



СОЗДАНИЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНЫХ АВИАЦИОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ТРЕБУЕТ РАЗВИТИЕ И ОБЪЕДИНЕНИЕ НАУЧНОГО И ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПОТЕНЦИАЛОВ

Государственный научный центр Российской Федерации, Федеральное государственное унитарное предприятие "Центральный институт авиационного моторостроения имени П.И. Баранова"
Виктор Георгиевич Марков, заместитель генерального директора - директор исследовательского центра "Авиационные двигатели"
Александр Игоревич Ланшин, д.т.н., заместитель генерального директора по науке
Валентин Иванович Солонин, к.т.н., редактор

Развитие экономики России на базе современных высокотехнологических методов, неминуемо требует развития авиации - одной из главных составляющих транспортной системы и обороноспособности страны. Ключевым условием эффективности летательного аппарата является высокий уровень совершенства двигателя, его тягово-экономических, экологических, массогабаритных и других эксплуатационных характеристик, среди которых наиболее важными являются ресурс, надежность и безопасность эксплуатации.

Авиационный газотурбинный двигатель, быстро развивающийся высокотехнологичный продукт. Вбирая достижения научно-технического прогресса, он достиг наивысшего, в сравнении с продукцией общего машиностроения, уровня показателей термодинамического совершенства, аэродинамической нагруженности лопаточных машин, максимальной температуры газа в горячей части рабочего тракта, эффективности охлаждения и теплозащиты, эффективности использования топлива, многорежимности работы, применения новых конструкционных материалов и технических решений.

Современный газотурбинный двигатель для гражданской авиации обеспечил за 70-летний срок своего совершенствования примерно двухкратное снижение удельного расхода топлива, многократное повышение ресурса, надёжности, безопасности, улучшения экологических характеристик и способность эффективно функционировать в существенно различных условиях. Двигатели для военной авиации впятеро уменьшили массогабаритные характеристики, на 20...30 % снизили удельный расход топлива на форсажных режимах, обеспечили крейсерский бесфорсажный полет со сверхзвуковой скоростью, высокие динамические характеристики устойчивой работы при больших возмущениях на входе в двигатель и пр. Все эти качества послужили основой тому, что авиадвигатель в мире входит в перечень важнейших критических технологий и рассматривается как самостоятельный коммерческий продукт.

Следует помнить, что двигатель создается в 1,5...2 раза дольше планера и авиационного оборудования. И для того, чтобы он "попал" на новый летательный аппарат, в его конструкции требуется опережающая отработка критических технологий, новых конструктивных решений и материалов, которая проводится в рамках специальных программ.

Во многом благодаря этим программам, проводимым во всех странах при активной поддержке со стороны государства, обеспечивается конкурентоспособность зарубежных авиадвигателестроительных компаний на мировом рынке.

Программы по двигателям военного и гражданского назначения взаимно дополняют друг друга, поскольку на 70...80 % используют общие технологии (методы расчёта, конструкторские решения, конструкционные материалы, технологические процессы и т.д.) при создании новых и модернизации находящихся в эксплуатации двигателей [1].

Программы развития технологий, используемых в новых конструкциях авиадвигателей, стимулируют развитие конструктивных материалов, технологического оборудования, электронной, электрической техники и др. В свою очередь авиационное двигателестроение является технологической базой развития наземного и водного транспорта, теплоэнергетики, газоперекачки и т.п.

В настоящее время в результате экономических событий конца прошлого века, отечественное двигателестроение отстает от высокотехнологических западных стран на поколение (15-20 лет) развития. Хотя основу мирового парка авиационных двигателей в настоящее время составляют конструкции 4-го поколения, на долю которых приходится примерно 76 % используемых двигателей, со второй половины 1990-х годов за рубежом интенсивно вводятся в эксплуатацию самолеты с двигателями 5-го поколения. Эти двигатели для пассажирских самолетов по сравнению с двигателями 4-го поколения обеспечили уменьшение затрат топлива на 10...15 %, уровня шума на 8...15 EPN дБ относительно норм Главы 14 ИКАО, запас по уровню эмиссии NO_x на 35...50 % относительно норм CAEP/6 ИКАО, а также высокие показатели безопасности и ресурса.

