ПВО) сильно давил, и Устинов, видимо, хотел такую машину получить. На одном из таких совещаний Устинов объявил, что будем делать этот двигатель! А двигатель Туманского отложили в сторону».

В короткое время, используя опыт, полученный при создании демонстрационного двигателя Д-30Ф, был разработан проект нового сверхзвукового Д-30Ф6. Он проектировался с использованием аэродинамики компрессоров двигателей Д-30 (для Ту-134) и Д-30КУ/КП (для Ил-62М и Ил-76) при необходимых конструктивных изменениях, связанных с новыми условиями эксплуатации.

При проектировании Д-30Ф6 для увеличения тяги был принят газогенератор в размерности двигателя Д-30КУ (без первой ступени КВД), а КНД – от двигателя Д-30 с добавлением одной ступени впереди на расход воздуха 150 кг/с.

При разработке проекта были выбраны оптимальные параметры двигателя, в частности степень двухконтурности 0,5, ставшая классической для многих последующих проектов двигателей подобного назначения у нас в стране и за рубежом. Были определены параметры и программы регулирования трех контуров двигателя: основной контур, контур регулирования сопла и контур регулирования расхода топлива форсажной камеры, обеспечивающие поддержание оптимальных тягово-экономических и эксплуатационных характеристик двигателя. В частности, разработана специальная программа повышения температуры газа перед турбиной с увеличением скорости полета самолета. Это обеспечило получение требуемой тяги во второй критической точке: на высоте 20 км и при скорости полета 2500 км/ч. Позже ученые назвали это «температурной раскруткой». Таким образом, была разработана методика получения «крутой» скоростной характеристики двигателя, ставшая также классической для последующих проектов.

Создание системы автоматического управления и топливопитания – особая страница в истории Д-30Ф6. Тогда

впервые в отечественной практике был разработан и внедрен электронный цифровой вычислитель в качестве основного регулятора режимов работы ТРДД (РЭД-3048). Электронно-вычислительное оборудование было создано специалистами Пермского агрегатного конструкторского бюро (ПАКБ) под руководством А.Ф. Полянского, а затем Г.И. Гордеева.

По причине низкой в то время надежности элементной базы на двигателе Д-30Ф6 были установлены две системы управления: основная – цифровая – РЭД-3048 и дублирующая – гидромеханическая САУ. Идеология, алгоритмы и доводка электронно-гидромеханической САУ и топливопитания выполнялись совместно МКБ и ПАКБ (в настоящее время – ОАО «СТАР»).

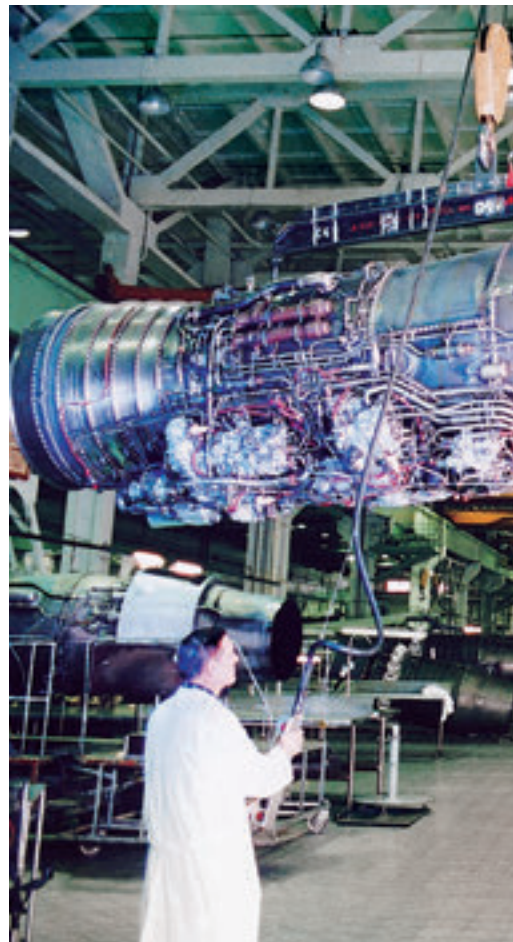
Впервые для анализа нестационарного теплового состояния топливо-масляной системы высокотемпературного двигателя была применена математическая модель, что позволило не отправлять двигатель в ЦИАМ для испытания на высотном стенде. Тепловое состояние системы в полетных условиях было проанализировано с помощью матмодели. Полученные данные были увязаны с результатами стендовых, а затем и летных испытаний. Данная работа была высоко оценена специалистами ЦИАМ и в дальнейшем зачтена на госиспытаниях двигателя.

Доводка

Большие трудности в процессе доводки двигателя представляла основная камера сгорания. В то время в мировом авиадвигателестроении имелись камеры сгорания, работающие при температуре газа до 900К, а для Д-30Ф6 требовалось обеспечить эффективную работу при температуре 1024К.

В результате интенсивных научно-исследовательских, расчетных и экспериментальных работ совместно с ЦИАМ был найден ряд эксклюзивных решений. Для исключения горения топлива вдоль стенок жаровых труб была введена подача охлаждающего воздуха через гофрированные кольца между секциями жаровых труб. Для формирования равномерного поля температур на входе в турбину предусмотрели перераспределение подвода воздуха с помощью спецотверстий в зоне смещения жаровой трубы. Первоначальная разборная конструкция форсунки не обеспечивала герметичности при температуре газа более 950К. Только разработка и внедрение сварной конструкции форсунки с применением электронно-лучевой сварки обеспечили ее полную герметичность.

Для обеспечения работоспособности и требуемого ресурса турбины высокого давления при температуре 1640К были отработаны конструкции сопловых и рабочих лопаток 1-й и 2-й ступеней с конвективно-пленочным и конвективным охлаждением, для чего необходимо было увеличить хладоресурс воздуха, отбираемого на охлаждение турбины. Для этого впервые в отрасли был разработан и применен воздухо-воздушный теплообменник в наружном канале двигателя.



Снижение температуры охлаждающего воздуха на 20–40% позволило повысить температуру газа перед турбиной на 90–180К, что доказало эффективность принятых решений.

При доводке двигателя остро стояла проблема исследования виброгорения в форсажной камере. Чтобы исключить дорогостоящие и продолжительные испытания на высотном стенде ЦИАМ или в полете, были проведены исследования с помощью адекватной «увязки» математической модели двигателя, которые показали возможность имитации эксплуатационных условий работы форсажной камеры на стендах МКБ. Для

этого на базе КБ были созданы два специальных стенда. Кроме того, впервые в отечественной практике в конструкцию двигателя была введена система впрыска и розжига топлива в форсажную камеру методом «огневой дорожки».

Интересна и история создания и доводки многорежимного регулируемого сопла. Первоначально сопло для Д-30Ф6 разработало ТМКБ «Союз», имевшее опыт создания регулируемых сопел. Это была красивая, профессионально спроектированная конструкция. Однако

ки московских коллег. Конечно, и в собственной конструкции проявились недостатки, но их устраняли быстрее и эффективнее.

Например, для обеспечения летных характеристик МиГ-31 было необходимо добиться регулирования работы сопла в чрезвычайно широком диапазоне. Дело в том, что при максимальной скорости полета степень понижения давления газа в сопле двигателя меняется практически в 20 раз. При этом степень расширения сопла (отношение

ших скоростях и малых высотах. Экспериментально было выявлено, что на этих режимах нежесткая конструкция сопла не обеспечивает синхронизацию его элементов. Поэтому происходит самопроизвольное изменение положения критического сечения сопла и, соответственно, изменение вектора тяги двигателя. Проблему решили изменением кинематики системы управления створками, что обеспечило газодинамическую синхронизацию створок сопла, устойчивость и стабильность вектора тяги двигателя.

В своем окончательном виде Д-30Ф6 стал сильно отличаться от первоначального проекта. В первую очередь, это касалось материалов: двигатель изготавливался из новых титановых, никелевых сплавов и высокопрочных сталей разработки ВИАМ, но основные геометрические размеры двигателя, определенные еще в 60-х гг., не изменились.

Необходимо подчеркнуть, что в конструкции Д-30Ф6 внедрены 52 уникальных технических решения, которые защищены авторскими свидетельствами.

