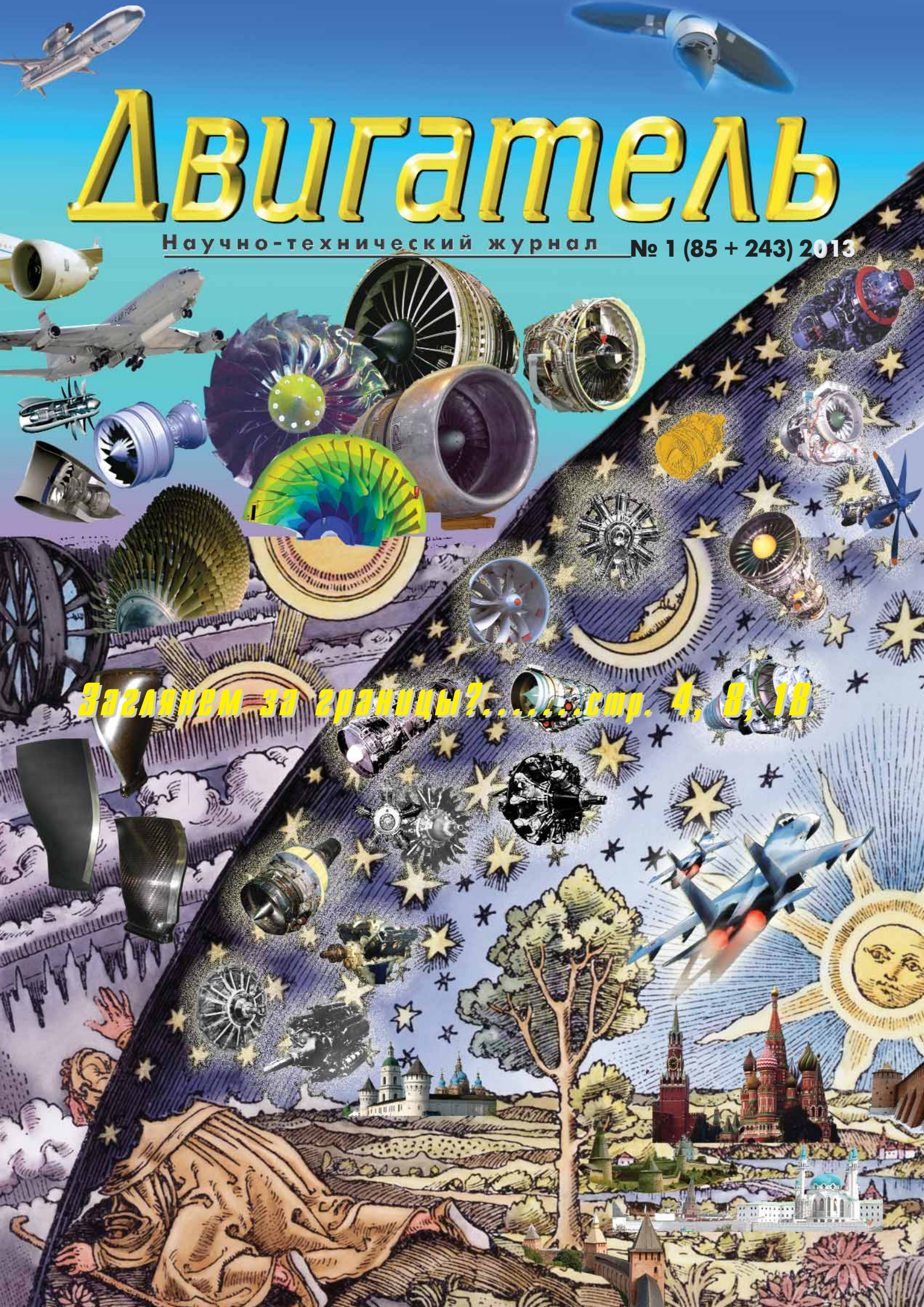


Двигатель

Научно-технический журнал № 1 (85 + 243) 2013

Заглянем за границы?.....стр. 4, 8, 18





2007 2005 2004



Научно-техническое издание по освещению проблем в промышленности

2010



Медаль АМКОС
"Преодоление"



Редакционный совет

Агульник А.Б., д.т.н.,

декан факультета авиационных двигателей МАИ

Бабкин В.И., к.т.н.,

ген. директор ГНЦ "ЦИАМ им. П.И. Баранова"

Багдасарьян Н.Г., д.филос.н.,

профессор МГУ им. М.В. Ломоносова,

МГТУ им. Н.Э. Баумана

Богуслаев В.А., д.т.н.,

председатель совета директоров АО "МОТОР СИЧ"

Воронков Ю.С., к.т.н.,

зав. кафедрой История науки РГГУ

Григорян Г.Г., д.т.н.,

гл. научный сотрудник ФГУК "Политехнический музей"

Губертов А.М., д.т.н.,

зам. директора ФГУП "Исследовательский центр им. М.В. Келдыша"

Дическул М.Д.,

зам. управляющего директора ОАО "УК "ОДК"

Дмитриев В.Г., д.т.н.,

вице-президент корпорации "Иркут"

Иноземцев А.А., д.т.н.,

ген. конструктор ОАО "Авиадвигатель"

Каблов Е.Н., академик РАН,

ген. директор ГНЦ "ВИАМ"

Каторгин Б.И., академик РАН

Коржов М.А., к.т.н.,

руководитель проекта "Двигатель"

ОАО "АвтоВАЗ"

Кравченко И.Ф., д.т.н.,

ген. конструктор ГП "ИВЧЕНКО-ПРОГРЕСС"

Крымов В.В., д.т.н.

Кутенев В.Ф., д.т.н.,

зам. ген. директора ГНЦ "НАМИ" по научной работе

Кухаренок Г.М., к.т.н.,

зав. каф. ДВС Белорусского национального ТУ

Лобач Н.И.,

ген. директор ПО "Минский моторный завод"

Новиков А.С., д.т.н.

зам. ген. директора ГНЦ "ЦИАМ им. П.И. Баранова"

Пустовгаров Ю.Л.,

президент Торгово-промышленной палаты

Республики Башкортостан

Рачук В.С., д.т.н.,

ген. конструктор, ген. директор

ФГУП "КБ Химавтоматики"

Ружьев В.Ю.,

первый зам. ген. директора Российского

Речного Регистра

Рыжов В.А., д.т.н.,

главный конструктор ОАО "Коломенский завод"

Ситнов А.П.,

зам. руководителя Комиссии по оборонно-

промышленному комплексу РСПП

Скибин В.А., д.т.н.,

научный руководитель ГНЦ "ЦИАМ

им. П.И. Баранова"

Смирнов И.А., к.т.н.,

ген. конструктор КБХМ - филиала ФГУП "ГКНПЦ

им. М.В. Хруничева"

Ставровский М.Е., д.т.н.,

проректор по научной работе

РГТУ имени К.Э. Циолковского (МАТИ)

Троицкий Н.И., к.т.н.

Фаворский О.Н., академик РАН,

член президиума РАН

Чуйко В.М., д.т.н.,

президент Ассоциации "Союз

авиационного двигателестроения"

Зайков Г.В.,

ген. директор ГП "НПК газотурбостроения

"ЗОРЯ"-МАШПРОЕКТ"

РЕДАКЦИЯ

Главный редактор

Александр Иванович Бажанов

Заместитель главного редактора

Дмитрий Александрович Боев

Ответственный секретарь

Александр Николаевич Медведь к.т.н.

Финансовый директор

Юлия Валерьевна Дамбис

Редакторы:

Александр Аркадьевич Гомберг,

Андрей Иванович Касьян, к.т.н.

Юрий Романович Сергей, к.т.н.

Валентин Алексеевич Шерстянников, д.т.н.

Литературный редактор

Дмитрий Павлович Войтенко

Художественные редакторы:

Александр Николаевич Медведь

Владимир Николаевич Романов

Техническая поддержка

Ольга Владимировна Лысенкова, к.пед.н.

В номере использованы фотографии, эскизы и рисунки:

А.В. Артамонова, А.И. Бажанова,

Д.А. Боева, А.В. Ефимова,

А.Н. Медведя, В.Н. Романова и др.

Адрес редакции журнала "Двигатель":

111116, Россия, Москва,

ул. Авиамоторная, 2.