Вводимые в эксплуатацию с начала 2000-х годов двигатели 5-го поколения для боевой авиации обеспечили возможность совершать крейсерский полет со сверхзвуковой скоростью на бесфорсажном режиме ($M = 1,4$ и выше), высокую маневренность, вертикальный взлет и посадку, низкий уровень заметности и высокую боевую эффективность. Серийный выпуск двигателей зарубежного производства как военного, так и гражданского назначения исчисляется тысячами экземпляров в год.

Турбовальные и турбовинтовые ТВГД и ТВД двигатели для самолетов, транспортных и пассажирских самолетов - одни из самых консервативных направлений в авиадвигателестроении. Однако, со второй половины 1990-х годов в силовых установках вертолетов зарубежных производителей стали применяться двигатели нового поколения, которые обеспечили уменьшение удельного расхода топлива на 8...12 % и удельной массы на 20...40 % при увеличении межремонтного ресурса до 2500...3000 часов.

Отечественные авиадвигателестроительные предприятия в настоящее время серийно выпускают для пассажирской авиации двигатели 3-го (ТРДД Д-30КП) и 4-го поколения семейство ТРДД ПС-90А/А76, а также, совместно с фирмой SNECMA двигатель 5-го поколения SaM146. Их выпуск исчисляется десятками в год. Отечественный двигатель 5-го поколения ПД-14 сертифицирован 15 октября 2018 г., и 15 декабря 2020 г. новый самолет МС-21 совершил первый полет с двумя такими двигателями. В настоящее время проводятся работы по валидации сертификата типа в EASA.

ТРДД большой тяги ПД-35 поколения 5+ (базовый двигатель семейства тягой 20...50 тс) находится на этапе создания научно-технического задела и формирования экспериментальной базы для его доводки и испытаний.

В Российской Федерации базовыми двигателями для самолетов боевой авиации являются ТРДФ РД-33, АЛ-31Ф и Д30-Ф6 4-го поколения и их модификации 4+ поколения. Эти двигатели выпускаются серийно с середины 1980-х годов и по своим характеристикам не уступают зарубежным аналогам, за исключением величины межремонтного ресурса и обеспечивают отечественным самолетам такие характеристики, которые недоступны зарубежным самолетам.

Самолеты 5-го поколения Су-57 и Су-35С оснащены двигателем АЛ-41Ф глубокой модификацией А-31Ф. Двигатель второго этапа - "изделие 30" находится в стадии разработки и предполагается, что применение его позволит существенно улучшить тактические характеристики Су-57.

В настоящее время в широкой эксплуатации в стране находятся двигатели для вертолетов и самолетов с ТВГТД и ТВД разработки 1970-1980-х годов. Развал СССР привел к тому, что на территории РФ остались разработчики ТВГТД, а производители оказались за её пределами. В результате сложилась ситуация, при которой двигатели для вертолетов и самолетов стали поставляться из-за границы - с Украины, а заодно с ними - из США, Франции и Великобритании. Такая ситуация оставалась до 2016 г., пока на предприятиях АО "ОДК" не было локализовано производство ТВГТД ВК-2500. В настоящее время осуществляется серийное производство ВК-2500 и ТВ7-117 и подготовка к серийному производству ТВГТД ВК-800В и ВК-800С, начало разработки которых относится к концу 1990-х - началу 2000-х годов. Все российские ТВГТД/ТВД, выпускаемые серийно и находящиеся в разработке, по уровню технического совершенства соответствуют зарубежным аналогам разработки 1980-х - 1990-х годов. В настоящее время осуществляется опытно-конструкторская разработка двигателей ВК-650В и ВК-1500В для импортозамещения ТВГТД на российских вертолетах. 16 декабря 2020 г. состоялся первый полет регионального самолета Ил-114-300 с отечественными двигателями ТВ7-117СТ-01.

Таким образом, сопоставление состояния зарубежного и отечественного двигателестроения показывает, что необходимо активное продолжение реализации организационно-финансовых решений для обеспечения конкурентоспособности и развития российского авиадвигателестроения.

Известно, что чем ближе находится разработка к границе своего конструктивного и термодинамического совершенства, тем более дорогой ценой достигается каждая доля её совершенствования. И тем большая часть научных разработок в этой доле. Так было с паровыми и поршневыми двигателями, так сейчас и с двигателями газотурбинными.