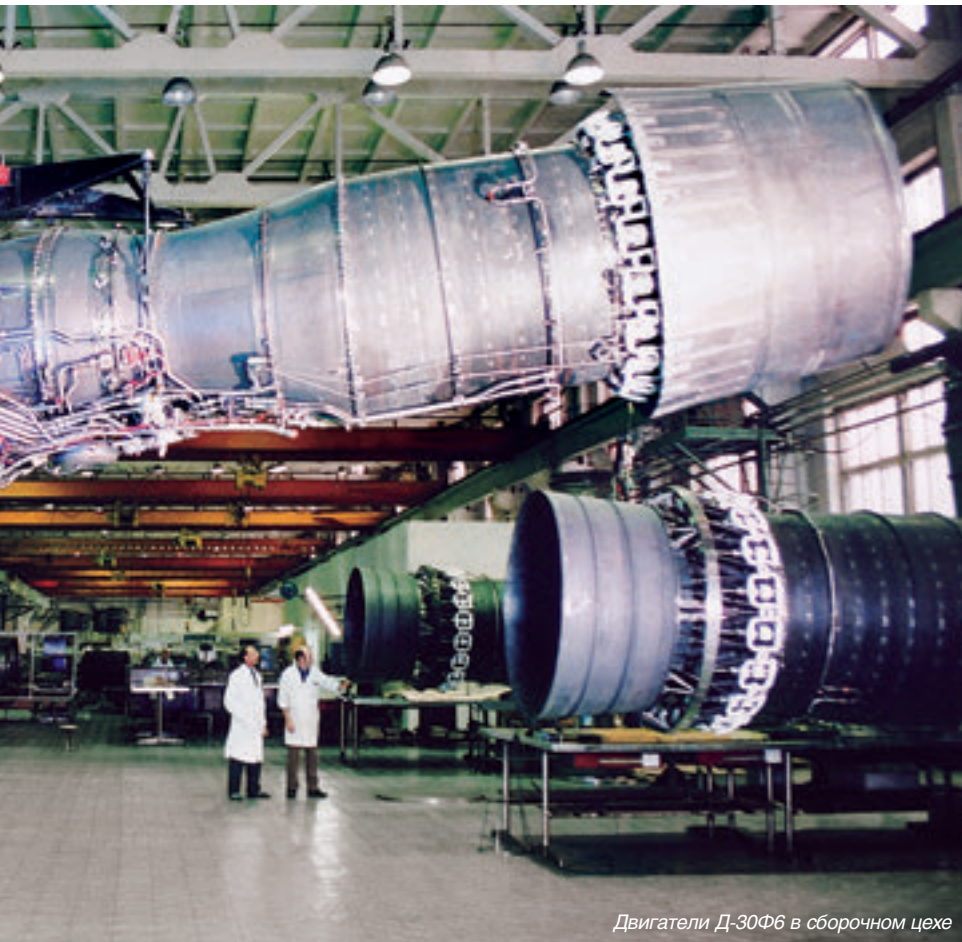
Глубокая интеграция пермского МКБ с серийным заводом им. Я.М. Свердлова (в настоящее время – ОАО «ПМЗ») в процессе освоения производства Д-30Ф6 обеспечила сборку первого двигателя Д-30Ф6 в 1976 г. Уже через год пермские моторостроители собрали первую партию Д-30Ф6 для стендовых и летных испытаний, а с начала 80-х завод выпускал серийные Д-30Ф6 уже в массовых количествах.

В боевом строю

Первый полет опытного МиГ-31 (Е-155МП) с двигателями Д-30Ф6 состоялся 16 сентября 1975 г. Госиспытания, включая войсковые, двигатель Д-30Ф6 успешно завершил в 1979 г.

Уже более 30 лет прошло с тех пор, а технические параметры двигателя, в т.ч. безопасность, безотказность и надежность, остаются на самом высоком уровне. Высокие параметры двигателя обеспечивают самолету МиГ-31 непревзойденную скорость и высоту полета, высокую маневренность, большую дальность, уникальную скороподъемность, длительное время барражирования (с дозаправкой – до 6 часов) и в целом – значительное превосходство над противником в воздухе.

К сожалению, в начале 90-х производство самолетов МиГ-31 и двигателей Д-30Ф6 было свернуто. Вместе с тем истребитель-перехватчик до сих пор несет боевую службу в авиаполках ВВС России. Они



Двигатели Д-30Ф6 в сборочном цехе

первые летные испытания двигателя выявили ее недостатки: повышенные утечки, недостаточная жесткость (из-за чего «раздувалось» критическое сечение сопла), превышение по массе и т.д.

Коллеги пермяков поправили жесткость, а с утечками и повышенной массой сопла не справились или, возможно, посчитали капризом. Длительная безрезультатная переписка, переговоры... И настал момент, когда Соловьев принял решение: «Делать сопло самим!»

Опыта разработки таких узлов пермское МКБ не имело, но за работу принялись с азартом, проштудировали горы технической литературы, учли наработ-

площади выходного сечения к площади критического сечения) – более чем в 3 раза. В таких условиях возникла потеря газодинамической устойчивости, тряска сопла (так называемая «бу-буляция»). Проблему решили организацией перепуска атмосферного воздуха в проточную часть двигателя на режимах неустойчивой работы без ухудшения характеристик сопла на основных режимах, с помощью специальных клапанов на створках сопла, конструкция которых была запатентована.

Другой проблемой, связанной с соплом двигателя, стало снижение управляемости самолета на боль-

Сергей Лысенко



Экспериментальный самолет Су-47 «Беркут» с крылом обратной стреловидности, использовавшийся для отработки технологий истребителя пятого поколения. На нем применялись модифицированные двигатели на базе Д-30Ф6

Петр Буговец



Высотный самолет М-55 с двумя двигателями ПС-30В12, представлявших собой бесфорсажную высотную модификацию Д-30Ф6

также состоят на вооружении Сил воздушной обороны Республики Казахстан.

В настоящее время специалистами ОАО «Авиадвигатель», ОАО «ПМЗ», ОАО «СТАР» и НИИ МО РФ проводится планомерное поэтапное увеличение ресурсов и сроков службы двигателя Д-30Ф6. Это позволяет сохранить парк без снижения уровня безотказности и обеспечивает необходимый уровень боеготовности частей Министерства обороны, эксплуатирующих МиГ-31. Это стало возможным за счет запасов надежности, заложенных при проектировании и производстве двигателя Д-30Ф6, а также благодаря рациональной системе технического обслуживания, методология которой разработана специалистами ОАО «Авиадвигатель» и ОАО «ПМЗ» совместно со специалистами НИИ авиационной промышленности и Минобороны России.

Модификации

Модернизированные двигатели Д-30Ф6 в 1997 г. были установлены на экспериментальном перспективном самолете пятого поколения ОКБ Сухого Су-47 «Беркут» с крылом обратной

стреловидности. Двигатели обеспечили успешное выполнение программы исследования особенностей управления самолетом с крылом обратной стреловидности в широком спектре высот и скоростей, а затем использовать эту машину в качестве летающей лаборатории в интересах программы создания компанией «Сухой» Перспективного авиационного комплекса фронтовой авиации (ПАК ФА).

Другим знаменитым самолетом, оснащенным двигателями, созданными на базе Д-30Ф6, но в высотном бесфорсажном варианте, стал уникальный высотный самолет-разведчик М-55. Совершивший первый полет в 1988 г., М-55 «Геофизика» установил шестнадцать мировых авиационных рекордов, может выполнять длительный (до 6 часов) полет на высоте свыше 20 км. Самолет имеет большой запас прочности и грузоподъемности, что позволяет ему поднимать в воздух до 1,5 т научного оборудования.

За более чем 10 лет в рамках международных программ «Геофизика» летала в небе над Европой, Арктикой, Антарктидой, Австралией, Индийским океаном,

Латинской Америкой и экватором. В таких жестких условиях, какие испытала на себе «Геофизика», не побывал еще ни один отечественный самолет. Пермские двигатели оказались в условиях запредельных температур и показали себя достойно.

Настоящее и будущее Д-30Ф6

Создание, серийный выпуск и начало эксплуатации первого в нашей стране двухконтурного двигателя четвертого поколения Д-30Ф6 для МиГ-31 за короткий срок является колоссальным достижением всего советского авиапрома. В создании двигателя Д-30Ф6 приняли участие десятки научных отраслевых институтов, сотни трудовых коллективов и тысячи тружеников страны. Это была государственная программа, во главе которой стояло пермское МКБ под руководством П.А. Соловьева.

Сегодня увеличить назначенный ресурс двигателя непросто. В данный момент из 1497 произведенных в Перми серийных Д-30Ф6 в ремфонде насчитывается 1231 двигатель. По причине малых налетов МиГ-31 в последние 20 лет подавляющее большинство из них находится еще в первой половине выработки ресурса (около 42%). Большой остаточный ресурс Д-30Ф6 позволяет эксплуатировать их еще не менее 30 лет, устанавливая на модернизированные или новые самолеты.

Вместе с тем есть и проблемы, которые необходимо решить для дальнейшего совершенствования Д-30Ф6. В частности, электронный цифровой регулятор двигателя РЭД-3048, созданный еще во времена СССР, естественно, устарел и не удовлетворяет современным требованиям. Новый электронный регулятор уже разработан совместно с ОАО «СТАР». В ближайшее время будет подписан контракт с ОАО «Авиаремонт» на проведение летных испытаний этого агрегата и внедрение его в серию.

При выполнении ряда условий пермскому Д-30Ф6 по плечу еще долгие годы службы. Известно, что в рамках осуществляемой в настоящее время программы ремонта и модернизации истребителей-перехватчиков МиГ-31 они получают продленные сроки службы – сейчас до 30 лет, чуть позднее этот срок будет увеличен до 35, прорабатывается вопрос его дальнейшего продления до 40 лет. Это значит, что уникальные отечественные самолеты МиГ-31 с уникальными пермскими двигателями Д-30Ф6 смогут оставаться в строю почти до конца следующего десятилетия, а, возможно, и дольше.

В ИНТЕРЕСАХ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

Татьяна НИКОЛАЕВА

На протяжении двух последних десятилетий одним из важнейших направлений деятельности ОАО «Авиадвигатель» является разработка и производство газотурбинных установок (ГТУ) промышленного назначения. Этот рынок стал принципиально новым для пермских моторостроителей, ранее специализировавшихся исключительно на создании двигателей для самолетов и вертолетов. Новая сфера деятельности КБ затрагивает производство ГТУ как для трубопроводного транспорта (пермские двигатели используются здесь в качестве приводов газоперекачивающих агрегатов компрессорных станций, прокачивающих газ в магистральных газопроводах), так и для электростанций, где двигатель является приводом их электрогенератора.