Тел./Факс: (495) 362-3925.

dvigatell@yandex.ru

boeff@yandex.ru

aib50@yandex.ru

www.dvigately.ru

Электронная версия журнала (2006-2012 гг.) размещается также на сайте Научной электронной библиотеки www.elibrary.ru и включена в индекс РИНЦ

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ

ООО "Редакция журнала "Двигатели"©

генеральный директор Д.А. Боев

зам. ген. директора А.И. Бажанов

Ответственность за достоверность информации и наличие в материалах фактов, не подлежащих разглашению в открытой печати, лежит на авторах публикаций.

Мнение редакции не всегда совпадает с мнением авторов.

Перепечатка опубликованных материалов без письменного согласия редакции не допускается. Ссылка на журнал при перепечатке обязательна.

Журнал "Двигатель", рекомендован экспертными советами ВАК по техническим наукам, по истории, экономике, философии, социологии и культурологии в числе журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертации на соискание ученой степени доктора и кандидата наук. Индекс 28377 в общероссийском каталоге 2008 г.

Научно-технический журнал "Двигатель"© зарегистрирован в ГК РФ по печати.

Рег. № 018414 от 11.01.1999 г.

14-й (106-й) год издания.

Отпечатано

ЗАО "Фабрика Офсетной Печати" Москва.

Тираж 5 000 экз.

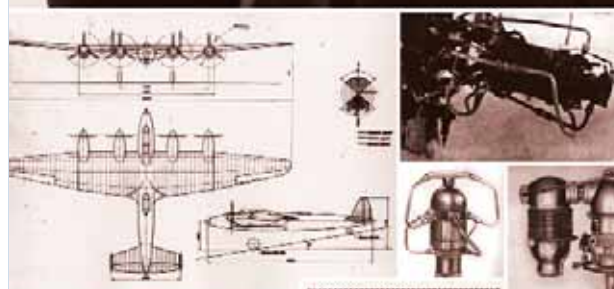
Периодичность: 6 выпусков в год.

Цена свободная.



СОДЕРЖАНИЕ

- 2 Сопровождение по вопросам авиационного двигателестроения в НИЦ ЦИАМ**
- 4 Послепродажное обеспечение эксплуатации ВВТ: ориентация на конечный результат**
В.Б. Стрекоз, Ю.А. Назаренко
- 8 Исследования, проводимые в США, в области создания гиперзвуковых летательных аппаратов**
Е.Л. Кондратюк
- 12 Промышленная ассоциация "МЕГА": всегда на пике технологий**
О.Ю. Бондарев
- 16 О подписке на журнал "Двигатель"**
- 18 О путях повышения боевых возможностей крылатых ракет большой дальности**
Д.В. Сухомлинов
- 22 Антропологические функции техники в проектировании перспективных научно-технических объектов**
С.В. Кувшинов
- 26 Проблематичное начало и драматический конец разработки ракеты-носителя Н1**
В.Ф. Рахманин
- 34 Турбулентность. Генеральная последовательность синхронных частот**
Ю.М. Кочетков
- 36 Памяти Д.П. Войтенко**
- 38 Проблемы диагностики отказов подшипников качения двухконтурных ГТД и пути их решения**
Г.К. Герман, А.И. Зубко, О.Н. Калюжный
- 40 Автоматизированные установки получения водотопливной эмульсии на основе дизельного топлива**
Н.Н. Коленко, Ю.И. Духанин, Е.И. Панов
- 43 Применение когнитивного моделирования для стратегического управления предприятием**
Е.В. Феррейра Опасо
- 44 "Сто тысяч новых Туполевых"**
В.А. Белоконов



СОВЕЩАНИЕ ПО ВОПРОСАМ АВИАЦИОННОГО ДВИГАТЕЛЕСТРОЕНИЯ В НИЦ ЦИАМ

Во вторник, 26 февраля, представительная правительственная делегация, возглавляемая председателем правительства РФ Д.А. Медведевым посетила крупнейший в Европе Научно-исследовательский центр ЦИАМ имени П.И. Баранова в подмосковном Лыткарино. Практически все современные отечественные авиамоторы и многие из иностранных испытывались здесь. Среди сопровождающих лиц - руководство Министерства промышленности и торговли, ОАК, ОДК, руководители крупнейших авиационных и авиадвигателестроительных фирм и предприятий, научных институтов. Столь представительное собрание крайне редко удаётся видеть одновременно и в одном месте.

Учитывая ограниченное время на осмотр, было предложено для ознакомления с испытательным комплексом, посетить из всего множества имеющихся в институте сооружений корпус, в котором расположены высотные стенды и технологическое оборудование для испытаний двигателей и их узлов.

В корпусе, где расположены высотные стенды, предназначены для проведения испытаний авиационных двигателей и их компонентов: компрессоров, камер сгорания, газовых турбин и других элементов двигателей с имитацией полетных условий или в экстремальных условиях эксплуатации, а также комплекс технологического оборудования, обеспечивающий их функционирование, была организована экспозиция продукции предприятий авиадвигателестроительной отрасли. Это - небольшая, но весьма обстоятельная "выставка достижений" авиадвигателестроителей России. Делегацию провёл по экспозиции генеральный директор ЦИАМ В.И. Бабкин. По представленным на ней экспонатам было понятно, над чем работает российское авиадвигателестроение сегодня и каковы его перспективы. Именно с этой экспозиции начался осмотр НИЦ.

В ходе экскурсии по цехам Д.А. Медведеву показали двигатели для "Суперджет-100", истребителей "МиГ". Показали двигатели для боевых вертолетов и новейший образец, который установлен на истребителе 5-го поколения Т-50. Премьер-министру рассказали о работе над двигателем ПД-14 для новых самолетов МС-21. Этот двигатель представлял генеральный конструктор А.А. Иноземцев. В этом двигателе используются наиболее инновационные разработки, а к его созданию привлечены самые передовые предприятия авиационно-технического комплекса страны. Медведеву показали образец разработанной в ЦИАМ полой титановой лопатки этого двигателя. Интересно, что она должна без повреждений выдерживать попадание 9-килограммового альбатроса. Здесь же находилась модель гиперзвукового летательного аппарата ГЛА 2000, разработанного в ЦИАМ и исследованная на гиперзвуковых стендах НИЦ.

Вместе с генеральным директором ЦИАМ В.И. Бабкиным, Д.А. Медведев и сопровождающие его высокие лица прошли по стендам НИЦ ЦИАМ, посетили экспериментальные площадки, были даже внутри огромной барокамеры высотного стенда, где находится двигатель АЛ-31ФН производства завода "Салют".

О положении и перспективах Санкт-Петербургского завода фирмы "Климов" рассказывал руководитель этого предприятия А.И. Ватагин, о состоянии дел в СНТК - Ю.С. Елисеев, о работах ОДК - А.Ф. Ивах. Экспозицию ВИАМ представлял генеральный директор этого института академик Е.Н. Каблов.

После осмотра состоялось совещание по вопросам отечественного двигателестроения. "Двигатель - сердце самолета, от него зависит востребованность этой продукции", - начал совещание Дмитрий Медведев. Премьер-министр заявил, что задача нашей страны - сохранить статус ведущей авиационной державы.

На совещании председатель правительства сообщил: "В рамках реализации государственной программы "Развитие авиационной промышленности на 2012-2025 годы" запланировано направить из федерального бюджета на обновление производственных



мощностей, на внедрение инновационных технологий, на развитие научно-технического задела около 70 млрд рублей. Это без учёта средств, которые предусмотрены "Программой развития оборонно-промышленного комплекса". Он подчеркнул также: "Правительство планирует к 2018 году увеличить выручку от продаж авиатехники в два раза и поставить на внутренний и внешний рынки более 230 самолетов и 400 вертолетов".

Признали, что проблем в отрасли по-прежнему много: и с производительностью труда, и с производственными фондами, и с устаревшим оборудованием, и с кадрами. По словам Д.А. Медведева: "Как уже об этом сказано, отрасль начала выходить из системного кризиса. Завершается формирование корпорации, в которой сконцентрированы основные заводы по производству двигателей для авиации. Процесс этот идёт непросто. Однако в прошлом году ОДК выпустила более 1 тыс. новых и произвела ремонт 862 двигателей".

"Кооперация очень важна, но в то же время мы должны снижать зависимость от импортных материалов и комплектующих. И, конечно, должны стремиться к тому, чтобы на 100 % локализовать производство", - подчеркнул председатель правительства. И далее: "...о чём хотел бы сказать, - это, конечно, научно-технический задел. Здесь особенность в том, что сроки создания двигателя обычно гораздо более длительные, чем сроки создания других компонентов летательного аппарата, и надо об этом, естественно, думать всем. Тем более, чтобы двигатель попал на новый самолёт, требуется опережающая отработка всех необходимых прорывных, о чём мы сегодня тоже говорили, технических решений и технологий".