Создание современных авиационных двигателей требует внедрения методологии создания новых двигателей, основой которой является опережающее по срокам создание экспериментально обоснованного научно-технического задела (НТЗ). Раннее выявление технических проблем в конкретной разработке и определение путей их решения позволяет существенно уменьшить затраты на всё производство и сертификацию двигателя. Базирование разработки двигателя на опережающем НТЗ способствует также и оптимизации сроков создания авиационного комплекса в целом. Создание опережающего НТЗ по перспективным авиационным двигателям является приоритетным направлением в научно-технической политике высокоразвитых стран.

Зарубежные авиадвигателестроительные компании более чем три десятилетия назад перешли на методологию создания двигателя, суть которой состоит в том, что решение о начале опытно-конструкторских работ принимается только тогда, когда компанией накоплен необходимый уровень знаний и проверенных конструкторских решений, обеспечивающих выполнение поставленной задачи в заданные сроки.

Основные положения современной методологии создания авиационных двигателей изложены в работах [1, 2].

В обеспечение необходимого уровня знаний в процессе проведения программ за рубежом с середины 1980-х годов используются разработанные NASA уровни готовности новых технологий [3].

Знания и технические решения компания получает в результате участия в программах разработки перспективных технологий или, как их еще часто называют, "программах обеспечения технологической готовности". В рамках этих программ создаются демонстраторы технологий, на которых отрабатываются детали и узлы перспективных двигателей. До тех пор, пока не будет достигнут уровень готовности технологии, который обеспечивается проведением испытаний демонстрационного газогенератора или двигателя в реальных условиях эксплуатации (уровень готовности технологий УГТ-6), ни одна зарубежная компания не будет её использовать при создании двигателя нового поколения. Но для то-

го, чтобы внедрить проверенные технические решения, необходимо, чтобы на каждом этапе создания продукта (системы) был достигнут необходимый уровень готовности и производственных (технологических) процессов.

В России разработка методологии поэтапного создания двигателя началась с середины 1980-х годов, когда в ЦИАМ был разработан ряд нормативных документов, регламентирующих порядок выполнения работ на стадии разработки [4] и руководство для конструкторов [5].

Однако, в конце 1980-х годов в стране начались экономические преобразования, приведшие к кризису в авиационной промышленности. Из-за резкого снижения финансирования практически прекратилось создание новых двигателей, и резко сократилось бюджетное финансирование научно-исследовательских работ по разработке новых технологий. В этих условиях интерес к развитию и совершенствованию современной методологии и использование её при создании двигателей временно утратил актуальность.

Начиная с 2000 года, в авиадвигателестроении, как и во всей экономике страны, начали проявляться элементы оживления и определенного роста промышленного производства. Однако оно происходило в новых условиях открытого рынка при жесткой конкуренции с ведущими зарубежными авиастроительными фирмами. С целью максимально быстрого реагирования на конъюнктуру рынка и получение конкурентоспособных двигателей в минимальные сроки и при минимальных затратах, следует учесть, что актуальность внедрения современной методологии при создании двигателей сильно возрастает. Для этого был разработан целый ряд нормативных документов, развивающих и уточняющих поэтапный порядок создания двигателей [6], в котором важнейшую роль играет опережающая экспериментальная отработка ключевых технологий, технологических процессов, узлов, систем, экспериментальных газогенераторов и двигателей-демонстраторов.

В соответствии с разработанными нормативными документами содержание работ при создании перспективного двигателя делится на следующие этапы (рис. 1 [6]):