Пермские газовые турбины для транспорта газа и нефти

Начало 90-х. В авиационной промышленности страны, как и во многих других отраслях индустрии, системный кризис. Перед руководством пермского моторостроительного КБ встал вопрос: как выжить в условиях краха, которым завершилась перестройка? Бюджетное финансирование, на котором держалась вся экономика МКБ, новое правительство практически свело к нулю. Необходимо было, рассчитывая только на свои силы и опыт, перевести деятельность предприятия с государственных на договорные проекты. Резко возросло коли-

чество тем, проектов и предложений, прорабатываемых для диверсификации деятельности предприятия, прежде всего — это переход к проектированию силовых установок нового для предприятия применения, в частности промышленных газотурбинных установок (ГТУ) различных классов мощности (от 2,5 до 25 МВт) для перекачки газа и электростанций.

Опыт по организации подобного производства у Юрия Решетникова, ставшего во главе пермского КБ с 1989 г., уже был. В середине 80-х, работая в Минавиапроме СССР, он возглавил группу специалистов по реализации проекта по организации

серийного производства привода для газоперекачивающих установок на базе авиадвигателя НК-16 разработки КБ Кузнецова (Самара). Новый вектор развития позволил не только сохранить пермскую школу авиадвигателестроения, но и обеспечить работу и зарплату тысячам работников оборонной промышленности Прикамья.

Первая оценка всех возможных ГТУ, которые можно получить на базе двигателей пермского МКБ и комбинаций их узлов, была произведена в 1989 г. В конце 1991 г. «Авиадвигатель» вышел с предложением в государственный газовый концерн «Газпром», образованный в 1989 г. взамен Министерства газовой промышленности СССР, о разработке и создании в течение года на базе пермских авиадвигателей 12-мегаваттной газотурбинной установки на замену имеющихся 10-мегаваттных — тоже отечественных, но не очень удачных и надежных. В 1992 г. было подписано генеральное соглашение с ОАО «Газпром», а 11 февраля 1993 г. — договор о совместной научно-технической деятельности.

Специалисты «Газпрома» скептически отнеслись к намерению пермских кон-

структоров всего за год создать газоперекачивающую установку на 12 МВт. Но ровно через год такая установка пермяками была продемонстрирована, причем не в режиме демонстрационного пуска, а уже в ходе приемочных испытаний. Им удалось удивить представителей «Газпрома» не только невероятно короткими сроками создания ГТУ, но и ее высоким КПД. Так на «Авиадвигателе» было положено начало процессу разработки и производства наземной техники на базе авиационной.

Работы по созданию первой ГТУ-12П велись очень интенсивно, в тесном сотрудничестве со специалистами НПО «Искра». Пришлось решительно перестроить структуру конструкторских подразделений «Авиадвигателя». Было создано специализированное подразделение, состоящее в основном из молодых инженеров, но укрепленное опытными специалистами. В первую очередь уделялось внимание созданию и экспериментальной отработке на установке нового узла – камеры сгорания на природном газе. Руководство «Пермтрансгаза», понимая желание специалистов «Авиадвигателя» в максимально короткие сроки закончить работу над установкой, с одобрения «Газпрома» позволило занять рабочую ячейку действующей газоперекачивающей станции «Пермская» для строительства стендов для испытаний газогенератора и полноразмерного двигателя. Благодаря этому обстоятельству уже при создании ГТУ работы велись по технологии, принятой в «Газпроме».

Главными документами, определившими дальнейшие разработки ГТУ для ГПА и электроэнергетики на «Авиадвигателе», явилась утвержденная руководством ОАО «Газпром» в 1994 г. комплексная программа «Урал-Газпром», а в 1999 г. – программа «Урал-Газпром-2». Программы предусматривали создание двух семейств газотурбинных установок наземного применения мощностью от 2,5 до 25 МВт, каждая из которых может использоваться в качестве как механического привода нагнетателя для перекачки газа, так и привода электрогенератора для электростанций. Созданные на базе Д-30 пермские газотурбинные установки мощностью 2,5, 4 и 6 МВт и ГТУ на базе ПС-90А мощностью 10, 12, 16 и 25 МВт планировалось применять для модернизации и реконструкции компрессорных цехов и при строительстве новых объектов ОАО «Газпром», а также для решения проблем обеспечения электроэнергией промышленных и бытовых объектов.

Весной 1995 г. в ОАО «Авиадвигатель» была собрана ГТУ-12П, которая после технологических испытаний на стенде

Пермской КС была установлена на первом объекте реконструкции – в цехе №3 КС «Ординская» предприятия «Пермтрансгаз» (с 1996 г. ООО «Газпром трансгаз Чайковский»). В течение четырех месяцев были завершены монтаж и пусконаладка первого агрегата, отработан пуск. В августе 1995 г. решением Межведомственной приемочной комиссии ОАО «Газпром» агрегат был принят в опытно-промышленную эксплуатацию.

ОАО «Авиадвигатель» стало первым разработчиком газотурбинных двигателей промышленного назначения, использующим в качестве топлива попутный нефтяной

с положительным результатом были проведены приемочные межведомственные испытания опытного образца газоперекачивающего агрегата ГПА-16РП «Урал» с ГТУ-16П разработки и изготовления ОАО «Авиадвигатель».

Газотурбинная установка единичной мощностью 16 МВт для механического привода стала самой массовой. Сегодня на 45 объектах заказчика работают 249 пермских ГТУ-16П. От качества работы пермских 16-мегаваттных газовых турбин зависит ритмичность поставок газа в Европу. Пермские агрегаты установлены на КС «Смоленская» и «Торжокская» ООО «Газпром трансгаз Санкт-Петербург»,



газ (ПНГ) – сопутствующий продукт при добыче нефти. Это решало актуальную для нефтяников проблему утилизации и рационального использования ПНГ.

В 2001 г. на КС-42 «Федоровская» ОАО «Сургутнефтегаз» были установлены пять газоперекачивающих агрегатов ГПА-12 «Урал» на базе ГТУ-12П, использующих в качестве топлива попутный нефтяной газ. Это значительно снижало потребление электроэнергии для транспортировки попутного нефтяного газа на сургутские ГРЭС №1 и №2. Компания «Сургутнефтегаз» первой среди российских нефтегазодобывающих компаний приняла участие в проекте «тушения факелов».

Параллельно с разработкой и испытаниями ГТУ-12П полным ходом велись работы по созданию ГТУ мощностью 16 МВт. В январе 1998 г. в цехе №3 КС «Ординская»

КС «Крупская» ООО «Газпром трансгаз Беларусь». Все эти станции входят в состав газопровода Ямал–Европа – магистрального экспортного газопровода, соединившего газовые месторождения Западной Сибири с конечным европейским потребителем. Установка ГТУ-16П в составе ГПА-Ц-16П стала востребована первыми зарубежными заказчиками ОАО «Авиадвигатель». В 2006 г. «Пермский моторный завод» получил заказ на поставку трех ГТУ-16П для компрессорной станции «Сивас» (Турция), входящей в состав магистрального газопровода турецкого трубопроводного монополиста «Боташ». По газовой магистрали длиной 1491 км голубое топливо транспортируется от города Дугубаязит на границе с Ираном в Анкару и далее в страны Западной Европы.

С 1996 г. в инициативном порядке начаты работы по созданию ГТУ мощностью

10 МВт двух модификаций – для закачки газа в хранилища и для газодожимных установок. Первые две 10-мегаваттные установки были запущены в 2003 г. на Карашурском подземном хранилище газа (ПХГ). На сегодня на объектах ООО «Газпром ПХГ», «Газпром добыча Ямбург», «Газпром добыча Уренгой» и др. работают 77 пермских установок единичной мощностью 10 МВт.

Газоперекачивающие агрегаты ГПА-10 ДКС «Урал» на месторождении «Приобское-2» ОАО «НК «Роснефть» используют в качестве топлива попутный нефтяной газ, а ГТП-10 на Северо-Губкинском месторождении

качивающих агрегатов нового поколения и модернизации устаревшего оборудования, а также для закачки газа в подземные хранилища.

Первая 25-мегаваттная установка была введена в опытную эксплуатацию в 2004 г. на КС «Игринская» ООО «Газпром трансгаз Чайковский» в составе агрегата ГПА-25РП-С «Урал». На начало ноября 2014 г. пермские газовые турбины единичной мощностью 25 МВт введены в эксплуатацию на КС-22 «Бабаево» ООО «Газпром трансгаз Ухта» и ГКС «Заполярная» ООО «Газпром трансгаз Сургут». В ближайшем будущем ГТУ-25П вступят в строй на компрессорных станциях «Яринская», «Гагарацкая», «Усинская» и «Новообилейная» ООО «Газпром трансгаз Ухта», «Кореновская» и «Казачья» ООО «Газпром трансгаз Краснодар» и др.

В 2008 г. успешно завершены приемо-испытания первого российского газотурбинного насосного агрегата ГТНА «Урал-6000» с модифицированной газотурбинной установкой ГТУ-6ПГ в качестве привода и редуктором Р-45-01 разработки ОАО «Авиадвигатель». Насосный агрегат предназначен для транспортировки сырой нефти по магистральным трубопроводам. Первые два агрегата с насосами немецкой фирмы Ruhr Pumpen поставлены заказчику «Сахалин-Энерджи Инвестмент Компани Лтд.», и в 2010 г. начали эксплуатироваться на дожимной насосной компрессорной станции ДНКС-2 (п. Гастелло) в рамках проекта «Сахалин-2».

