



NP AVIASUPPLIER
НП АВИАПОСТАВЩИК

ПД-14 – двигатель прогресса

(Источник: <http://vtbrussia.ru/tech/pd-14-dvigatel-progressa/>, 28.01.2016)

Начало испытаний авиадвигателя ПД-14 стало событием года

30 октября 2015 года начались испытания новейшего российского авиационного двигателя ПД-14 на летающей лаборатории Ил-76ЛЛ. Это событие исключительной важности. По достоинству оценить его значение помогут 10 любопытных фактов о турбореактивных двигателях вообще и о ПД-14 в частности.

Достижение человечества

Турбореактивный двигатель (ТРД) – одно из главных технических достижений человечества, которое можно поставить в один ряд с изобретением колеса, паруса, паровой машины, двигателя внутреннего сгорания, ракетного двигателя и атомного реактора. Именно благодаря ТРД наша планета вдруг стала маленькой и уютной. Любой человек может за считанные часы комфортно и безопасно добраться до самого отдаленного ее уголка.

По статистике лишь один полет из 8 млн заканчивается аварией с гибелью людей. Даже если вы будете каждый день садиться на случайный рейс, вам понадобится 21 000 лет, чтобы погибнуть в авиакатастрофе. Согласно статистике, ходить пешком во много раз опаснее, чем летать. И все это во многом благодаря потрясающей надежности современных авиадвигателей.

Чудо техники

А ведь ТРД – крайне сложное устройство. В наиболее трудных условиях работает его турбина. Ее важнейший элемент – лопатка, с помощью которой кинетическая энергия газового потока преобразуется в механическую энергию вращения. Одна лопатка, а их в каждой ступени авиационной турбины насчитывается около 70, развивает мощность, равную мощности двигателя автомобиля «Формулы-1», а при частоте вращения порядка 12 тыс. оборотов в минуту на нее действует центробежная сила, равная 18 тоннам, что равняется нагрузке на подвеску двухэтажного лондонского автобуса.

Но и это еще не все. Температура газа, с которым соприкасается лопатка, почти равна половине температуры на поверхности Солнца. Эта величина на 200 °С превышает температуру плавления металла, из которого изготавливается лопатка. Представьте себе такую задачу: требуется не дать растаять кубику льда в печи, нагретой до 200 °С. Конструкторы умудряются решить проблему охлаждения лопатки с помощью внутренних воздушных каналов и специальных покрытий. Неудивительно, что одна лопатка стоит в восемь раз дороже серебра. Для создания только этой небольшой детали, которая помещается в ладони, необходимо разработать более десятка сложнейших технологий. И каждая из этих технологий оберегается как важнейшая государственная тайна.

Технологии ТРД важнее атомных секретов

Кроме отечественных компаний, только фирмы США (Pratt & Whitney, General Electric, Honeywell), Англии (Rolls-Royce) и Франции (Snecma) владеют технологиями полного цикла создания современных ТРД. То есть государств, производящих современные авиационные ТРД, меньше, чем стран, обладающих ядерным оружием или запускающих в космос спутники. Многолетние усилия Китая, к примеру, до сих пор так и не привели к успеху в этой области. Китайцы быстро скопировали и оснастили собственными системами российский истребитель Су-27, выпуская его под индексом J-11. Однако скопировать его двигатель АЛ-31Ф им так и не удалось, поэтому Китай до сих пор вынужден закупать этот уже давно не самый современный ТРД в России.

ПД-14 – первый отечественный авиадвигатель 5-го поколения

Прогресс в авиадвигателестроении характеризуется несколькими параметрами, но одним из главных считается температура газа перед турбиной. Переход к каждому новому поколению ТРД, а всего их насчитывают пять, характеризовался ростом этой температуры на 100–200 градусов. Так, температура газа у ТРД 1-го поколения, появившихся в конце 1940-х годов, не превышала 1150 °К, у 2-го поколения (1950-е гг.) этот показатель вырос до 1250 °К, в 3-м поколении (1960-е гг.) этот параметр поднялся до 1450 °К, у двигателей 4-го поколения (1970–1980 гг.) температура газа дошла до 1650 °К. Лопатки турбин двигателей 5-го поколения, первые образцы которых появились на Западе в середине 90-х, работают при температуре 1900 °К. В настоящее время в мире только 15% двигателей, находящихся в эксплуатации, относятся к 5-му поколению.