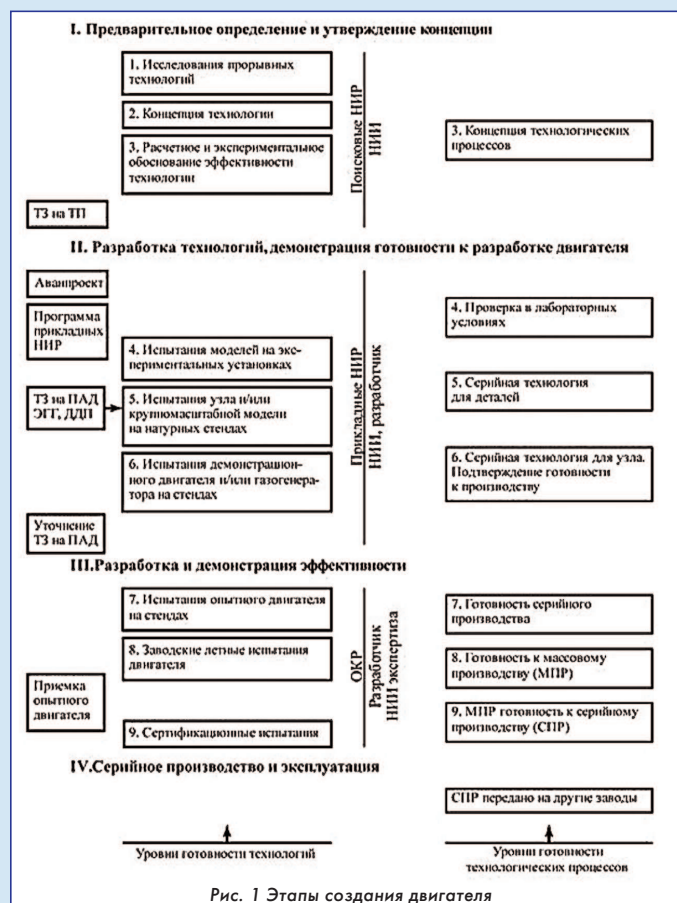


Рис. 1 Этапы создания двигателя

1. Предварительное определение и утверждение концепции и облика двигателя выполняется ЦИАМ совместно с НИИ отрасли на основе научно-технического прогноза развития авиационных двигателей, который устанавливает уровень совершенства конкурентоспособных двигателей на 15-20 лет. Проводятся Поисковые исследования прорывных технологий, новых материалов, конструктивных решений, технологических процессов, формируется технический облик и разрабатывается техническое задание (ТЗ) на перспективный базовый двигатель (как объект создания НТЗ) и предложения по перечню Прикладных НИР. (УГТ-1...2).

2. Разработка технологий базового двигателя проводится при тесном взаимодействии ЦИАМ с НИИ отрасли и предприятий АО "ОДК". В рамках Прикладных НИР проводятся исследования новых технологий на основе испытаний узлов, экспериментальных газогенераторов и демонстрационных двигателей и уточняется ТЗ на перспективный двигатель. По результатам проведенных работ разрабатывается проект двигателя и программа демонстрации заданных эксплуатационных характеристик. (УГТ-3...6).

3. Разработка и демонстрация эффективности и готовности опытного двигателя к серийному производству (ОКР) проводится ОКБ при сопровождении ЦИАМ и НИИ отрасли.

В результате экспериментальной проверки в соответствии с требованиями нормативных документов узлов, газогенераторов и опытного двигателя на обеспечение заданных в ТЗ характеристик во всей области эксплуатации, проводятся сертификационные (государственные) стендовые испытания, которые являются основой сертификации двигателя. Подробно методология создания перспективных двигателей изложена в работах [2, 8]. (УГТ-2...9).

Как уже отмечалось, разработка и экспериментальное подтверждение готовности к серийному производству должно сопровождаться разработкой и внедрением новых производственных технологий на опытном и серийном производстве.

Впервые методология была применена при организации процесса создания двигателя 5-го поколения для отечественного ближне-среднего магистрального самолёта (БСМС) МС-21. Разработка НТЗ в обеспечение создания конкурентного базового двигателя нового поколения началась в 1999 году. ЦИАМ совместно с ЦАГИ разработал "Техническое задание на формирование технического облика базового ТРДД нового поколения для магистральных самолетов" (как объекта опережающей разработки научно-технического задела для перспективных двигателей гражданской авиации). В 2000-2002 гг. ЦИАМ при постоянном контакте с промышленностью провел работу по выявлению технического облика двигателя нового поколения. Результатом этой работы стало определение технических обликов двух вариантов ТРДД (с редукторным и прямым приводом вентилятора), разработка проектов узлов и выявление ключевых технологий создания двигателя.