После совещания вице-премьер Дмитрий Rogozin сообщил журналистам, что контракты по обслуживанию в течение полного жизненного цикла вооружения и военной техники будут заключены в рамках гособоронзаказа на 2013 год, то есть до 15 апреля. Кроме того, ремонтные предприятия Минобороны будут переданы в ведение головных предприятий оборонно-промышленного комплекса. По мнению Д.О. Rogozina, это позволит снизить расходы и повысить качество ремонта вооружения и военной техники.



MAKS 2013

**МОСКВА
ЖУКОВСКИЙ
27.08 – 01.09**

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ
АВИАЦИОННО-КОСМИЧЕСКИЙ
САЛОН**

ВСЕГДА НА ВЫСОТЕ



Международный авиационно-космический салон МАКС заслуженно занял ведущее место в ряду крупнейших мировых авиа-форумов. Главная цель проведения МАКС – демонстрация российских высоких технологий и открытости внутреннего рынка России для совместных проектов с зарубежными партнерами.

WWW.AVIASALON.COM

ПОСЛЕПРОДАЖНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВВТ: ОРИЕНТАЦИЯ НА КОНЕЧНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ

Валерий Борисович Стрекоз, заместитель генерального директора ТАНТК им. Г.М. Бериева по эксплуатации и интегрированной логистической поддержке
Юрий Анатольевич Назаренко, консультант по системам послепродажной поддержки эксплуатации авиационной техники

Из обращения бывшего заместителя министра обороны по закупкам, технологиям и логистике Джаскеса Гэнслера к Конгрессу США, 2000 г.:

"Наше оборудование стареет. И мы не в состоянии заменить его большую часть в ближайшей перспективе. Вследствие этого наши расходы на эксплуатацию и обслуживание будут продолжать расти. Как результат – снижение боеготовности при одновременном увеличении затрат. И до тех пор, пока мы сознательно и быстро не обратим эту тенденцию вспять, нам придется иметь дело с тем, что я называю "спиралью смерти" – ситуацией, когда падение боеготовности будет требовать от нас изъятия все больше и больше долларов, выделенных на модернизацию вооружений, и перенаправления их на повседневные нужды эксплуатации и обслуживания. Все дальше и дальше откладывая модернизацию, мы будем вынуждены продолжать использовать стареющую технику за пределами установленного срока службы, теряя боеготовность и наращивая эксплуатационные расходы..."

Оборонно-промышленный комплекс за рубежом, так же, как и у нас, всегда был достаточно специфическим сектором экономики, где отношения между заказчиком и поставщиком ВВТ регулируются весьма жесткими и достаточно консервативными правилами. Однако, вследствие значительных изменений в расстановке сил на мировой арене, произошедших в последние два десятилетия, оборонные ведомства многих стран стали активно искать альтернативные подходы. Исчезновение старых и появление новых угроз при одновременном сокращении бюджетов вынудило военных решительно отказаться от устоявшихся догм и пересмотреть казавшуюся незыблемой практику взаимоотношений с промышленностью.

Одним из наиболее значительных шагов в этом направлении стала разработка и последующее внедрение оборонным ведомством США принципиально новой концепции тылового обеспечения войск по нормируемым показателям конечного результата – PBL (Performance Based Lifecycle Product Support). Британцы называют этот подход "приобретением боеготовности".

Основной идеей концепции стал отказ от жесткого, установленного "раз и навсегда" разграничения ответственности между военным заказчиком и гражданским поставщиком за постпроизводственные стадии жизненного цикла ВВТ. Тыловые службы оборонных ведомств перестали быть простыми покупателями, а предприятия ОПК – продавцами услуг и предметов материально-технического обеспечения. Появилась возможность заключения долговременных и взаимовыгодных соглашений о сервисной поддержке между военными заказчиками и гражданскими поставщиками ВВТ. В основу таких соглашений были положены новые зако-

ны о государственно-частном партнерстве (PPP - Public-Private Partnership). Предметом таких соглашений стали не конкретные запасные части, материалы или услуги, а нормируемые показатели конечного результата – боеготовности, надежности, стоимости владения, времени простоя боевой техники в войсках. Новый подход изначально был призван заменить устаревшую концепцию "интегрированной логистической поддержки" (Integrated Logistics Support - ILS), которая, хотя и объединила разрозненные элементы эксплуатационной логистики, но по-прежнему отделяла их от процессов закупок ВВТ. Наиболее критичным недостатком ILS, предпривидшим ее дальнейшую судьбу, было отсутствие прямой связи между оцениваемыми показателями поддержки и реальными потребностями боевых подразделений.

С момента своего зарождения в конце 90-х – начале 2000 годов, концепция PBL получила широкое распространение, непрерывно развивалась и претерпела ряд существенных изменений. Сегодня Министерство обороны США считает PBL предпочтительным подходом к сервисной поддержке вновь создаваемых и уже эксплуатируемых систем вооружений и военной техники [1].

Последние исследования МО США результатов практического применения стратегии PBL [2] неопровержимо свидетельствуют: PBL дает значительное повышение эффективности и качества поддержания боеготовности систем ВВТ по сравнению с традиционными подходами. В соответствии с этими исследованиями, повсеместное применение концепции PBL потенциально способно давать от \$10 до \$20 млрд экономии бюджетных средств в год.

Согласно определения, приведенного в [1], PBL – это экономически оправданное приобретение услуг поддержки, как интег-

рированного пакета нормированных показателей конечного результата, нацеленное на оптимизацию готовности и достижение заданных тактико-технических характеристик системы ВВТ, базирующееся на долговременных сервисных соглашениях с четким разделением полномочий и ответственности между сторонами. Проще говоря, PBL - это стратегия приобретения конечного результата, а не конкретных продуктов и услуг.

Если попытаться перевести всё это с менеджерского на нормальный инженерный язык, то получится, что ответственность за состояние приобретённой техники, поддержку её дееспособности и боеготовности (в случае, когда речь идёт о военной технике) берёт на себя производитель техники, снимая таковое ярмо с эксплуатанта. Сложность техники и специфичность обслуживания её стали уже таковы, что, скажем, специалисты эксплуатанта в аэродромной ТЭЧи уже могут и не обеспечить должного уровня технического обслуживания. И всё это изначально входит в контракт закупок.

Для обеспечения возможностей таких действий, было необходимо предоставление руководителям соответствующих оборонных программ прав и полномочий на установление партнерских отношений с промышленностью (государственно-промышленное партнерство) для совместного решения задач, ранее находившихся в исключительной компетенции МО. В отсутствии адекватных правовых механизмов такого партнерства успешное распространение и развитие PBL было бы невозможно.

И должно быть совершенно ясным, что при работе по PBL-схеме, объектом договора стало не приобретение у производителя или провайдера услуг сервисной поддержки ("PBL-контрактора") неких запасных частей или услуг по их монтажу или регулировке, а нормируемые показатели конечного результата, важные для основного потребителя - боевого подразделения или эксплуатанта. В них входят уже эксплуатационная готовность систем, эксплуатационная надежность материальной части, стоимость эксплуатации данной системой и даже среднее время простоя.

Если ранее эксплуатанты (в случае с МО США - военные) были обязаны сами определять потребности в запасных частях и материалах для поддержания заданного уровня боеготовности, отслеживать материальные запасы, производить необходимые закупки и выполнять техническое обслуживание, то теперь все или часть этих обязанностей разрешено делегировать гражданскому подрядчику. Оплата услуг промышленности приобрела регулярный характер, а размер вознаграждения стал прямо зависеть от фактически достигнутых результатов. Вместе с ответственностью за конкретные показатели конечного результата сервисной поддержки, оборонное ведомство переложило на плечи промышленности и значительную часть собственных эксплуатационных рисков. Промышленность, в свою очередь, обрела прямую материальную заинтересованность в минимизации этих рисков.

И ещё одна важнейшая особенность PBL: её долговременный характер. Поставщик системы ВВТ берет на себя обязательства поддерживать эксплуатацию проданной оборонному ведомству техники на протяжении длительного периода - трёх, пяти и более лет, вплоть до списания или снятия изделия с вооружения. Благодаря этому, у промышленности появляется не только стимул, но и реальная возможность инвестировать денежные средства в совершенствование эксплуатационных характеристик ВВТ. Военное ведомство, в свою очередь, избавилось от множества проблем в планировании и исполнении оборонного бюджета.