Сегодня более чем на 20 дочерних предприятиях «Газпрома» работают более 430 ГТУ разработки ОАО «Авиадвигатель». Также пермскими установками оснащены объекты ОАО «НК «Роснефть», ОАО «Сургутнефтегаз», ОАО «Таркосаленфтегаз», ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь», ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ» и многие другие, в т.ч. и зарубежные (Турция и Китай).

Пермские газовые турбины для энергетики

В 1998 г. в ОАО «Авиадвигатель» было выделено новое направление бизнеса – создание энергетических ГТУ и объектов их применения. Старт развитию энергетической тематики «Авиадвигателя» также был дан в 1993 г. подписанием между «Авиадвигателем» и «Газпромом» Комплексной программы создания, производства, поставки и обслуживания газоперекачивающих агрегатов и газотурбинных электростанций нового поколения «Урал-Газпром».

Первая модернизированная ПАЭС-2500 на базе ГТУ-2,5П была введена в эксплуатацию в 1994 г. в поселке Игрим ООО «Газпром трансгаз Югорск». Полученный успешный

опыт реконструкции ПАЭС-2500 и ЭГ-2500 позволил «Авиадвигателю» продолжить развитие номенклатуры продукции энергетического назначения.

В последующие годы специалистами ОАО «Авиадвигатель» разработаны газотурбинные установки и на их базе газотурбинные электростанции серии «Урал» в классе мощности 4, 6, 12, 16 и 25 МВт. Конструктивное исполнение пермских агрегатов позволяет использовать в качестве топлива попутный нефтяной газ месторождений нефти вместо его сжигания в факельных установках. Внедрены блочно-модульные газотурбинные электростанции мощностью от 2,5 до 25 МВт для открытого и ангарного размещения.

В 2004 г. на базе ГТУ-2,5П была создана конструкция блочно-модульных газотурбинных электростанций ГТЭС «Урал-2500», предназначенных для автономного обеспечения электроэнергией объектов линейно-производственных управлений магистральных газопроводов. Первые поставки «Уралов» были выполнены для ДКС «Юбилейная» ООО «Газпром добыча Надым» и для Сосьвинского, Уральского и Перегребнинского ЛПУ ООО «Газпром трансгаз Югорск».

В 1997 г. специалистами ОАО «Авиадвигатель» разработана ГТУ-4П мощностью 4 МВт, на базе которой в том же году создана электростанция ГТЭС-4000 «Янус», а в 1999 г. – газотурбинная электростанция ГТЭС-4 (разработка НПО «Искра»), нашедшая свое применение в п. Сысерть ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург».

В 2000 г. на базе ГТУ-4П создана газотурбинная электростанция «Урал-4000», установленная по заказу Башкирской генерирующей компании на первой муниципальной ГТУ-ТЭЦ «Шигили». Эксплуатация пермских газотурбинных электростанций серии «Урал» показала, что благодаря современным конструкторско-технологическим решениям они отличаются надежностью и безопасностью, соответствуя всем экологическим требованиям по эмиссии вредных веществ и шуму.

В 2010 г. в рамках проекта «Сахалин-2» в пос. Гастелло на острове Сахалин заработали три ГТЭС «Урал-4000». Специалистам КБ впервые пришлось работать под руководством и по правилам крупной иностранной фирмы SEIC – дочернего подразделения мирового нефтяного гиганта Shell.

Район эксплуатации электростанций отличается сейсмической неустойчивостью, очень высоким уровнем влажности и ветрености. Регулярно из-за столкновения холодного и теплого океанских течений здесь образуются тайфуны и циклоны. Впервые в практике пермского КБ все обо-



ОАО «Авиадвигатель»

Компрессорная станция «Воскресенская» ООО «Газпром Трансгаз Москва»

ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь» используются для компримирования ПНГ.

Шесть ГПА на базе ГТУ-10П оснащена дожимная компрессорная станция ДКС-3 Оренбургского НГКМ. Это целый газохимический комплекс, задачей которого является переработка добытого сырья и выделение таких ценных компонентов, как сера, гелий, этан, пропан-бутановые и пентан-гексановые фракции. Производительность компрессора составляет 6,15 млн м³ газа в сутки. В столь жестких условиях эксплуатации все шесть пермских ГПА с момента ввода в строй станции полностью соответствуют заявленным ранее характеристикам, и ни одна из них не была остановлена по причине какой-либо неисправности.

Самая мощная среди пермских установок ГТУ-25П предназначена для привода газовых нагнетателей в составе газопере-

рудование было исполнено во взрывозащищенном и сейсмостойком варианте в соответствии с требованиями заказчика – фирмы «Сахалин Энерджи Инвестмент Компани Лтд.».

В суровых климатических условиях газотурбинные электростанции ГТЭС «Урал-4000» оправдали статус надежных агрегатов, а опыт проведения пусконаладочных работ и сопровождения технической эксплуатации объекта показал, что специалисты пермского КБ отличаются самостоятельностью в работе и гибкостью в принятии решений. Успешная реализация контракта с «Сахалин Энерджи» наглядно демонстрирует, что оборудование разработки ОАО «Авиадвигатель» составляет серьезную конкуренцию западным аналогам.

Уникальное оборудование «Авиадвигателя», работающее на попутном нефтяном газе, не только помогает утилизировать его, но приносит реальную выгоду заказчикам, поскольку делает бизнес экологически чистым и более прибыльным. В феврале 2011 г. ОАО «Авиадвигатель» и ООО «Торговый дом «ЛУКОЙЛ» заключили договор на поставку ГТЭС мощностью 4 МВт для утилизации попутного нефтяного газа Ильичевского МНГ (г. Кунгур) ООО «ЛУКОЙЛ-Пермь».

В связи с повышенным содержанием сероводорода в составе попутного нефтяного газа, на котором работает оборудование ОАО «Авиадвигатель», в конструкцию ГТУ-4П пермским КБ были внесены необходимые изменения. Специалисты «Авиадвигателя» обеспечили отгрузку оборудования, внутриблочный монтаж, пусконаладочные работы и обучение персонала заказчика и последующее сопровождение эксплуатации продукции по программе жизненного цикла.

В 2002 г. на ГТУ-ТЭЦ «Янус» Пермского моторного завода – по сути, испытательном стенде для серии пермских газотурбинных установок мощностью от 2,5 до 6 МВт – была произведена доработка ГТУ-4П в ГТУ-6П. ГТУ-ТЭЦ «Янус» позволяла проводить не только исследовательские, доводочные и приемосдаточные испытания, но и сертификационные испытания серийной продукции Пермского моторного завода. Между испытаниями «Янус» успешно использовался в качестве ГТУ-ТЭЦ – для комбинированной выработки электроэнергии и технического пара. Это был первый опыт разработки пермскими конструкторами электростанций когенерационного цикла, в ходе которого сжигаемое топливо используется для выработки электричества и нагрева пара в котлах для получения тепла.

В 2004 г. на базе ГТУ-6П создается газотурбинная электростанция когенерационного цикла «Урал-6000», которая была введена в эксплуатацию в Иваново при поэтапном выполнении реконструкции котельного цеха городской теплосети. По итогам реконструкции планировалось преобразовать котельный цех в ГТУ-ТЭЦ, т.е. объединить несколько энергоблоков на базе газотурбинных установок с теплоцентралями. Оценив высокие технико-экономические показатели и удобство в эксплуатации ГТУ-ТЭЦ «Шигили» и «Агидель» (ОАО «Башкирэнерго»), для реализации проекта руководители «Ивэнерго» выбрали ГТУ пермских разработчиков.

Электростанция на базе четырех ГТЭС «Урал-6000», работающих на попутном нефтяном газе, обеспечивает нужды буровых установок и поселка промысловиков на Пякяхинском месторождении ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь». В условиях вечной мерзлоты монтаж ГТЭС возможен был только с применением свайного фундамента. Четыре энергоблока с автономными блоками системы пожаротушения размещены на площадке, расположенной на свайном поле на высоте трех метров относительно земли, обеспечивая при этом требуемую жесткость конструкции. Также газотурбинные электростанции «Урал-6000» надежно обеспечивают энергопотребности ЗАО «Сибурхимпром», ООО «Иркутская нефтяная компания», шахт 1-го рудоуправления ОАО «Уралкалий», снабжают электроэнергией ЖКХ Звенигорода.

ГТУ-12ПГ-2 – энергетический вариант газотурбинной установки ГТУ-12П для механического привода компрессоров – была создана в 2004 г. Топливом для ГТУ-12ПГ-2 служит нефтяной попутный газ, что позволяет использовать для производства электроэнергии миллионы кубометров газа, ранее сжигаемого в факелах, и значительно улучшить экологическую обстановку в местах нефтедобычи. ГТУ-12ПГ-2 стала лауреатом программы «100 лучших товаров России».

В 2004 г. на Русскинском, Биттемском, Лянторском и Лукьявинском месторождениях нефти и газа ООО «Сургутнефтегаз» введены в промышленную эксплуатацию электростанции, выполненные на базе блочно-контейнерных энергоблоков ЭГЭС-12С единичной мощностью 12 МВт.