В феврале 2002 года была утверждена "Программа создания научно-технического задела в обеспечение разработки ТРДД нового поколения для магистральных самолетов гражданской авиации", основу которой составили предложения по изготовлению и экспериментальной отработке модельных узлов и элементов, разработанных ЦИАМ. Работы по этой Программе финансировались по ФЦП "Развития гражданской авиационной техники России на 2002-2010 годы и на период до 2015 года".

В рамках Программы ЦИАМ совместно с АО "Авиадвигатель" и другими предприятиями достиг 3-го - 5-го уровней готовности технологий в результате создания и испытания экспериментальных узлов: полноразмерной кольцевой камеры сгорания, широкохордного малошумного вентилятора, типовых ступеней КВД, сверхвысокоперепадной одноступенчатой ТВД, экспериментального редуктора, шевронных сопел и др. Большая часть НТЗ была использована АО "Авиадвигатель" при создании экспериментального газогенератора двигателя ПД-14. Параллельно шли фундаментальные и поисковые исследования для решения сложных научных задач снижения шума и эмиссии, обеспечения конкурентоспособных ресурсов, повышение эффективности узлов и элементов двигателя.

Значительное продвижение в плане создания НТЗ для перспективных отечественных двигателей было получено в 2009-2011 гг. при выполнении НИР "Технологии" и "Освоение" (головной исполнитель - АО "ОДК" при активном участии ЦИАМ, ВИАМ, АО "Авиадвигатель", "УМПО", "ПМЗ", "НПЦ газотурбостроения "Салют" и др). В 2012 г. наработанный НТЗ был реализован АО "Авиадвигатель" при создании в рекордные для нашей страны сроки (3 года) демонстрационного двигателя по программе ПД-14.

Однако созданного НТЗ оказалось явно недостаточно (финансирование работ в период 2002-2008 гг. было более чем в 20 раз меньше, чем ежегодно затрачивает правительство США на создание НТЗ в области авиационного двигателестроения). Как следствие, в рамках ОКР по ПД-14 пришлось создавать не "опережающий", а "догоняющий" НТЗ. Тем не менее, отставание в области гражданских авиационных двигателей начало сокращаться. В 2016-2017 гг. были проведены сертификационные и инженерные испытания, целью которых являлось создание ТРДД нового поколения ПД-14. Подробно работы по созданию научно-технического задела и двигателя нового поколения изложено в работе [8]. В 2018 году двигатель ПД-14 получил Сертификат Типа Росавиации.

Создание современного базового двигателя 5-го поколения ПД-14 большой успех отечественного авиадвигателестроения. ПД-14 - это десятки освоенных передовых технологий, новейшие собственные материалы, модернизированные производственные мощности. Следует отметить, обеспечение конкурентоспособности двигателя ПД-14 требует проведения огромной работы по достижению ресурса и надежности двигателя, эффективной системы послепродажного обслуживания, ориентированной на минимизацию стоимости жизненного цикла. Эту работу невозможно провести без тесного взаимодействия ведущих предприятий ОДК с НИИ отрасли, в частности по использованию современных информационных технологий при создании и поддержке в эксплуатации двигателя. Одной из базовых технологий обеспечения эффективной эксплуатации созданного двигателя является разработка цифрового двойника, что позволяет с высокой достоверностью предсказывать поведение двигателя в различных условиях эксплуатации, а также даёт возможность получения эффективной системы послепродажного обслуживания. Состояние и пути развития математического моделирования на разных стадиях жизненного цикла изложены в работе [9].

Создание ПД-14 - это прорывной проект с точки зрения восстановления компетенции системного проектирования и отраслевой кооперации. Имеется необходимый научно-технический задел, освоены новые технологии, которые возможно применять для дальнейшего развития всей отрасли авиационного двигателестроения. Базовый двигатель ПД-14 позволит создать линейку конструкций с тягой от 9 до 18 тс. Кроме того, разработанные и освоенные технологии и материалы будут использованы при создании двигателя ПД-35 для широкофюзеляжных и транспортных самолетов.