Как уже отмечалось выше, вознаграждение PBL-Контрактора определяется не ценами на конкретные запасные части и отдельные виды услуг, как при традиционном подходе, а фактически достигнутыми показателями эксплуатационной готовности. В случае, если Контрактор выдерживает заданные в договорных условиях нормативы на уровне 100 %, он получает 100 % причитающегося ему вознаграждения (рис. 1). Если же фактические показатели оказываются ниже установленных норм, но остаются в пределах допустимого (например, от 99 % до 80 %) размер вознаграждения прямо пропорционально уменьшается. При дальнейшем сниже-

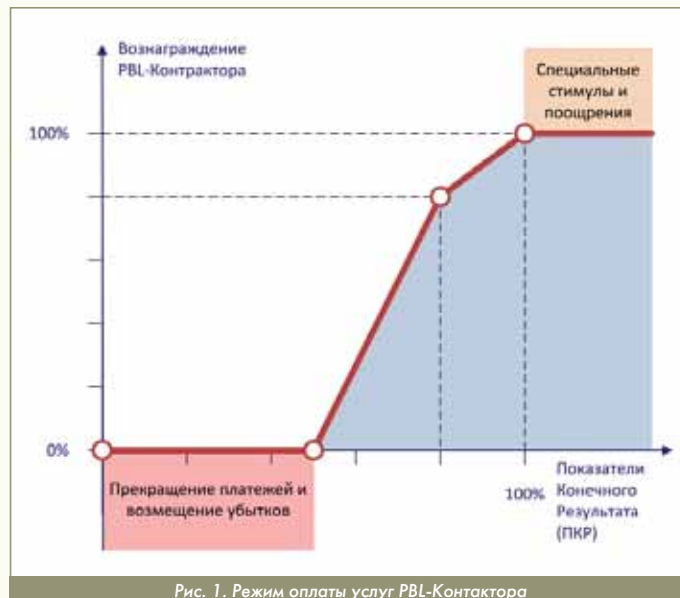


Рис. 1. Режим оплаты услуг PBL-Контрактора

нии показателей размеры выплат оказываются еще меньше. Наконец, если Контрактор на протяжении нескольких отчетных периодов допускает снижение показателей до неприемлемого уровня (например, ниже 50 % от заданного), Заказчик может прекратить выплаты и потребовать возмещения понесенных убытков. В таких условиях у PBL-Контрактора появляется прямая заинтересованность в достижении максимально возможного результата при минимальных затратах. С одной стороны, Контрактор стремится к тому, чтобы техника была в постоянной готовности к применению, меньше простаивала на плановых и неплановых ремонтах. С другой - делает все от него зависящее, чтобы повысить надежность материальной части, увеличить межремонтный ресурс, минимизировать трудоемкость обслуживания, сократить потребности в запасных частях и расходных материалах. Таким образом, одновременно достигаются три взаимоисключающих при использовании традиционных подходов результата - повышается боеготовность, сокращаются суммарные затраты МО и увеличивается прибыль PBL-Контрактора (рис. 2).

Вот уже более десяти лет концепции PBL применяется на Западе и демонстрирует на практике свои преимущества. По утверждению ведущих аналитиков компании Frost & Sullivan [3] в последнее время многие компании оборонной сферы стали позиционировать себя в большей степени провайдерами услуг, нежели чистыми поставщиками оборудования. По мере распространения концепции PBL, они стали принимать более активное участие в поддержании оборонного потенциала вооруженных сил, что позитивно отразилось на эффективности и стоимости эксплуатации как вновь поступающих, так и уже стоящих на вооружении систем ВВТ.

Одними из показательных примеров успешного применения PBL является программы сервисной поддержки самолетов E-8 Joint STARS, BTC C-17 Globemaster III, H-60 Forward Looking Infra-Red (FLIR) и др. на которых остановимся подробнее.

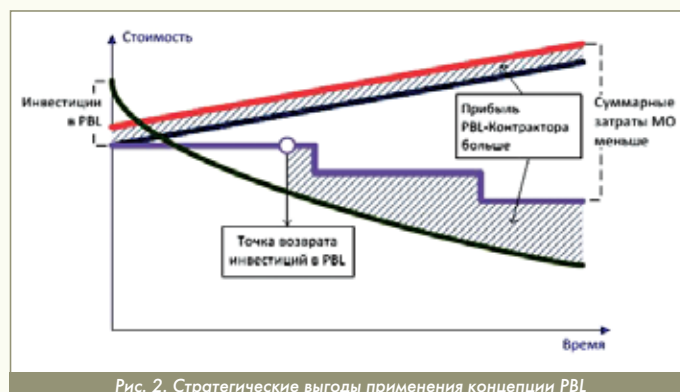


Рис. 2. Стратегические выгоды применения концепции PBL

Программа комплексной поддержки самолета E-8 Joint STARS

В рамках этой программы [4] полную ответственность за сервис-



E-8C-Joint-Stars-30

ную поддержку всего комплекса в целом, включая наземную часть, отвечает его финальный интегратор и поставщик - компания Northrop Grumman. Под ее руководством, профильные подразделения МО осуществляют снабжение эксплуатанта стандартными

материалами и запасными частями общего назначения, выполняют ТО силовых установок E-8 Joint STARS, применяемых и на других боевых авиационных комплексах, построенных на базе самолетов Боинг-707. За собой и своими традиционными субподрядчикам Northrop Grumman оставляет обеспечение заказчика документацией и данными, снабжение специфичными для платформы E-8 запчастями, тяжелые формы ТО, полевую поддержку и обучение эксплуатанта в части, не касающейся боевого применения комплекса. Беря на себя изрядную долю забот по поддержанию боеготовности системы E-8 Joint STARS, Northrop Grumman получает в свое распоряжение не только персонал соответствующих подразделений BBC, но и имеющуюся у военных инфраструктуру - ангары, оборудованные мастерские, учебные центры, транспорт и многое другое. По состоянию на конец 2009 года Northrop Grumman уже имела контракт, совокупно продленный до 2017 г. Без необходимости повторного участия в каких-либо конкурсах.

Программа комплексной поддержки ВТС C-17 Globemaster III

Программа комплексной поддержки ВТС C-17 (Globemaster



C-17 Globemaster III globe6

III Integrated Sustainment Program - GISP) является типичным примером PBL-контракта, в соответствии с которым заказчик оплачивает готовность авиационной техники, а не конкретные запасные части и сервисы. В соответствии с этим

контрактом [2] компания Боинг отвечает за все работы по поддержанию готовности всего парка самолетов C-17, включая материально-техническое обеспечение и периодические формы технического обслуживания. Персонал Боинга постоянно присутствует на авиабазах и в тесном взаимодействии с персоналом BBC обеспечивает круглосуточную готовность авиационной техники к вылету. Боинг полностью отвечает за поставки более чем 95 % всей номенклатуры запасных частей. За период с 2004 по 2011 гг. компания обеспечила в среднем 90 % уровень удовлетворения потребностей программы GISP в запасных частях. Недавно BBC США утвердили решение о передаче Боингу долгосрочного 10-летнего заказа на непрерывную комплексную поддержку всего парка самолетов C-17 с 2012 по 2021 гг. Боинг имеет договорные отношения с BBC США о сервисной поддержке C-17 с момента поставки первого самолета в 1993 г.

Благодаря реализации программы GISP за 7 лет с 2004 по 2011 гг. стоимость летного часа самолетов C-17 сократилась на 29 %, что дало совокупную экономию для BBC США более \$1 млрд. Экономия на операционных затратах инженерных подразделений Боинга по этой программе за период с 2004 по 2010 гг. составила \$60 млн, а в 2011 г. - еще \$4 млн. Боеготовность парка самолетов C-17 в 2011 году достигла 86,1 %.

Программа H-60 Forward Looking Infra-Red (FLIR)

Благодаря PBL-контракту с компанией Raytheon [2], предус-



H-60 "Sea Hawk" Forward Looking Infra-Red

матривавшему государственно-частное партнерство с Юго-Восточным Центром боеготовности флота (Fleet Readiness Center Southeast - FRCSE), офису управления соответствующей программой BMC США удалось обернуть вспять крайне негативную тенденцию с боеготовностью системы инфракрасного видения FLIR вертолетов H-60. При интенсивном использовании стратегии PBL, средний уровень эксплуатационной готовности систем FLIR возрос с 33 % до практически 100 % за менее, чем два года. Все это было достигнуто при одновременной экономии более чем \$31 млн бюджетных средств по сравнению с предшествующими периодами, когда PBL не применялась, как базовая стратегия сервисной поддержки. Благодаря государственно-частному партнерству с Raytheon значительно возросли технические возможности и загрузка центра FRCSE BMC.