Самым крупным потребителем газотурбинных энергоустановок единичной мощностью 12 МВт разработки ОАО «Авиадвигатель» является ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь». Первый контракт на поставку шести энергоблоков на базе ГТУ-12ПГ-2 для Вагьганского месторождения нефти и газа был заключен в фев-

рале 2007 г. Несмотря на специфику «северного завода», действующую для данной территории, в условиях сезонной транспортной доступности, при строительстве и монтаже, зачастую в экстремальных погодных условиях, газотурбинная электростанция суммарной мощностью 72 МВт была сдана в эксплуатацию всего за год.

Способность специалистов «Авиадвигателя» работать быстро, качественно и ответственно по достоинству оценена руководством «ЛУКОЙЛА». На сегодня еще шесть пермских агрегатов работа-

ГТУ-ТЭС на базе трех ГТЭС «Урал-6000» ЗАО «Сибур-Химпром»



ют на Тевлинско-Русскинском МНГ, по четыре – на Покачевском и Похвовском, четыре энергоблока обслуживают Краснотенинское месторождение компании ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь».

В октябре 2010 г. ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь» и ОАО «Авиадвигатель» подписали договор на «фирменное ремонтно-техническое обслуживание в течение всего жизненного цикла», согласно которому заказчик будет оплачивать не стоимость трудоемкости обслуживания, а стоимость машино-часа работы оборудования. Такая система оплаты гарантирует заказчику ремонт любой сложности в кратчайшие сроки, а разработчика стимулирует к совершенствованию своих двигателей и обслуживанию их на высшем уровне.

В 2007 г. был разработан газотурбинный двигатель ПС-90ЭУ-16А – основа для газо-

турбинных установок ГТЭ-16ПА. Первая такая установка заработала в составе газотурбинной электростанции ГТЭС-16ПА в 2009 г. на Пермской ТЭЦ-13 ОАО «ТГК-9». Первоначально ТЭЦ-13 была призвана обеспечить электроэнергией промышленное предприятие ОАО «Камкабель» и жилой поселок при нем. С течением времени количество объектов обслуживания станции существенно увеличилось. Сегодня от бесперебойной работы ГТЭ-16ПА в составе ТЭЦ зависит не только электроснабжение крупнейшего в России производителя

К концу 2014 – началу 2015 г. запланирован ввод в эксплуатацию энергоцентра «ЛУКОЙЛ-Пермнефтеоргсинтез» с суммарной мощностью 200 МВт, который будет состоять из двух пусковых комплексов. Энергоцентр создан на базе восьми газотурбинных энергоблоков ГТЭС-25ПА с использованием тепла уходящих газов в паровых котлах-утилизаторах. Таким образом, электроэнергия и тепло вырабатываются комбинированным способом, что позволяет добиться высоких показателей топливной эффективности. Энергоблоки

атмосферу, но и эффекта экономического – за счет сокращения платы за сжигание объемов ПНГ сверх предельно допустимого значения. Кроме того, себестоимость электрической энергии, вырабатываемой на электростанциях серии «Урал», на 30–40% ниже тарифов на приобретаемую электрическую энергию. Нефтегазовые компании получают дополнительный экономический эффект в части снижения себестоимости выпускаемой продукции. За создание и внедрение газотурбинных электростанций серии «Урал», работающих на нефтяном попутном газе, распоряжением Правительства РФ от 20 февраля 2014 г. авторскому коллективу во главе с управляющим директором – Генеральным конструктором ОАО «Авиадвигатель» Александром Иноземцевым присуждена премия Правительства Российской Федерации 2013 г. в области науки и техники.

В настоящее время специалистами ОАО «Авиадвигатель» ведутся работы по улучшению показателей надежности серийных ГТУ, их совершенствованию с использованием унифицированного газогенератора с целью увеличения ресурсов и снижения стоимости жизненного цикла и себестоимости ГТУ, разработке малоэмиссионных камер сгорания, разработке перспективных ГТУ-32П (мощностью 32–34 МВт) и семейства ГТУ мощностью 6–8 МВт и 12–16 МВт на базе перспективного авиационного двигателя пятого поколения ПД-14.

На начало ноября 2014 г. суммарная наработка пермских газовых турбин более чем на 330 объектах топливно-энергетического комплекса России и ближнего зарубежья превысила показатель 17 млн ч, а их общая мощность составила более 9,2 ГВт.

Необходимо подчеркнуть, что эффективная работа газотурбинного оборудования на объектах заказчиков стала возможна благодаря тесной связи разработчиков и изготовителей с потребителями оборудования. ОАО «Авиадвигатель» учитывает пожелания и замечания заказчиков и оперативно решает возникшие в процессе эксплуатации технические вопросы. Применение пермских газотурбинных технологий в топливно-энергетическом комплексе страны способствует улучшению экологической обстановки, развитию энергоэффективности и энергобезопасности компаний и экономики России. Создание и изготовление высокоэффективного газотурбинного оборудования ведется в сотрудничестве с ОАО «Пермский моторный завод», ОАО «Протон-ПМ», ОАО «НПО «Искра», ЗАО «Искра-Энергетика», ЗАО «Искра-Авигаз», ОАО «Привод», ГП «Спутник», ОАО ПЗ «Машиностроитель», ОАО «Редуктор-ПМ», ОАО «СТАР».



ОАО «Авиадвигатель»

кабельно-проводниковой продукции, но и централизованная подача тепла расположенному рядом крупному жилому микрорайону Гайва г. Перми.

В 2011 г. по заказу ООО «Башкирская генерирующая компания» пермской газотурбинной электростанцией ГТЭС-16ПА была расширена действующая Зауральская ТЭЦ. Время показало, что при минимальном количестве обслуживающего персонала газотурбинная электростанция в составе Зауральской ТЭЦ работает стабильно, полностью обеспечивая нужды Сибая в электроэнергии, тепле и горячей воде.

В 2009 г. на Уфимской ТЭЦ-1 ООО «Башкирская генерирующая компания» начала работать первая пермская 25-мегаваттная газотурбинная электростанция ГТЭС-25П, в основе которой разработанная специалистами «Авиадвигателя» в 2008 г. установка ГТЭ-25П.

ГТЭС-25ПА спроектированы для размещения в помещении цеха. Новые ГТЭ-25ПА имеют более высокие технические характеристики, т.к. разработаны на базе газогенератора двигателя ПС-90А2 с улучшенными характеристиками. Кроме того, в ГТЭ-25ПА применена система экологического впрыска воды. Президент ОАО «ЛУКОЙЛ» Вагит Алекперов считает объект знаковым, потому что введение в эксплуатацию энергоцентра повышает уровень утилизации попутного нефтяного газа, создает доступ к газотранспортной системе «Газпрома» и обеспечивает собственную генерацию электроэнергии.

Использование пермских электростанций серии «Урал», работающих на нефтяном попутном газе, позволяет предприятиям-эксплуатантам достичь не только экологического эффекта за счет существенного сокращения выбросов CO₂-эквивалента в



ПД-14

Алексей ЗАХАРОВ

БУДУЩЕЕ ОТЕЧЕСТВЕННОГО АВИАДВИГАТЕЛЕСТРОЕНИЯ

Главной перспективной программой в области отечественного гражданского авиадвигателестроения в настоящее время является создание ТРДД нового поколения ПД-14 тягой 12 500–15 600 кгс – первого в семействе перспективных двигателей в классе тяги 9–18 тс, разрабатываемого ОАО «Авиадвигатель» в широкой кооперации с другими предприятиями Объединенной двигателестроительной корпорации и ведущими научно-исследовательскими институтами России. Опытные образцы ПД-14 уже проходят испытания на стендах разработчика, а в 2017 г., как ожидается, должен состояться первый полет перспективного ближне-среднемагистрального пассажирского самолета МС-21, оснащенного силовой установкой из двух ПД-14.

Практически с того момента, когда ПС-90А впервые поднялся в воздух, в КБ «Авиадвигатель» началась целенаправленная работа по созданию двигателя следующего поколения. Совместно с ЦИАМ пермские специалисты начали поиск новых конструктивных решений – сначала на бумаге, а потом и в металле. Например, только по компрессору высокого давления (КВД) были созданы и прошли стендовые испытания экспериментальные ступени К-6В, К-7, К-11, Д-66М2, С179-1, Д-70А1. Аналогичная работа шла и по другим узлам и агрегатам двигателя. В интересах создания

малоэмиссионной (коэффициент сгорания топлива 0,995) камеры сгорания (КС) были проведены исследования многомодульной схемы подачи топлива с двухрядным расположением форсунок и новой двухслойной схемы охлаждения (обе эти разработки впоследствии были защищены патентами РФ). На стенде ЦИАМ проводились испытания изготовленной в Перми одноступенчатой высокоперепадной турбины. Велись работы по шевронным соплам разных типов, по решетчатым и створчатым реверсивным устройствам.

Параллельно с поисками новых конструктивных решений обрабатывались и

новые технологии. Была разработана и опробована «в деле» методика изготовления моноколес компрессора методом фрезерования, отработана технология изготовления широкохордных облегченных (пустотелых) лопаток вентилятора сваркой давлением и сверхпластической формовкой, деталей камеры сгорания и турбины из жаростойкого сплава на основе интерметаллидов и многое другое. Новые технологии внедрялись не только в опытное и серийное производство в Перми, но и на предприятиях-смежниках.

В 2002 г. в Федеральной целевой программе «Развитие гражданской авиационной техники России» появился пункт о разработке на конкурсной основе нового ближне-среднемагистрального самолета (БСМС) на 140 пассажиров. Одновременно задавалась, тоже на конкурсной основе, разработка двигателя для этого самолета.