Очевидно, что для долговременного вхождения в число производителей конкурентоспособных авиационных двигателей, необходимо шире развернуть работы по созданию прорывных технологий и технических решений, которые позволят удовлетворить требованиям ИКАО, которые планируются к принятию в 2020-2030 гг. В соответствии с прогнозными исследованиями, проведенными НИИ отрасли, разработаны целевые индикаторы, определяющие целевые показатели характеристик перспективных двигателей в 2030-е годы:

- снижение крейсерского удельного расхода топлива не менее, чем на 20 %, относительно уровня ПД-14;
- снижение шума ЛА не менее, чем на 20 EPN дБ относительно требований Главы 14 стандарта ИКАО;
- снижение эмиссии NO_x по циклу "взлет-посадка" не менее, чем на 65 % относительно требований CAEP/6 ИКАО (рис. 2).

Для достижения поставленных целей прорабатываются двигатели принципиально новых схем. Это ТРДД сверхбольшой сте-



пени двухконтурности с редуктором, двигатель с “открытым ротором”, с регенерацией тепла, с промежуточным охлаждением, “интеллектуальные” двигатели с применением нано- и MEMS-технологий, “электрические” двигатели со встроенным стартером-генератором, магнитными опорами вращающихся валов и другие ключевые критические технологии для обеспечения создания этих двигателей и их разработка представлены в работе [10].

Амбициозные цели ставятся и перед двигателями для военной авиации. Так, двигатель 6-го поколения должен на 35 % уменьшить затраты топлива по сравнению с двигателями 5-го поколения на дозвуковых режимах, значительно увеличить радиус действия, обеспечить низкий уровень заметности, оптимальное тепловое регулирование системы охлаждения силовой установки и самолета, а также отборы воздуха на улучшение аэродинамических характеристик ЛА, снижение лобового сопротивления воздухозаборника и потерь в сопле. Кроме того, конструкция двигателя должна обеспечивать совместную работу с новыми мощными генераторами, которые будут обеспечивать энергией оружие нового типа.

Современная методология создания двигателя базируется на интеграции систем математического моделирования высших уровней, компьютерного проектирования и автоматизированного изготовления деталей (с использованием новейших материалов и технологических процессов).

Однако, основным требованием методологии, является экспериментальная отработка новых технологий и технических решений в условиях максимально приближенных к эксплуатационным. При этом, успех в разработке критических технологий и перспективных двигателей во многом определяется реализацией комплекса мероприятий:

- разработка методологии проведения испытаний узлов перспективных авиационных двигателей (математическое моделирование и валидация математической модели, выпуск нормативно-технической и методической документации и др.);
- совершенствование и развитие методов и средств измерений для повышения информативности экспериментальных исследований, сокращения объёма и сроков проведения испытаний, разработка нормативных требований к метрологическому обеспечению испытаний;
- улучшение технологического обеспечения испытаний путём развития инфраструктуры экспериментальной базы по располагаемым параметрам, разработки экономических методов испытаний, создания новых стендов и установок;
- автоматизация испытаний и информационное обеспечение эксперимента путём создания информационно-измерительных и управляющих систем и аппаратно-программных средств для повышения информативности испытаний, надёжности и безопасности работы системы их технологического обеспечения.

Институт обладает уникальной экспериментальной базой, поэтому успех реализации современной методологии может и должен быть реализован при широком его участии на всех этапах создания двигателя. Вклад ЦИАМ включает работы от экспери-

ментальной валидации расчётных методов, испытания деталей, узлов, газогенератора до испытаний опытных двигателей с имитацией условий работы их во всей области эксплуатации. Роль и место экспериментальных исследований при создании двигателя подробно описана в работе [11].

В обеспечение ускоренного инновационного развития высокотехнологичной отрасли - авиадвигателестроения - ведущая роль принадлежит государственному сектору науки в лице государственных научных центров (ЦИАМ, ЦАГИ, ВИАМ, ГосНИИАС и др.). В настоящее время ГНЦ, обладающие высоким научным потенциалом, научными школами и уникальной экспериментальной базой - единственная существующая система по созданию и переводу научных и инженерных достижений фундаментального, и прикладного характера в конкурентоспособную инновационную продукцию при тесной кооперации с предприятиями отрасли, институтами РАН и вузами.

Кроме того, государственные научные центры, определяющие приоритетные направления перспективных научных разработок, разрабатывающие и координирующие комплексные и специализированные программы и планы по развитию авиационной техники, выступали и продолжают выступать, в настоящее время в роли организаций, формулирующих государственные интересы, в области экономической и военной безопасности страны. Институты также разрабатывают предложения по уточнению действующих и разработке новых нормативных, методических и нормативно-технических документов, регламентирующих создание и эксплуатацию двигателей.