Оглядываясь на родные просторы, видим, что перспективы внедрения заокеанской концепции PBL в наших условиях все еще остаются смутными. Основным препятствием на этом пути является т.н. транзакционная модель договорных отношений между заказчиком и исполнителем гособоронзаказа. В соответствии с этой моделью, независимо от выбранной схемы ценообразования, оплате подлежит исключительно конкретная работа, выполненная для заказчика и/или поставленная ему товарная продукция. Этот принцип противоречит самой концепции PBL, где предметом контракта являются конечные показатели готовности, надежности и экономичности систем BBT в эксплуатации. К сожалению, на сегодняшний день в системе государственных закупок отсутствуют какие-либо правовые механизмы законного приобретения и продажи чего бы то ни было, кроме товарно-материальных ценностей и конкретных услуг. При ограниченной сверху норме прибыли, исполнитель по-прежнему будет заинтересован в выполнении для заказчика как можно большего объема работ и поставке ему максимально возможного объема товарной продукции. Только так он может заработать больше. Это неизбежно ведет к эскалации затрат на поддержание исправности и готовности боеготовности техники. Для оборонного бюджета страны это будет означать одновременное непрерывное сокращение возможностей для финансирования НИОКР и принятия на вооружение новых систем.

Литература:

1. Performance Based Logistics: A Program Manager's Product Support Guide. DEFENSE ACQUISITION UNIVERSITY PRESS. March 2005.
2. Affordable Defense Logistics, Issue Paper of Aerospace Industries Association. May 2012.
3. Performance Based Logistics: A Global Trend in the Aerospace & Defence Sector. Frost & Sullivan Market Insight. 14 Aug 2009.
4. Contracting and Performance Agreement Management for PBL. Center for the Management of Science & Technology, University of Alabama in Huntsville. 2004.
5. Performance-Based Life Cycle Product Support Strategies: Enablers for More Effective Government Participation, A Publication of the Defense Acquisition University. October 2010.

Полный вперед!

с 2,5 тоннами в 5 осях



Фирма Hermle - ведущий изготовитель 5-осевых обрабатывающих центров - расширяет свою производственную программу: наши высочайшая точность, надежный сервис и компетентность в области автоматизации теперь позволяют обрабатывать заготовки весом до 2500 кг.

www.hermle-vostok.ru

Представительство «Хермле ВВЗ АГ» в Москве - ул. Полковая д.1, стр. 6 - 127018 Москва, Россия - Тел.: +7 495 221 83 68 - info@hermle-vostok.ru



ИССЛЕДОВАНИЯ, ПРОВОДИМЫЕ В США, В ОБЛАСТИ СОЗДАНИЯ ГИПЕРЗВУКОВЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Евгений Леонидович Кондратьев, служащий РА

В статье представлен обзор основных программ США и НИОКР по разработке гиперзвуковых летательных аппаратов, в том числе проводимых в рамках концепции "Быстрого глобального удара". Дана оценка финансирования крупнейших программ и представлены ведущие организации по их проведению.

Main US programs on hypersonic flying vehicle developments within last 20 years including the "Fast Global Strike" concept are reviewed. The American development plan for hypersonic flying vehicles on a period up to 2030 is considered. Major programs financing are assessed and leading organizations participating are presented. Basic research directions of the US hypersonic systems are indicated.

Ключевые слова: гиперзвуковой летательный аппарат, гиперзвуковая крылатая ракета, гиперзвуковой прямоточный воздушно-реактивный двигатель, программы США, DARPA, NASA, МО США.

Keywords: Hypersonic Flying Vehicle, Hypersonic Flying Missile, Scramjet, US Programs, DARPA, NASA, US DOD.

Концепция "Быстрого глобального удара"

Работы по созданию гиперзвуковых летательных аппаратов (ГЛА) ведутся в США с 1960-х годов. В настоящее время в США имеется обширная научно-исследовательская и опытно-конструкторская база в этой области. Военно-политическое руководство страны постоянно проводит мероприятия по улучшению качественных показателей боеготовности и оперативности ВВС путем разработки новых систем ВВТ, в том числе и гиперзвуковых. Так, с целью исследования возможностей гиперзвукового полета Министерство обороны США и Национальное управление по аэронавтике и исследованию космического пространства (NASA) сформировали "Национальную стратегию в области гиперзвуковых скоростей" (National Hypersonics Strategy), утвержденную в 2001 году [1], а руководство МО, кроме того, в 2008 году разработало и представило концепцию так называемого "Быстрого глобального удара" (Prompt Global Strike, PGS) [2].

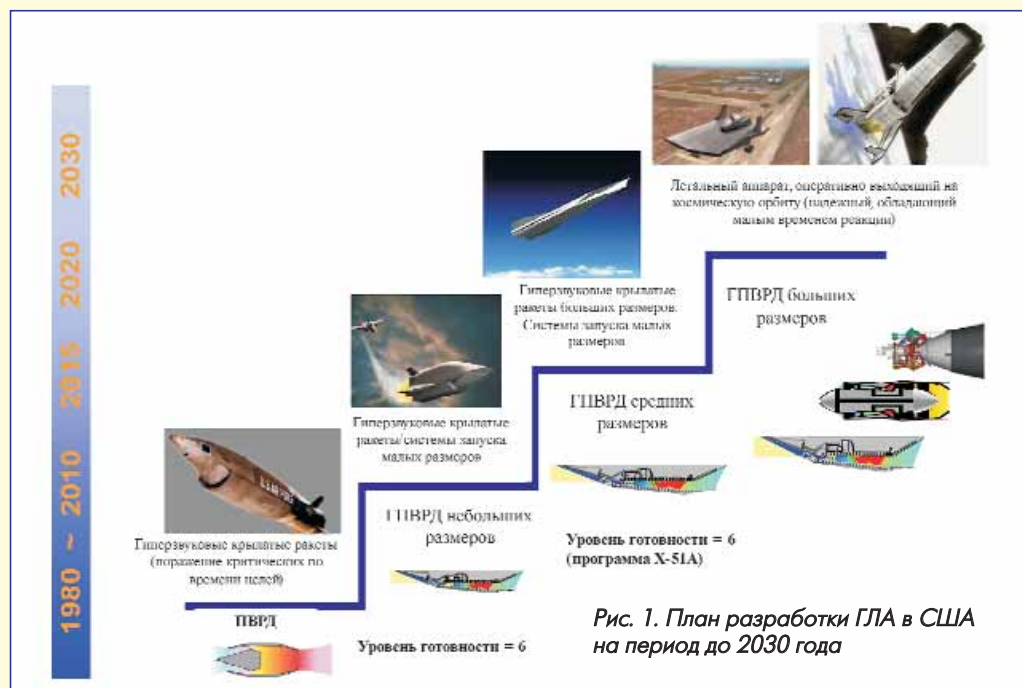
Концепцией PGS предусматривается разработка систем, позволяющих нанести высокоточный неядерный удар по любой точке земного шара в течение 1 часа, по аналогии с нанесением классического ядерного удара межконтинентальными баллистическими ракетами (МБР). Одной из важнейших составляющих данных систем рассматривается стратегическое гиперзвуковое оружие.

Для реализации концепции "Быстрого глобального удара" и должны быть разработаны ГЛА, в том числе и воздушного базирования (например, гиперзвуковые крылатые ракеты). Последние уже в среднесрочной перспективе (так, ГКР X-51 Wave Rider планируется принять на вооружение ВВС США в 2017-2019 гг.) должны заменить попадающие под сокращения по российско-американс-

кому договору СНВ-3 (ратифицирован в апреле 2010 года) БРПЛ "Трайдент", которые планируется использовать в обычном снаряжении [3].

Гиперзвуковые летательные аппараты, выполняющие полет в диапазоне высот от 35...40 км до 100...120 км и скоростей, соответствующих числам Маха от $M = 5$ до $M = 15...20$, будут обладать высокими боевыми возможностями (главным образом благодаря малому подлетному времени до цели), универсальностью применения, малой зависимостью от метеоусловий и низкой уязвимостью от современных средств ПВО и ПРО.

В 2011 году руководство ВВС США представило новый план по разработке сверх- и гиперзвуковых ЛА, раскрывающий основные положения по созданию высокоскоростных ЛА до 2030 года (рис. 1). В соответствии с ним к 2030 году предполагается разработка и создание семейства ГЛА как малых, так и больших размеров, предназначенных для решения различных задач: от пораже-



ния критических по времени целей (мобильных ракетных комплексов, передвижных пунктов управления, мобильных РЛС и т.д.) до использования в качестве систем разведки и наблюдения и оперативного вывода КА на околоземную орбиту [4]. При этом в соответствии с текущими планами руководства МО США, к 2024 году вооруженные силы страны будут оснащены полным арсеналом стратегического гиперзвукового оружия в безъядерном исполнении.