В том же году Росавиакосмос и Министерство транспорта России утвердили «Техническое задание на конкурсную разработку технического предложения по созданию турбореактивного двух-

контурного двигателя нового поколения для ближне-среднемагистрального самолета». Сам конкурс на новый ТРДД объявили в середине 2003 г.

Участие в конкурсе приняли два проекта – ПС-12 (такое обозначение к тому времени получила разработка пермских конструкторов) и АИ-436Т12 – модернизация серийно производимого на заводе «Мотор Сич» Д-436, которую планировалось вести в широкой российско-украинской кооперации.

В соответствии с заданными требованиями, проект ПС-12 имел следующие параметры:

<i>Тяга на взлетном режиме</i>	
<i>(N=0; M=0), кгс.</i>	<i>11 800</i>
<i>Тяга на максимальном режиме</i>	
<i>(N=0; M=0), кгс.</i>	<i>13 500</i>
<i>Приведенный расход воздуха</i>	
<i>через вентилятор</i>	
<i>на крейсерском режиме, кг/с</i>	<i>540,4</i>
<i>Степень двухконтурности</i>	
<i>на крейсерском режиме.</i>	
	<i>8,38</i>
<i>Степень повышения давления</i>	
<i>в компрессоре на режиме</i>	
<i>набора высоты</i>	
	<i>40,8</i>
<i>Тяга на крейсерском режиме</i>	
<i>(N=11 км; M=0,8; МСА), кгс</i>	
	<i>2570</i>
<i>Удельный расход топлива</i>	
<i>на крейсерском режиме, кг/кгс • ч</i>	
	<i>0,550</i>
<i>Диаметр вентилятора, мм.</i>	
	<i>1870</i>
<i>Сухая масса двигателя, кг</i>	
	<i>2350</i>

Заложенные в конструкцию инженерные решения предусматривали высокий уровень надежности. Так, наработка на выключение двигателя в полете должна была быть не ниже 200 тыс. ч, а наработка на отказ, требующий «цехового» ремонта, оценивалась в 12,5 тыс. ч. Планировалось, что двигатель будет соответствовать требованиям ЕТОПС-180 (трехчасовой полет двухдвигательного самолета при отказе одного двигателя и работе второго на повышенной мощности). Вероятность вылета воздушного судна по готовности двигателя оценивалась не ниже 99,95%, а допустимое время задержки вылета ВС по причине неисправности двигателя не превышало 15 минут.

Соответствовали международному уровню и ресурсные показатели. «Холодная» часть двигателя должна была без проблем отработать 40 тыс. циклов «взлет-посадка» (100 тыс. летных часов), для «горячей» части этот показатель составлял 20 тыс. полетных циклов.

В части экологических показателей двигатель проектировался «с запасом». Уровень эмиссии по NOx был на 20–30% ниже, чем требования ICAO, которые планировалось ввести с 2008 г. Расчетный уровень шума на местности был на 15 дВ меньше, чем требования Главы 4 стандарта ICAO.

Конкурента ПС-12 – запорожский АИ-436Т12 – предполагалось создать на основе Д-436ТЗ, самой совершенной на тот момент версии Д-436. Трехвальный двигатель с новым вентилятором, имеющим ширококордные лопатки, должен был иметь степень двухконтурности 10,35, тягу на взлетном режиме 12 тс, удельный расход топлива на крейсерском режиме 0,555 кг/кгс • ч, диаметр вентилятора 2070 мм и сухую массу 2230 кг.

В производстве АИ-436Т12 предполагалось использовать мощности «Мотор Сич», а также Уфимского моторостроительного производственного объединения (УМПО) и ММПП «Салют». Предприятия-партнеры подписали соглашение о совместном выпуске нового двигателя, причем сборка его должна была вестись как в России, так и на Украине.

Основную ставку создатели проекта АИ-436Т12 делали на малое время разработки. В случае победы в конкурсе они обещали, что первый двигатель будет изготовлен в течение года. Однако время не было критичным для программы – на разработку самого самолета («носителя») отводилось десять лет. В то же время, ПС-12 по ряду важных показателей превосходил конкурента. Сказывался научно-технический задел, который к тому времени был уже наработан в Перми. Поэтому неудивительно, что победу в конкурсе одержали пермяки.

В то время предполагалось, что ПС-12 будет использоваться на двух самолетах – помимо БСМС, его предлагалось устанавливать и на перспективный транспортный МТА (Multirole Transport Aircraft), который планировалось разработать в рамках совместной российско-индийской программы на базе проекта Ил-214.

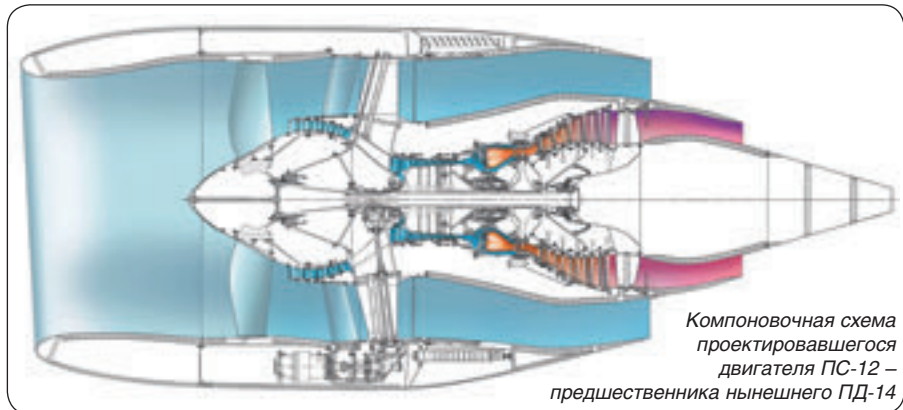
Однако в Перми на будущее нового двигателя смотрели шире. На базе его газогенератора предполагалось создать целую гамму двигателей в широком диапазоне тяг. На «нижней ступеньке» размерного ряда находился ПС-7 с тягой 7 тс, кото-

рый планировалось использовать на проектировавшемся «бизнес-джете» Ту-414. Следующим в линейке был ПС-9 – его можно было устанавливать на ближне-магистральные Ту-334, а также на самолет-амфибию Бе-200. Далее шел ПС-14 с тягой 14,5 тс, предназначенный для среднемагистральных самолетов, а также ретомоторизации транспортного Ил-76 и его версий.

Наконец, на вершине модельного ряда находился ПС-18Р. Буква «Р» в названии двигателя указывала, что его вентилятор приводится через редуктор. В то время планировалось реализовать несколько проектов по серьезной модернизации магистральных лайнеров Ту-204 и Ил-96. Новый 18-тонный редукторный двигатель с вентилятором диаметром 2300 мм и крейсерским удельным расходом топлива 0,52 кг/кгс • ч предназначался именно для них. «По умолчанию» предполагалось, что ПС-18Р, тягу которого в перспективе можно было довести до 20 тс и более, может составить конкуренцию запорожскому Д-18Т в программах модернизации тяжелого транспортного самолета Ан-124 «Руслан».

Однако первым, и потому главным ориентиром для пермяков был БСМС, получивший новое обозначение МС-21 – «Магистральный Самолет XXI века». А этот проект к тому времени уже несколько трансформировался. Так, если первоначально вместимость его базовой версии составляла 140 человек, то позднее она была увеличена до полутора сотен пассажиров. Еще позже вместо «укороченного» по длине фюзеляжа МС-21-200 первоочередным в программе стал МС-21-300 на 180 мест. Разработчик самолета, корпорация «Иркут», объяснял это тем, что подавляющее большинство потенциальных эксплуатантов интересуется самолетом именно такой размерности.

Это вынудило «Авиадвигатель» изменить облик базового двигателя семейства – его тяга выросла до 14 тс. Основой



Компоновочная схема проектировавшегося двигателя ПС-12 – предшественника нынешнего ПД-14

Основные технические решения, реализуемые в конструкции перспективного двигателя ПД-14

8-ступенчатый компрессор высокого давления со степенью повышения давления 17 и блисками из титанового сплава на 1, 2, 5-й ступенях и дисками 6, 7, 8-й ступеней из никелевого гранульного сплава нового поколения

Вентилятор с 18 широкохордными полыми титановыми лопатками, обеспечивающий степень двухконтурности 8,5

Трехступенчатый компрессор низкого давления

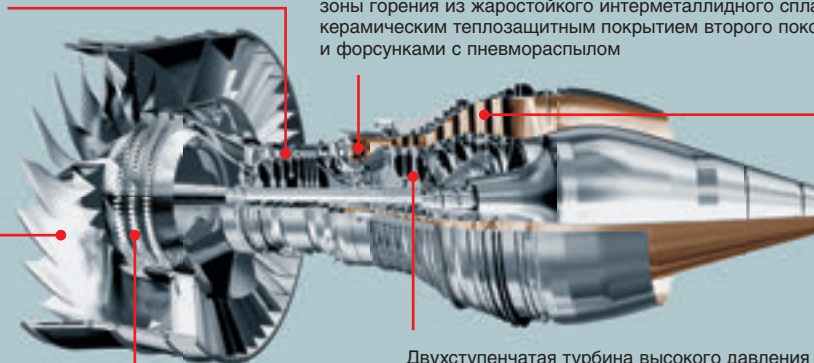
Малоземиссионная кольцевая камера сгорания с деталями зоны горения из жаростойкого интерметаллидного сплава, керамическим теплозащитным покрытием второго поколения и форсунками с пневмораспылом

6-ступенчатая турбина низкого давления с полыми рабочими и сопловыми лопатками всех ступеней и активным управлением зазорами

Двухступенчатая турбина высокого давления с высокоэффективной системой охлаждения, рабочими и сопловыми лопатками из монокристаллических сплавов нового поколения, керамическим теплозащитным покрытием второго поколения, дисками из никелевого сплава нового поколения и активным управлением зазорами

- двухвальная схема с прямым приводом вентилятора
- двухопорный ротор газогенератора с низким уровнем вибраций
- цифровая САУ с полной ответственностью типа FADEC

- короткая мотогондола, на 65% выполненная из композиционных материалов, с реверсивным устройством решетчатого типа с электромеханическим приводом



новой версии двигателя послужил новый газогенератор. Разумеется, доработки остальных компонентов и агрегатов были неизбежны. В частности, были внесены изменения в состав компрессора низкого давления (КНД) – увеличилось количество подпорных ступеней. «Вырос» и вентилятор – его диаметр стал равен 1900 мм. Новый «четырнадцатитонник» первоначально имел обозначение ПС-14, но после того, как пермские моторостроительные предприятия были интегрированы в Объединенную двигателестроительную корпорацию (ОДК), произошел «ребрендинг» программы, и двигатель стал именоваться ПД-14 («Перспективный двигатель с тягой 14 тонн»).