Принципиальное значение имеет обязательное участие головного института двигателестроительной подотрасли - ЦИАМ, который в настоящее время является единственной государственной организацией, обладающей необходимым научным потенциалом и уникальной экспериментальной базой как в непосредственном проведении НИОКР при широком использовании экспериментальной базы института, так и в экспертизе работ, проводимых ОКБ по госконтрактам.

В настоящее время авиационная промышленность приступила к созданию ряда летательных аппаратов и двигателей нового поколения к ним. Причем в современных политических условиях сроки создания их должны быть максимально сокращены, в связи с чем особую актуальность приобретает создание развернутой программы прикладных НИР по отработке новых технологий, узлов, экспериментальных газогенераторов, которые должны проводиться при тесном взаимодействии ОКБ с ЦИАМ и завершаться испытаниями, по согласованным с институтом программам.

Кроме того, необходимо развернуть работы по созданию критических технологий в обеспечение разработки перспективных двигателей 2030-х годов. Работы должны быть комплексными, объединяющими теоретические исследования, дополняемые созданием и испытаниями демонстраторов технологий в том числе в кооперации с предприятиями АО "ОДК".

Одно из направлений связано с развитием численных методов, учитывающих нестационарные эффекты, переменность турбулентности по тракту, химическую кинетику и др. Эффективность этих методов подтверждается модельными и натурными испытаниями деталей и узлов двигателей на стендах ЦИАМ. Последние работы в этом направлении связаны с использованием методов виртуальной реальности для проектирования компонентов силовой установки [10].

В институте проводятся исследования по двигателям редукторной и без редукторной техники с высокими параметрами ($\pi_{к\Sigma} > 60...70$, $T_{Т\max} = 2100...2200$ К) и их узлов в обеспечение индикаторов 2030-х гг. Большое внимание уделяется применению композиционных материалов как во входной, так и в горячей части двигателя, а также применения аддитивных технологий для изготовления деталей.

Важным направлением развития авиационных двигателей является применение электрических технологий для разработки гибридных и электрических силовых установок.



Рис. 3 Самолёт-лаборатория СибНИА и ЗАО "Супер Окс" (снимок СибНИА)

Совместно с СибНИА имени С.А. Чаплыгина и ЗАО "Супер Окс" на базе летающей лаборатории (самолет Як-40) разрабатывается демонстратор технологий с гибридной силовой установкой, в которой используются электромотор на основе высокотемпературной сверхпроводимости.

Проводятся исследования применения интеллектуальной распределенной САУ со SMART-датчиками, и в том числе и беспроводными. Управление будет осуществляться с использованием математической модели виртуального двигателя.

Ключевые критические технологии для обеспечения создания этих двигателей и разработка их в ЦИАМ представлены в работе [10].

Таким образом, для перехода российской экономики к инновационному пути развития необходимо повышение роли авиадвигателестроения в экономическом росте страны.

Необходима концентрация ресурсов государства и бизнеса на прорывных направлениях создания конкурентоспособных авиационных двигателей, с целью обеспечения обороноспособности и транспортных услуг ЛА с отечественными двигателями, а также - увеличение объема работ по внедрению авиационных технологий в стационарные и транспортные ГТУ различного назначения.

Для достижения указанных целей необходимо объединение научного и производственного потенциалов по направлениям описанных выше.

Для повышения эффективности и обеспечения организации работ по созданию опережающего научно-технического задела и критических технологий в обеспечение создания конкурентоспособных авиационных двигателей необходимо:

- широко развернуть совместно с предприятиями отрасли разработки по созданию научно-технического задела с уровнем готовности технологий 5 - 6 по двигателям 2030-х гг.;

- скорректировать методологию создания авиационных двигателей государственной авиации с выпуском нормативного документа, в котором утвердить разработку авиационного двигателя как создание технически сложного наукоемкого самостоятельного продукта, входящего в число важнейших критических технологий, обязательное проведение НИЭР до стадии ОКР по отработке новых технологий и конструктивных решений и экспериментальному подтверждению возможности получения заданных характеристик и надежной работы на всех эксплуатационных режимах при испытаниях газогенератора и демонстрационного двигателя-прототипа на стендах ЦИАМ;