Основные программы США по разработке ГЛА

Стоит выделить ряд крупных программ по разработке ГЛА, проводимых в США в течение последних 20 лет (табл. 1). Среди них особое значение руководство МО США придает двум долгосрочным программам в рамках "Национальной стратегии в области гиперзвуковых скоростей" и концепции "Быстрого глобального удара":

SED-WR (Scramjet Engine Demonstrator-Wave Rider) по созданию ГЛА X-51A и FALCON (Force Application and Launch from the CONTinental United States) по разработке серии ГЛА HTV (Hypersonic Technology Vehicle) и HCV (Hypersonic Cruise Vehicle) (рис. 2 и 3) [5, 6].

В США с 2004 года начали активно проводиться наземные и воздушные испытания ГЛА и гиперзвуковых прямоточных воздушно-реактивных двигателей (ГПВРД). В частности, успешно проведены испытания ГЛА X-43A (в марте и ноябре 2004 года), ГПВРД SJX-61 компании Pratt&Whitney гиперзвуковой крылатой ракеты X-51A (весной 2007 года) и собственно ГЛА X-51A (в декабре 2009 года и мае 2010 года). Но последние два запуска X-51A (в марте 2011 года и 15 августа 2012 года) по разным причинам прошли неудачно. Также в апреле 2010 года и августе 2011 года проведены испытания еще одного ГЛА Falcon HTV-2, однако, они также не были признаны удачными [7, 8].

Тем не менее, в США, несмотря на ряд неудач, начиная с середины 1990-х годов и по настоящее время, отмечаются наибольшие интенсивность и финансирование проводимых работ в области разработки и создания ГЛА, большинство из которых перешло в стадию практических испытаний.

В настоящее время основной целью практически всех программ США в области разработки и создания гиперзвуковых ЛА является их военное применение в рамках вышеуказанной концепции "Быстрого глобального удара". Поэтому финансирование большинства подобных программ осуществляется по линии Министерства обороны США: ВВС, ВМС и Управления перспективных исследовательских проектов (DARPA). Однако вполне очевидно, что проводимые в США исследования и испытания в области создания ГЛА, в конечном итоге, найдут свое применение и в гражданской сфере деятельности, в частности по линии NASA, нацеленного на создание многоразовых воздушно-космических систем.

Стоит особо подчеркнуть, что финансирование программ и проектов по разработке и созданию гиперзвуковых ЛА преимущественно осуществляется в рамках так называемых программных элементов Шестой Главной программы Министерства обороны США. При этом зачастую выявить объемы финансирования, направленные на гиперзвуковые исследования по линии ВВС, ВМС США и DARPA на программах, приведенные в табл. 1, не представляется возможным ввиду их закрытого характера. Однако анализ открытых источников информации позволил сформировать оценку общего финансирования крупнейших программ США по разработке ГЛА.

Оценка финансирования крупнейших программ США по разработке ГЛА

Анализ крупнейших программ США в области разработки и создания ГЛА за последние 20 лет показывает, что их первоначальная оценка, т.е. оценка финансирования программы на момент ее принятия, оказывалась заниженной (табл. 2). При этом к настоящему времени величина израсходованных средств



Рис. 2. Демонстрационный образец ГЛА X-51A на подвеске стратегического бомбардировщика B-52H перед проведением летных испытаний

достигает порядка \$150...300 млн на каждую действующую программу [9, 10, 11].

Таким образом, руководство Министерства обороны и Национального управления США по авиации и исследованию космического пространства уделяют значительное внимание вопросам, связанным с непрерывным ассигнованием гиперзвуковых исследований. Во многом благодаря всестороннему финансированию и софинансированию программ, американскими учеными и инженерами достигнуты положительные результаты в области создания и проведения наземных (в сверх- и гиперзвуковых аэродинамических трубах), воздушных (на подвеске самолетов-носителей) и летных (непосредственно в полете) испытаний таких ГЛА, как Falcon HTV-1 и HTV-2, X-43 и X-51. Данная тенденция позволит руководству МО США с высокой долей вероятности к 2017-2019 гг. принять на вооружение первые ГЛА X-51A.

В настоящее время существует три основных варианта развития проекта X-51A. Первый вариант предполагает дальнейшую работу с существующим демонстрационным образцом гиперзвуковой крылатой ракеты X-51A, который пускается с бомбардировщика B-52H. Второй вариант предусматривает интеграцию ракеты X-51A с бомбардировщиком B-2A и многоцелевым истребителем пятого поколения F-35. Согласно второму варианту ракета будет размещаться во внутренних отсеках самолетов. Третьим вариантом предусматривается создание нового образца ГЛА на базе X-51A, который также будет размещаться во внутренних отсеках самолетов B-2A и F-35 [12].

Организации США, участвующие в исследованиях и разработках ГЛА

США являются мировым лидером по количеству задействованных и участвующих как государственных, так и коммерческих организаций в области проведения научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ по разработке и созданию ГЛА. Данные работы проводятся как в рамках основных программ (HyFly, SED-WR, FALCON, RATTLS), так и вне их преимущественно на базе ведущих научно- и летно-исследовательских центров NASA и ВВС США:

- НИЦ имени Лэнгли (Langley Research Center, LaRC) NASA;
- НИЦ имени Льюиса (Lewis Research Center, LeRC) NASA;
- НИЦ имени Эймса (Ames Research Center, ARC) NASA;
- Лётно-испытательный центр имени Драйдена (Dryden Flight Research Center, DFRC) NASA;
- Лаборатория силовых установок (Propulsion Systems Laboratory, PSL) в НИЦ имени Гленна (Glenn Research Center) NASA;
- Инженерно-проектный центр имени Арнольда (Arnold Engineering Development Center) ВВС США;



Рис. 3. ГЛА Falcon HTV-2 (слева представлена концепция, справа - экспериментальный гиперзвуковой планер)

- Научно-исследовательская лаборатория на базе ВВС США Райт-Паттерсон в Дейтоне (Air Force Research Laboratory at Wright-Patterson Air Force Base in Dayton).

Кроме этого, в проведении НИР, ОКР/ТР участвуют такие крупные авиационные концерны и двигателестроительные компании как Boeing, Lockheed Martin, Pratt&Whitney, ATK Aerospace Systems, Wickman Spacecraft&Propulsion Co и другие. Ряд компаний (Aerojet, Astrox, Boeing, Lockheed Martin, McKinney Associates, Pratt&Whitney Rocketdyne, Universal Technology Corporation и Мэрилендский университет) образуют Американский промышленный консорциум в области гиперзвуковых технологий (U.S. Hypersonics Industry Team, HIT) [13]. Согласно замыслу создания, консорциум HIT обеспечивает высокие темпы и отсутствие дублирования проводимых работ, а также согласованность исследований между компаниями и корпорациями. Кроме того, данная группа обеспечивает взаимодействие между научно-исследовательскими организациями и государственными органами (исполнительной, законодательной власти, органами государственного финансирования и др.) с целью создания условий для их эффективной работы.

В настоящее время основные усилия HIT направлены на разработку ГЛА X-51A, который в дальнейшем планируется использовать как управляемую ракету, грузовой ГЛА, а в перспективе и как высокоскоростной разведывательный ЛА. Однако, это не единственные направления, в которых планируют использовать разработки по проекту X-51A Wave Rider. Как показывает практика, положительные результаты, полученные при проведении комплекса мероприятий и испытаний по предыдущим программам разработки ГЛА и его составляющих (планер, силовая установка, система тепловой защиты, топливо, система управления и навигации, полезная нагрузка), используются в последующих программах США. Подобная преемственность позволяет американским специалистам максимально исключить ненужное дублирование проводимых работ, избежать избыточного их финансирования (особенно в условиях бюджетного кризиса в США) и учесть весь комплекс технических проблем, возникших при разработке и создании опытных образцов ГЛА.