Одновременно с изменением размерности базового двигателя семейства изменились и принципы построения этого семейства. Помимо ПД-14, предназначенного для МС-21-300, в него вошли ПД-14А (тяга 12,5 тс) для МС-21-200 и ПД-14М (15,6 тс) для планируемого 212-местного МС-21-400 и российско-индийского перспективного транспортного МТА. При этом версия ПД-14А полностью идентична базовой конфигурации, отличаясь только регулировками САУ. А ПД-14М уже имеет конструктивные особенности: его КНД получил дополнительную ступень, изменилась и ТНД.

Несколько особняком в семействе стоит ПД-10, имеющий тягу 10 900 кгс. Он предназначался для установки на дальнейшее развитие Sukhoi SuperJet 100 – самолет SJSJ-100NG. Это позволяло увеличить размерность российского «регионала», а

также расширить диапазоны базирования по температуре и высотности аэродрома. Немаловажным было и желание получить для программы SSJ полностью отечественный двигатель – в качестве альтернативы используемому сейчас российско-французскому SaM146. Конструктивно ПД-10 отличался от базового двигателя довольно заметно. При сохранении базового газогенератора диаметр вентилятора уменьшен до 1670 мм. КНД лишился сразу двух ступеней, став одноступенчатым, а турбина низкого давления «потеряла» одно рабочее колесо (осталось пять ступеней).

Сегодня, в связи с решениями отложить на будущее работы по проектам SJSJ-100NG и «удлинненному» МС-21-400, главными приоритетами пермских моторостроителей стало создание базовой версии ПД-14 тягой 14 000 кгс.

Исключены из программы и редукторные двигатели. Это обусловлено желанием снизить технические риски, а также уменьшить массу двигателя, его себестоимость и эксплуатационные затраты.

Окончательно сформированный облик ПД-14 базировался на компактной двухвальной схеме с прямым (безредукторным) приводом вентилятора и степенью двухконтурности 8,5. Отличительными особенностями двигателя стали короткая мотогондола с реверсивным устройством решетчатого типа с электромеханическим приводом, вентилятор с широкохордными лопатками, восьмиступенчатый КВД со степенью повышения давления 17, малоэмиссионная камера сгорания кольцевого типа, двухступенчатая ТВД с эффективной

системой охлаждения и шестиступенчатая ТНД, имеющая высокий КПД. Двигатель имеет надежную силовую схему, двухопорный ротор газогенератора с низким уровнем вибраций, а также цифровую САУ с полной ответственностью (FADEC).

В конструкции ПД-14 применяется много новых для отечественного двигателестроения технологий. КВД, КС и обе турбины создавались с использованием методов 3D проектирования. Вентилятор имеет широкохордные полые титановые лопатки, в конструкции КВД используются блиски. Диски компрессора и турбины выполнены из нового никелевого гранульного сплава. Конструкция камеры сгорания содержит детали из жаростойкого интерметаллического сплава, и форсунки с пневмораспылом. В КС и ТВД используется керамическое теплозащитное покрытие второго поколения. Рабочие и сопловые лопатки ТВД «выращены» из монокристаллических сплавов нового поколения, а конструкция турбин подразумевает активное управление радиальными зазорами. Мотогондола на 65% изготовлена из композиционных материалов.

Новые конструктивные и технологические решения, реализованные в проекте ПД 14, базируются на результатах исследований и научных разработок как самого ОАО «Авиадвигатель» и ряда других предприятий ОДК, участвующих в его создании, так и основных ведущих российских отраслевых научно-исследовательских институтов – ЦИАМ, ВИАМ, ЦАГИ и др., а также 13 организаций Российской Академии Наук – институтов Отделения

энергетики, машиностроения, механики и процессов управления РАН (ОИВТ РАН, ИМАШ РАН, ИПМех РАН, ИПМАШ РАН, ИПУ РАН), Сибирского (ИТ, ИГиЛ, ИТПМ, ИФПМ) и Уральского (ИМСС, ИМ, ИОС) отделений РАН.

В то же время при разработке конструкции двигателя была сделана ставка на проверенные временем классические конструктивные решения, которые в сочетании с использованием современных технологий проектирования и испытаний дают качественно новые характеристики готовому изделию. Важной особенностью процесса разработки ПД-14 являлось также то, что он впервые проектировался на директивно заданную производственную себестоимость. Также впервые в отечественном двигателестроении пермским КБ создавалась сразу двигательная установка, включающая в себя и двигатель (ПД-14), и мотогондолу.

Заложенные в ПД-14 схемно-конструктивные решения обеспечивают высокую надежность, технологичность производства (т.е. пониженную себестоимость), а также низкий уровень эксплуатационных расходов. Последнее обеспечивается, в т.ч., эксплуатацией «по состоянию». Технологически ПД-14 состоит из 14 модулей, причем семь из них можно менять без съема двигателя с крыла. Двигатель сохранил запасы по уровню шума (>10 dB) и по выбросам NO_x (>20%).

Наряду с изменением размерности пермский двигатель снова получил конкурента, теперь – западного. Корпорация «Иркут» приняла решение о том, что потенциальный покупатель сможет выбрать самолет МС-21 с двигателями разных типов. В качестве потенциального поставщика к концу 2009 г. была выбрана компания Pratt&Whitney. В апреле следующего года было заключено соглашение, согласно которому американские моторостроители обязались выполнить предварительную «подгонку» двигателя семейства PW1000G под МС-21. Наконец, летом 2012 г. состоялось подписание окончательного соглашения по версии двигателя PW1000G для семейства самолетов МС-21. Документ предусматривает, что на МС-21-200 может быть установлен PW1428G тягой 12 700 кгс, а на МС-21-300 – PW1431G (14 000 кгс). Впрочем, наиболее вероятными первыми эксплуатантами МС-21 станут российские авиаперевозчики, и в этом случае шансы у ПД-14 выше.

Но вернемся к программе разработки семейства ПД-14. Реализация проекта «Двигатель ПД-14 для самолета МС-21» осуществляется с использованием Gate-технологии. Это новый для отече-

ственного двигателестроения инструмент. Система снижения рисков и затрат проекта путем установления точек контроля («контрольных рубежей») и принятия решения широко используется во всем мире при создании новых образцов наукоемкой и высокочрезвычайно затратной продукции. После каждого этапа разработки ОАО «Авиадвигатель» организует проведение экспертизы достигнутых результатов со стороны двигателестроителей, ученых, самолетостроителей, государства, заказчиков. В качестве экспертов привлекаются высококвалифицированные специалисты отраслевых предприятий, НИИ, ОАК, ОДК. Это дает возможность консолидировать и учесть мнения всех заинтересованных сторон, избежать ошибок, своевременно внести коррективы в конструкцию двигателя и

организацию процесса разработки, тем самым минимизируя финансовые затраты и сокращая сроки.

Изменение размерности базового двигателя усложнило задачу мотористов. Тем не менее, в июле 2008 г. в Перми была успешно проведена защита первого этапа работ по Программе создания семейства турбореактивного двигателя для перспективного ближне-среднемагистрального самолета. В процедуре защиты «первых ворот» специалистами «Авиадвигателя» и Пермского моторного завода были приглашены эксперты ЦИАМ, Объединенной авиастроительной корпорации, Объединенной двигателестроительной корпорации, ОКБ им. А.С. Яковлева (корпорация «Иркут»), компании «Гражданские самолеты Сухого», лизинговой компании «Ильюшин Финанс» и других организаций. Всего в



На сборке ПД-14



Генеральный конструктор Александр Иноземцев знакомит вице-преьера Дмитрия Rogozина и заместителя министра обороны Юрия Борисова с новыми разработками предприятия



Демонстрация опытного ПД-14 на испытательном стенде «Авиадвигателя» министру промышленности и торговли Денису Мантурову

ОАО «Авиадвигатель»



ПД-14 №100-01 на акустических испытаниях на открытом стенде, сентябрь 2012 г.

ОАО «Авиадвигатель»

ма их разработки будет экономически эффективна.