Одна лопатка авиационной турбины развивает мощность, равную мощности двигателя автомобиля «Формулы-1»

Увеличение температуры газа, а также новые конструктивные схемы, в первую очередь двухконтурность, позволили за 70 лет развития ТРД добиться впечатляющего прогресса. К примеру, отношение тяги двигателя к его массе увеличилось за это время в 5 раз и для современных моделей дошло до 10. Степень сжатия воздуха в компрессоре увеличилась в 10 раз: с 5 до 50, при этом число ступеней компрессора уменьшилось вдвое – в среднем с 20 до 10. Удельный расход топлива современных ТРД сократился вдвое по сравнению с двигателями 1-го поколения. Каждые 15 лет происходит удвоение объема пассажирских перевозок в мире при почти неизменных совокупных затратах топлива мировым парком самолетов.

В настоящее время в России производится единственный гражданский авиадвигатель 4-го поколения – ПС-90. Если сравнивать с ним ПД-14, то у двух двигателей схожие массы (2950 кг у базовой версии ПС-90А и 2870 кг у ПД-14), габариты (диаметр вентилятора у обоих 1,9 м), степень сжатия (35,5 и 41) и взлетная тяга (16 и 14 тс).

При этом компрессор высокого давления ПД-14 состоит из 8 ступеней, а ПС-90 – из 13 при меньшей суммарной степени сжатия. Степень двухконтурности у ПД-14 вдвое выше (4,5 у ПС-90 и 8,5 у ПД-14) при том же диаметре вентилятора. В итоге удельный расход топлива в крейсерском полете у ПД-14 упадет, по предварительным оценкам, на 15% по сравнению с существующими двигателями: до 0,53–0,54 кг/(кгс·ч) против 0,595 кг/(кгс·ч) у ПС-90.

ПД-14 – первый авиадвигатель, созданный в России после распада СССР

Когда Владимир Путин поздравлял российских специалистов с началом испытаний ПД-14, он сказал, что последний раз подобное событие в нашей стране произошло 29 лет назад. Скорее всего, имелось в виду 26 декабря 1986 года, когда состоялся первый полет Ил-76ЛЛ по программе испытаний ПС-90А.

Советский Союз был великой авиационной державой. В 1980-е годы в СССР работали восемь мощнейших авиадвигательных ОКБ. Зачастую фирмы конкурировали друг с другом, поскольку существовала практика давать одно и то же задание двум ОКБ. Увы, времена изменились. После развала 1990-х годов пришлось собирать все отраслевые силы, чтобы осуществить проект создания современного двигателя. Собственно, формирование в 2008 году ОДК (Объединенной двигателестроительной корпорации), со многими предприятиями которой активно сотрудничает банк ВТБ, и имело целью создание организации, способной не только сохранить компетенции страны в газотурбостроении, но и конкурировать с ведущими фирмами мира.

Главным исполнителем работ по проекту ПД-14 является ОКБ «Авиадвигатель» (Пермь), которое, кстати, разрабатывало и ПС-90. Серийное производство организуется на Пермском моторном заводе, но детали и комплектующие будут изготавливаться по всей стране. В кооперации участвуют Уфимское моторостроительное производственное объединение (УМПО), НПО «Сатурн» (Рыбинск), НПЦГ «Салют» (Москва), «Металлист-Самара» и многие другие.