В целом, в США отработка ключевых технологий для гиперзвуковых систем заключается в проведении исследований по сле-

Табл. 1. Основные программы США по разработке ГЛА за последние 20 лет

Название программы	Год принятия/Финансирующие организации	Цель программы	Статус программы
1. HyTech (Hypersonic Technology)	1995 ВВС США и DARPA	Разработка и демонстрация ГПВРД для оснащения ГЛА, развивающего скорость, соответствующую числу $M = 8$	В настоящее время программы HyTech и Hyper-X закрыты, их успешные результаты преимущественно легли в основу текущей программы SED-WR
2. Hyper-X	1997 NASA	Разработка и создание многоразовых гиперзвуковых транспортных космических систем как гражданского, так и военного назначения (в основу программы Hyper-X легли результаты проводимой в период 1986-1993 гг. программы NASP по разработке воздушно-космического самолета с горизонтальным взлетом и посадкой). Разработка ГЛА X-43A/B/C	
3. HyFly (Hypersonic Flight Demonstration)	2002 ВМС США и DARPA	Разработка и демонстрация перспективной ГПР, оснащенной двухрежимным ПВРД и скоростью, соответствующей числу $M > 6$	Действующая программа
4. SED-WR (Scramjet Engine Demonstrator-Wave Rider)	2003 DARPA	Разработка и создание демонстрационного образца гиперзвуковой крылатой ракеты X-51A (программа SED-WR стала продолжением программы HyTech)	Действующая программа
5. FALCON (Force Application and Launch from the Continental United States)	2003 ВВС США и DARPA	Разработка в ближайшей перспективе стратегического ударного авиационно-космического комплекса, в состав которого будет входить ГЛА (проведены испытания ГЛА Falcon HTV-1 и HTV-2), а в долгосрочной (к 2025-2030 гг.) - гиперзвукового транспортного средства многоразового применения HCV (Hypersonic Cruise Vehicle)	Действующая программа
6. RATTILRS (Revolutionary Approach To Time Critical Long Range Strike Project)	2004 ВМС США, ВВС США, NASA и DARPA	Создание семейства сверхзвуковых ($M = 3...4$) управляемых ракет с перспективой разработки и создания к 2017 году образца, достигающего скорости, соответствующую $M = 4...7$	Действующая программа

Табл. 2. Оценка финансирования крупнейших программ США по разработке ГЛА

Программа	Первоначальная оценка программы	Израсходовано в конечном итоге/ к настоящему времени	Результаты программы
NASP (National Aerospace Plane) Проводилась в период 1986-1993 гг.	10,4 млрд долл. (в ценах 1992 г.)	В 1993 г. программу, расходы на которую достигли 2 млрд долл., закрыли ввиду серьезных технических проблем, выявивших невозможность создания воздушно-космического самолета с горизонтальным взлетом и посадкой в ближайшие годы	Достигнуты положительные результаты в области разработки новых сверхзвуковых ПВРД, конструкционных материалов и проч. Результаты NASP легли в основу последующей программы Hyper-X
Hyper-X Проводилась в период 1997-2003 гг.	150 млн долл.	Более 250 млн долл.	Были созданы три испытательных образца ГЛА Х-43 и проведены их летные испытания. Результаты Hyper-X легли в основу последующей программы SED-WR
SED-WR (Scramjet Engine Demonstrator-Wave Rider) Действующая программа с 2003 г.	140 млн долл	За период 2003-2011 гг. израсходовано около 240 млн долл. (в 2009-2011 гг. - 54 млн. долл.). По данным Исследовательской службы Конгресса США (CRS), финансирование концепции "Быстрого глобального удара" (в нее входят программы SED-WR и FALCON) в 2011 г. составило 239,9 млн долл	Разработан опытный образец ГЛА Х-51А, успешно проведен ряд летных и воздушных испытаний. Работы продолжаются
FALCON (Force Application and Launch from the Continental United States) Действующая программа с 2003 г.	Около 300 млн долл.	За период 2003-2011 гг. израсходовано около 280...308 млн долл.	Проведены испытания ГЛА Falcon HTV-1 и HTV-2. Работы продолжаются
RATTLRS (Revolutionary Approach To Time Critical Long Range Strike Project) Действующая программа с 2004 г.	175 млн долл.	За период 2005-2007 гг. израсходовано не менее 130...140 млн долл.	Проведен ряд наземных и летных испытаний двигательной установки и корпуса УР, проведена интеграция и испытание отдельных узлов УР. Работы продолжаются

дующим основным направлениям:

- разработка и испытания опытных образцов ГЛА;
- разработка многоразовой "горячей" конструкции, работоспособной в условиях высоких темпов нагрева;
- разработка многоразовых ГПВРД и их компонентов;
- отработка аэротермодинамики многорежимной аэрокосмической техники.

Таким образом, анализ проводимых в США НИР, ОКР/ТР, а также программ в области гиперзвуковых технологий показывает, что американские специалисты в течение последних лет активно проводят наземные, воздушные и летные испытания гиперзвуковых ЛА и их силовых установок. Несмотря на ряд разрешенных технологических задач, основными техническими проблемами создания ГЛА остаются разработка многорежимных ГПВРД, интеграция планера с двигательной установкой и обеспечение теплового баланса как снаружи, так и внутри ГЛА, а также ряд других трудностей (в частности, в области разработки криогенного топлива, системы наведения в условиях сильно ионизируемой окружающей среды и т.д.). Тем не менее, не позднее 2020 года на вооружение ВВС США могут начать поступать первые серийные гиперзвуковые крылатые ракеты.

Литература

1. Scramjet - Engineering.
<http://engineering.wikia.com/wiki/Scramjet>.

2. Amy F. Woolf, Conventional Prompt Global Strike and Long-Range Ballistic Missiles: Background and Issues. February 13, 2012.
3. Noah Shachtman, Hypersonic Cruise Missile: America's New Global Strike Weapon. December 4, 2006.
4. Air Force Research Laboratory, X-51 Development and Flight Test Overview. December 1, 2010.
5. Staff Writers, Rocket Science/Pentagon successfully tests hyper-sonic flying bomb. Washington (AFP) Nov 17, 2011.
6. DARPA Falcon Project. [wikipedia.org/wiki/FALCON_\(DARPA\)](http://wikipedia.org/wiki/FALCON_(DARPA)).
7. The Guardian, Ian Sample, Falcon HTV-2 is lost during bid to become fastest ever plane. 11 August 2011.
8. Darren Quick, X-51A Waverider fails to reach full power in second hypersonic test flight. June 16, 2011.
9. X-30 National Aerospace Plane (NASP).
<http://www.fas.org/irp/mystery/nasp.htm>.
10. NASA "Hyper-X" Program Demonstrates Scramjet Technologies: X-43A Flight Makes Aviation History.
<http://www.wingsoverkansas.com/history/article.asp?id=818>.
11. X-51 Scramjet Engine Demonstrator - WaveRider (SED-WR).
<http://www.globalsecurity.org/military/systems/aircraft/x-51.htm>.
12. C. Harrington, US Air Force plans X-51A Waverider flight trials // Jane's Defence Weekly. - 2008.
13. U.S. Hypersonics Industry Team, May 24, 2011. <http://us-hit.com>.

Связь с автором: Евгений Кондратюк <kel2010.10@mail.ru>



ПРОМЫШЛЕННАЯ АССОЦИАЦИЯ "МЕГА": ВСЕГДА НА ПИКЕ ТЕХНОЛОГИЙ



Олег Юрьевич Бондарев,
президент
Промышленной ассоциации "МЕГА"
в области технической диагностики

Промышленная ассоциация "Мега" - это общественная организация, объединяющая ряд компаний промышленной диагностики. Ядро ПА "Мега" сформировалось в 2005 г., в настоящее время ассоциация динамично развивается, включая в свои ряды новые российские предприятия.

Мы поставили перед собой цель создать в России объединение высокопрофессиональных компаний, каждая из которых специализируется по одному из методов неразрушающего контроля и промышленной диагностики - визуально-измерительный контроль, ультразвуковой контроль, рентгеновский контроль, тепловизионный контроль, разрушающие методы контроля (испытание материалов), диагнос-

тика в энергетике и производство мобильных комплексов.

Основной принцип формирования управляющих органов ассоциации - создание комитетов по видам промышленной диагностики или по видам промышленности. Например, есть комитет по ультразвуковому контролю или по тепловому контролю. Возглавляет такой комитет, как правило, руководитель компании, много лет работающей в данной области.

Есть комитеты другого типа - например, комитет по технической диагностике в атомной промышленности. Здесь объединены два понятия: направление технической диагностики и отрасль промышленности. Есть даже комитет по биоэнергетике. И здесь требуется техническая диагностика!

Наши критерии отбора компаний в ассоциацию достаточно жесткие. Компания должна действительно иметь опыт, имя и специалистов соответствующей квалификации, чтобы входить в ассоциацию и возглавлять одно из направлений. Все компании ассоциации работают в России не менее десяти лет.

Используя этот принцип, мы создали мощный коллектив, который способен решать практически любые задачи в области технической диагностики, взаимодействовать в проектах любого уровня, как с государственными предприятиями, так и с частными компаниями.