Второй контрольный рубеж ПД-14 прошел в марте 2010 г. Одним из основных критериев этого этапа было формирование кооперации по двигателю. Под эгидой ОДК пермякам удалось сформировать дееспособную команду партнеров. В нее, помимо «Авиадвигателя» (головной разработчик силовой установки) и Пермского моторного завода (головной изготовитель), вошли пермская компания «СТАР» (разработчик и изготовитель FADEC), уфимские УМПО и НПП «Мотор», рыбинское НПО «Сатурн», а также московский НПЦ газотурбостроения «Салют».

Немногим более чем через год, в июле 2011-го, состоялась защита эскизного проекта двигателя – ПД-14 прошел «третьи ворота». К этому моменту «Авиадвигатель» совместно с партнерами по программе закончил составление эскизного проекта, а также изготовил и испытал ключевые составные части газогенератора-демонстратора. В частности, на стенде было протестировано девять вариантов полноразмерной камеры сгорания, что позволило создать конструкцию, в полной мере удовлетворяющую противоречивым требованиям к этому важному компоненту двигателя.

Кроме того, был разработан комплект регламентирующей документации. В него вошли положение об оценке себестоимости изготовления и ремонта двигателей, технические требования к IT-поддержке

работе приняло участие 77 специалистов самых разных направлений.

Они рассмотрели вопросы управления программой и кооперации, результаты маркетинговых исследований и планы послепродажного обслуживания, анализ экономической эффективности программы, технические и технологические решения и риски, которые в нее заложены, а также вопросы информационной под-

держки программы. В итоговом протоколе комиссии по рассмотрению результатов первого этапа работ по Программе создания семейства ТРДД для БСМС отмечено, что результаты, достигнутые «Авиадвигателем» и Пермским моторным заводом, полностью закрывают этап концептуальной проработки. Эксперты подтвердили, что семейство двигателей ПД-14 технически реализуемо, а програм-

Основные данные перспективных двигателей семейства ПД-14

Модификация	ПД-14	ПД-14А	ПД-14М	ПД-10
Тяга на взлете, кгс	14 000	12 500	15 600	10 900
Диаметр входа, мм	1900	1900	1900	1677
Сухая масса, кг	2870	2870	2970	2350
Компоновочная схема	1+3+8-2+6	1+3+8-2+6	1+4+8-2+6	1+1+8-2+5
Применение	МС-21-300	МС-21-200	МС-21-400, МТА	SSJ100NG

проекта (это один из важных элементов любой современной программы создания новой техники, который обеспечивает оперативный и безошибочный обмен технической информацией между партнерами) и комплексная программа продвижения двигателя ПД-14 на рынок.

Особо стоит отметить документацию по созданию и развитию системы послепродажного обслуживания (ППО) ПД-14. Не секрет, что именно ППО вызывает значительную долю нареканий со стороны эксплуатантов авиационной техники отечественного производства. С учетом этого «Авиадвигатель» занялся подготовкой к организации системы интегрированной логистической поддержки (в том числе послепродажного обслуживания) параллельно с проектированием двигателя.

Одновременно с отработкой технической, технологической и нормативной документации продолжалась работа над «железом». К концу 2011 г. была закончена сборка газогенератора – демонстратора технологий (изделие 100ГГ-01). Его первый запуск на закрытом стенде «Авиадвигателя» состоялся 17 декабря 2011 г. Через шесть месяцев был изготовлен двигатель-демонстратор (№100-01), который впервые «ожил» на стенде 10 июня 2012 г. После короткого, но интенсивного цикла испытаний на закрытом стенде двигатель-демонстратор «переехал» на открытый стенд, где в августе того же года начались его акустические испытания.

Весной 2013 г. Авиационный регистр Межгосударственного авиационного комитета принял заявку ОАО «Авиадвигатель» на сертификацию ПД-14. Согласно требованиям ТЗ на создание перспективного двигателя, сертификационный базис разработан специ-

алистами ОАО «Авиадвигатель» с учетом норм летной годности по безопасной эксплуатации двигателей воздушных судов – Авиационных правил АП-33 и норм эмиссии авиационных двигателей АП-34.

После получения одобрения АР МАК в «Авиадвигателе» развернулась масштабная работа по подготовке к процедуре сертификации: оформлялся большой комплект документации, отражающий ход реализации программы «Двигатель ПД-14 для самолета МС-21».

В соответствии с планом, первый этап программы сертификации – макетная комиссия – прошел в октябре 2013 г. Его целью была оценка полноты заявленного Сертификационного базиса, предварительная оценка соответствия конструкции двигателя требованиям Сертификационного базиса, а также оценка предлагаемых видов проверок и испытаний. В состав комиссии вошли специалисты АР МАК, АСЦ ГосНИИ ГА, ЦС «Качество» и ОАО «Авиадвигатель». В роли независимой инспекции выступило Военное представительство №209 Министерства обороны РФ.

Макетная комиссия рассмотрела электронный макет двигателя ПД-14, узлы и детали его натурного образца. Специалисты также ознакомились с испытательной базой «Авиадвигателя».

Протокол макетной комиссии, утвержденный 8 ноября 2013 г., свидетельствовал, что разработка двигательной установки на базе ПД-14 ведется с учетом всех требований АП-25, АП-33 и АП-34. Представленные материалы, а также номенклатура сертификационных работ и испытаний позволили разработчику доказать соответствие сертификационного базиса ПД-14 требованиям летной годности и охраны окружающей среды.

ВИКТОР ЧУЙКО: «ПД-14 ПОДНИМАЕТ НА НОВЫЙ УРОВЕНЬ АВИАПРОМ РОССИИ»

Президент АССАД – о новейшей
разработке пермских моторостроителей



На рубеже 90-х – 2000-х, когда, казалось бы, все рухнуло, именно пермское КБ выходит с предложением создать семейство двигателей на базе единого газогенератора. Эту идею даже не сразу поняли. Иноземцу пришлось пять лет ее «пробывать». А сегодня первенец этой семьи – ПД-14 – уже проходит сертификационные испытания, доводку, со своими трудностями, успехами, – всё как у всех. Один из новых отраслевых руководителей мне сказал: «У «Авиадвигателя» плохи дела, у них разрушился газогенератор». Я ему ответил: «Как хорошо, что он разрушился сейчас, а не в полете. Пермские обязательно разберутся, исправят, и больше это никогда не повторится».

«Авиадвигателю» в кооперации с ведущими отраслевыми КБ, предприятиями и институтами приходится создавать двигатель, конкурентоспособный на международном рынке. А, значит, делать все по международным методикам, гейтовой системе, с глубочайшим анализом востребованности ПД-14, его экономической эффективности и т.д. Нужно умудриться взять высокие параметры, но такие, чтобы их могло обеспечить производство. Я это называю балансированием на лезвии бритвы. Это очень сложный процесс!

Главное, что этот проект дал нам надежду на то, что авиационное двигателестроение в России не умрет, а будет развиваться. Проект показал руководству России, что мы способны, пройдя путь ПС-90А в трудные годы, сделать новый двигатель. На мой взгляд, двигатель ПД-14 – точка возрождения российского гражданского авиастроения и двигателестроения. Этот двигатель уже потянул за собой новые материалы, технологии, оборудование. ПД-14 поднимает на новый уровень авиапром России.

Двигатель ПД-14 – это пионер нового семейства. От того, каким этот пионер получится, будет зависеть будущее остальных модификаций.



3D модель летающей лаборатории
ЛИИ им. М.М. Громова Ил-76ЛЛ с двигателем ПД-14

ОАО «Авиадвигатель»

В конце января 2014 г. «Авиадвигатель» при поддержке АР МАК направил заявку в Европейское агентство по авиационной безопасности (EASA) на проведение работ по валидации результатов сертификации двигателя ПД-14 на соответствие его типовой конструкции европейским нормам CS-E. Доказать это соответствие нелегко, но авиационные правила АП-33 и АП-34, по которым идет процесс сертификации ПД-14 в России, максимально гармонизированы с европейскими нормами CS-E, а также с аналогичными требованиями США – FAR-33.

Публичный дебют натурного образца ПД-14 состоялся на авиасалоне МАКС-2013 в августе 2013 г., когда был продемонстрирован первый двигатель-демонстратор. В апреле 2014-го, на Международном форуме двигателестроения МФД-2014



Двигатель ПД-14 №100-03 на МФД-2014, апрель 2014 г.

Евгений Ерохин



ПД-14 проходит испытания на открытом стенде ОАО «Авиадвигатель»

в Москве, пермяки показали следующий опытный экземпляр ПД-14 (№100-03), прошедший стендовые испытания в начале года. Как заявил на МФД-2014 управляющий директор – Генеральный конструктор ОАО «Авиадвигатель» Александр Иноземцев, к тому моменту оба опытных двигателя наработали на стендах предприятия около 100 ч, а три опытных газогенератора – около 120 ч. В октябре 2014 г. в Перми начались стендовые испытания следующего опытного экземпляра ПД-14 (№100-04). В 2015 г. ПД-14 должен поступить на летные испытания на борту летающей лаборатории ЛИИ им. М.М. Громова Ил-76ЛЛ.

Весь комплекс сертификационных испытаний ПД-14 по российским нормам планируется завершить к апрелю 2017 г., когда двигатель должен получить Сертификат типа Авиарегистра МАК, а летом того же года может состояться первый полет МС-21 с двигателями ПД-14. Ожидается, что в 2018 г. корпорация «Иркут» сможет приступить к поставкам серийных лайнеров МС-21 стартовым заказчиком.

Хронология программы создания перспективного двигателя ПД-14