ПД-14 – двигатель для магистрального самолета XXI века

Одним из самых удачных проектов в области гражданской авиации СССР был среднемагистральный самолет Ту-154. Выпущенный в количестве 1026 шт., он долгие годы составлял основу парка «Аэрофлота». Увы, время идет, и этот трудяга уже не отвечает современным требованиям ни по экономичности, ни по экологии (шум и вредные выбросы). Главная слабость Ту-154 – двигатели 3-го поколения Д-30КУ с высоким удельным расходом топлива (0,69 кг/(кгс·ч).

Государств, производящих современные авиационные ТРД, меньше, чем стран, обладающих ядерным оружием

Пришедший на смену Ту-154 среднемагистральный Ту-204 с двигателями 4-го поколения ПС-90 в условиях распада страны и свободного рынка не смог выдержать конкуренцию с зарубежными производителями даже в борьбе за отечественных авиаперевозчиков. Между тем сегмент среднемагистральных узкофюзеляжных самолетов, в котором господствуют Boeing-737 и Airbus 320 (только в 2015 году их было поставлено авиакомпаниям мира 986 шт.), – самый массовый, и присутствие на нем – необходимое условие сохранения отечественного гражданского самолетостроения. Таким образом, в начале 2000-х годов была выявлена острая необходимость создания конкурентоспособного ТРД нового поколения для среднемагистрального самолета на 130–170 мест. Таким самолетом должен стать МС-21 (Магистральный самолет XXI века), разрабатываемый Объединенной авиастроительной корпорацией. Задача невероятно сложная, поскольку конкуренцию с Boeing и Airbus не выдержал не только Ту-204, но и ни один другой самолет в мире. Именно под МС-21 и разрабатывается ПД-14. Удача в этом проекте будет сродни экономическому чуду, но подобные начинания – единственный способ для российской экономики слезть с нефтяной иглы.

ПД-14 – базовый проект для семейства двигателей

Буквы «ПД» расширяются как перспективный двигатель, а число 14 – тяга в тонна-силах. ПД-14 – это базовый двигатель для семейства ТРД тягой от 8 до 18 тс. Бизнес-идея проекта состоит в том, что все эти двигатели создаются на основе унифицированного газогенератора высокой степени совершенства. Газогенератор – это сердце ТРД, которое состоит из компрессора высокого давления, камеры сгорания и

турбины. Именно технологии изготовления этих узлов, прежде всего так называемой горячей части, являются критическими.

Семейство двигателей на базе ПД-14 позволит оснастить современными силовыми установками практически все российские самолеты: от ПД-7 для ближнемагистрального «Сухой Суперджет 100» до ПД-18, который можно установить на флагман российского самолетостроения – дальнемагистральный Ил-96. На базе газогенератора ПД-14 планируется разработать вертолетный двигатель ПД-10В для замены украинского Д-136 на самом большом в мире вертолете Ми-26. Этот же двигатель можно использовать и на российско-китайском тяжелом вертолете, разработка которого уже началась. На базе газогенератора ПД-14 могут быть созданы и так необходимые России газоперекачивающие установки и газотурбинные электростанции мощностью от 8 до 16 МВт.

ПД-14 – это 16 критических технологий

Для ПД-14, при ведущей роли Центрального института авиационного моторостроения (ЦИАМ), головного НИИ отрасли и ОКБ «Авиадвигатель», было разработано 16 критических технологий: монокристаллические лопатки турбины высокого давления с перспективной системой охлаждения, работоспособные при температуре газа до 2000 °К, пустотелая широкохордная лопатка вентилятора из титанового сплава, благодаря которой удалось повысить КПД вентиляторной ступени на 5% в сравнении с ПС-90, малоэмиссионная камера сгорания из интерметаллидного сплава, звукопоглощающие конструкции из композиционных материалов, керамические покрытия на деталях горячей части, полые лопатки турбины низкого давления и др.