- реализовать программу реконструкции и модернизации экспериментально-исследовательской базы с целью обеспечения возможности проведения испытаний двигателей 5-го и 6-го поколений, в которой с целью повышения эффективности использования и оптимизации затрат на развитие базы различными организациями (в том числе и других отраслей промышленности) отработать первоочередные мероприятия по обеспечению коллективного пользования экспериментально-исследовательской базы НИЦ ЦИАМ;

- важнейшим условием реализации перспективных направлений развития является кадровое обеспечение исследований высококвалифицированными специалистами. С этой целью в ЦИАМ организован Учебный научно-производственный центр - УНПЦ ЦИАМ, тесно сотрудничающий с МФТИ, МАИ, МГУ им. Н.Э. Баумана, МЭИ, обеспечивающий непрерывное обучение студентов старших курсов, повышения квалификации и переподготовки специалистов отрасли.

Реализация выше перечисленных мероприятий и обеспече-

ние концентрации ресурсов государства и бизнеса на прорывных направлениях создания конкурентоспособных авиационных двигателей обеспечат сохранения за Россией статуса высокотехнологичной страны. ▲

Литература

1. Работы ведущих авиадвигателестроительных компаний в обеспечение создания перспективных авиационных двигателей (аналитический обзор) авт. В.А. Скибин, В.И. Солонин, В.А. Палкин и др. М. ЦИАМ, 2004.

2. Методология организация научных исследований в обеспечение создания высокотехнологической продукции (на примере НИЭР и ОКР при создании авиационных двигателей) В.И. Бабкин, В.И. Солонин. Проблемы управления научными исследованиями и разработками - 2017 г. Труды Третьей научно-практической конференции (26 октября 2017 г., Москва) под редакцией А.В. Дутова, Д.А. Новикова. М. ИПУ РАН, НИЦ "Институт им. Н.Э. Жуковского", 2017, стр. 105-118.

3. Morgan J. Manufacturing Readiness Levels (MRLs) Manufacturing Readiness Assessments (MRAs). Jnan S &T Environment/V.S. Air Force, 2008.

4. Газотурбинные двигатели для ЛА. Порядок выполнения работ на стадии разработки ОСТ 102501-84, 1984 г.

5. Руководство по испытаниям авиационной техники: 4.2. Вып. 14 Кн1. Комплекс методик специальных испытаний двигателей-прототипов: РТМ300-01-2007/ЦИАМ.М., 2007.

6. Современная методология создания конкурентоспособных авиационных двигателей и место науки в этом процессе. В.И. Бабкин, В.И. Солонин. Сборник статей под общей редакцией М.В. Гордина и А.И. Ланшина. Труды ЦИАМ 1362. М. ЦИАМ, 2020 г.

7. Положение о порядке создания и объёме испытаний демонстрационного двигателя-прототипа нового поколения для магистральных самолетов гражданской авиации. 2007.

8. Опыт организации научно-исследовательских работ по созданию научно-технического задела применительно к перспективным авиационным двигателям. А.И. Ланшин. Сборник Проблемы управления научными исследованиями и разработками - 2017. Труды научно-технической конференции (26 октября 2017, Москва) под общей редакцией А.В. Дутова, Д.А. Новикова. М. ИПУ РАН, НИЦ "Институт им. Н.Э. Жуковского", 2017, стр. 119-127.

9. Роль и место математического моделирования в создании перспективных авиационных двигателей. В.Е. Макаров. Сборник статей под общей редакцией М.В. Гордина и А.И. Ланшина. Труды ЦИАМ № 1362. М. ЦИАМ, 2020 г.

10. Концепции авиационных двигателей для перспективных пассажирских самолетов авт. М.В. Гордин, В.А. Палкин. Журнал "Авиационные двигатели" [3 (4)] 2019 г.

11. Роль и место экспериментальных исследований в создании перспективных авиационных двигателей авт. В.И. Бабкин, В.И. Солонин. // Двигатель, № 4, 2015 г.



Экспозиция ЦИАМ с макетом экспериментальной ЛЛ на МАКС