ПД-14 и в дальнейшем будет совершенствоваться. На МАКС-2015 уже можно было увидеть созданный в ЦИАМ прототип широкохордной лопатки вентилятора из углепластика, масса которой составляет 65% от массы пустотелой титановой лопатки, применяемой сейчас. На стенде ЦИАМ можно было видеть и прототип редуктора, которым предполагается оснастить модификацию ПД-18Р. Редуктор позволит снизить обороты вентилятора, благодаря чему, не привязанный к оборотам турбины, он будет работать в более эффективном режиме. Предполагается поднять на 50 °К и температуру газа перед турбиной. Это позволит увеличить тягу ПД-18Р до 20 тс, а удельный расход топлива сократить еще на 5%.

ПД-14 – это 20 новых материалов

При создании ПД-14 разработчики с самого начала сделали ставку на отечественные материалы. Было ясно, что российским компаниям ни при каких условиях не предоставят доступ к новым материалам зарубежного производства. Здесь ведущую роль сыграл Всероссийский институт авиационных материалов (ВИАМ), при участии которого для ПД-14 разработано порядка 20 новых материалов.

Но создать материал – полдела. Иногда российские металлы превосходят по качеству зарубежные, но для их использования в гражданском авиадвигателе необходима сертификация по международным нормам. Иначе двигатель, как бы он ни был хорош, не допустят к полетам за пределами России. Правила тут очень строги, поскольку речь идет о безопасности людей. То же самое относится и к процессу изготовления двигателя: предприятиям отрасли требуется сертификация по нормам Европейского агентства авиационной безопасности (EASA). Все это заставит повысить культуру производства, а под новые технологии необходимо провести перевооружение отрасли. Сама разработка ПД-14 проходила по новой, цифровой технологии, благодаря чему уже 7-й экземпляр двигателя был собран в Перми по технологии серийного производства, в то время как раньше опытная партия изготавливалась в количестве до 35 экземпляров.

Разработка современного двигателя занимает в 1,5–2 раза больше времени, чем разработка самолета

ПД-14 должен вытасщить на новый уровень всю отрасль. Да что говорить, даже летающая лаборатория Ил-76ЛЛ после нескольких лет простоя нуждалась в дооснащении оборудованием. Нашлась работа и для уникальных стендов ЦИАМ, позволяющих на земле имитировать условия полета. В целом же проект ПД-14 сохранит для России более 10 000 высококвалифицированных рабочих мест.

ПД-14 – первый отечественный двигатель, который напрямую конкурирует с западным аналогом

Разработка современного двигателя занимает в 1,5–2 раза больше времени, чем разработка самолета. С ситуацией, когда двигатель не успевает к началу испытаний самолета, для которого он предназначен, авиастроители сталкиваются, увы, регулярно. Вот и выкатка первого экземпляра МС-21 состоится в начале 2016 года, а испытания ПД-14 только начались. Правда, в проекте с самого начала предусматривалась альтернатива: заказчики МС-21 могут выбирать между ПД-14 и PW1400G компании Pratt & Whitney. Именно с американским двигателем МС-21 и уйдет в первый полет, и именно с ним ПД-14 предстоит конкурировать за место под крылом.

По сравнению с конкурентом, ПД-14 несколько уступает в экономичности, но зато он легче, имеет заметно меньший диаметр (1,9 м против 2,1), а значит, и меньшее сопротивление. И еще одна особенность: российские специалисты сознательно пошли на некоторое упрощение конструкции. Базовый ПД-14 не использует редуктор в приводе вентилятора, а также не применяет регулируемое сопло внешнего контура, у него ниже температура газа перед турбиной, что упрощает достижение показателей надежности и ресурса. Поэтому двигатель ПД-14 дешевле и, по предварительным оценкам, потребует меньших затрат на техническое обслуживание и ремонт. Кстати, в условиях падения цен на нефть именно более низкие эксплуатационные расходы, а не экономичность становятся схемотобразующим фактором и главным конкурентным преимуществом авиадвигателя. В целом прямые эксплуатационные расходы МС-21 с ПД-14 могут быть на 2,5% ниже, чем у версии с американским двигателем.

На сегодняшний день заказано 175 МС-21, из них 35 – с двигателем ПД-14.

Текст: Леонид Ситник