В состав ассоциации входят компании, которые отвечают за подбор и поставку оборудования, или непосредственно выполняют

диагностические работы на предприятиях. Например, членом ассоциации является Научно-производственный центр "Молния". Это одна из ведущих компаний в области неразрушающего контроля; организация, которая уже четверть века занимается технической диагностикой. Сотрудники компании участвовали в создании таких сложных изделий, как воздушно-космический корабль "Буран", разработали и внедрили принципиально новую концепцию обеспечения качества и надежности на всех этапах жизненного цикла с помощью средств неразрушающего контроля. Тогда же была создана технология оценки технического состояния изделия, в основу которой была положена связь между результатами неразрушающего контроля и остатком ресурса.

У каждой компании ассоциации богатая история и богатый опыт работы с серьезными организациями и производственными предприятиями во всех отраслях промышленности.

Вопросами подготовки специалистов и сертификацией в рамках ассоциации занимается Негосударственное образовательное учреждение дополнительного образования "Научно-учебный центр "Контроль и диагностика". Это учреждение обеспечивает образование и аттестацию персонала по международным стандартам ISO 712 и EN 473, а также по российским нормам ПБ 03-440-02 - в соответствии с законом РФ ФЗ-116. Эта же организация проводит независимую экспертизу и диагностику промышленных объектов включая документацию и применяемые технические устройства.

Поставки оборудования для технической диагностики находятся в ведении таких компаний, как ООО "Мега Инжиниринг" - дистрибьютор компании General Electric, США (техническая эндоскопия), ЗАО "Мир диагностики" (тепловизоры), ООО "ЭколиНК" (рентгеновский контроль), ООО "Индумос (ультразвуковой контроль), ООО "Мелитэк (испытание материалов), Промышленная группа "МТС" (мобильные диагностические комплексы), ООО "Мега Технолджиз" (диагностика в энергетике), ООО "Квалитест" (магнитопорошковый и капиллярный контроль MAGNAFLUX).



Список партнеров и организаций, которые работают в рамках ассоциации, можно найти в журнале "Megatech - Новые технологии в промышленной диагностике и безопасности". Журнал издается ежеквартально, учредителем журнала выступила ассоциация "Мега". Эти компании составляют костяк ассоциации, ее ядро.

Согласно Уставу Промышленной ассоциации "МЕГА" в области технической диагностики, членство в ассоциации является добровольным и дает право эксклюзивно представлять свою продукцию и услуги членам ассоциации, выдвигать предложения по работе ассоциации, участвовать в деятельности комитетов и рабочих групп во всех проводимых Ассоциацией мероприятиях - форумах, конференциях, семинарах, выставках, международных встречах. Мы открыты для сотрудничества!

Основная цель ассоциации - развитие и продвижение технической диагностики в России как необходимого элемента в каждом промышленном производстве. Мы поднялись на этот уровень от простых поставок оборудования потому, что понимаем: это направление очень ответственное и нужное для страны. Все знают об аварийных ситуациях на некоторых промышленных объектах. Наши усилия и направлены на то, чтобы такие ситуации не повторялись, чтобы не было техногенных катастроф.

Сейчас вышел уже 12-й номер нашего журнала "Megatech - Новые технологии в промышленной диагностике и безопасности". Можно однозначно сказать, что журнал состоялся, что он интересен специалистам по технической диагностике. Мы публикуем научные статьи и отчеты о мероприятиях и выставках. Это уже не корпоративный, а полноценный общероссийский научно-популярный журнал, зарегистрированный как средство массовой информации. Журнал представлен на всех выставках, в которых ассоциация принимает участие, а их немало: минимум 20 ежегодно.

Мы проводим ежегодную выставку-конференцию "Megatech" - технология промышленной диагностики. Первая выставка этой серии: "Megatech-2009" прошла в информационно-выставочном центре "ИнфоПространство". Она собрала более 300 представителей российских предприятий и зарубежных гостей. В ходе конференции было сделано около сотни докладов в четырех секциях. В 2012 г., в рамках выставки "НЕФТЕГАЗ-2012" состоялась юбилейная V Выставка-конференция "Megatech".

Стоит упомянуть, что ассоциация МЕГА является членом торгово-промышленной палаты и работает с ней в тесном сотрудничестве. Мы надеемся, что в скором времени выставка "Megatech" также будет проходить под патронажем торгово-промышленной палаты России.

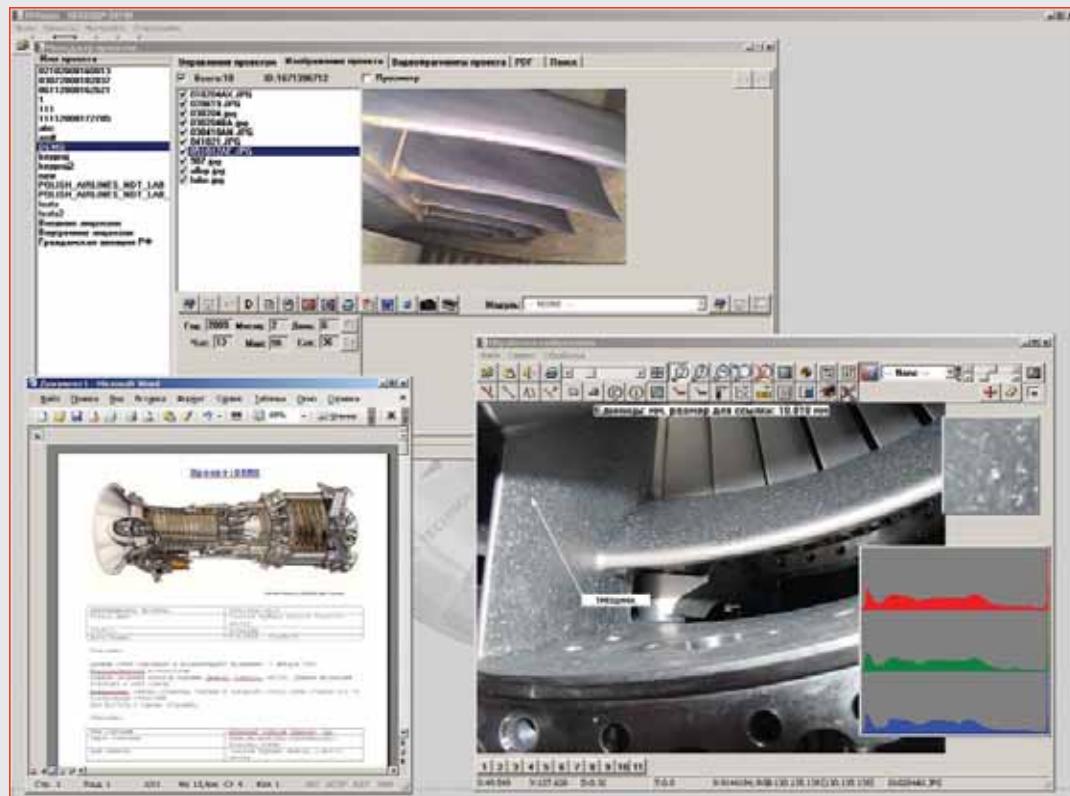


Кроме того, ассоциация проводит целую серию различных мероприятий: не только в Москве, но и во всех регионах России и странах СНГ. Проходит и цикл региональных семинаров "Megatech NDT" по неразрушающему контролю.

Ассоциация также является участником практически всех крупных промышленных выставок в России. Наш журнал уже стал медиа-партнером этих выставок.

В ассоциации создан свой учебный центр: NDT-академия - Академия неразрушающего контроля. В учебном центре проходят различные тренинги, курсы повышения квалификации, демонстрация нового оборудования, презентации. Кроме того организована система веб-трансляции, то есть все транслируется на весь мир с возможностью бесплатного подключения слушателей из любой точки России к любому мероприятию. Центр также включает лабораторную зону, позволяющую проводить различные эксперименты и исследования. В целом центр достаточно неплохо оснащен с





технической точки зрения: есть все необходимое для проведения занятий - мультимедийные проекторы, сенсорные экраны.

Мы предоставляем возможность всем членам ассоциации пользоваться услугами центра бесплатно. Многие наши партнеры проводят здесь свои занятия и тренинги.

Исторически наше основное направление работы - авиация и космонавтика. Практически все авиадвигателестроительные заводы России - наши заказчики. Особенно я могу выделить НПО "Сатурн" (более 30 высокотехнологичных систем - измерительные видеоэндоскопы XLGO, XLG3 с 3-D измерениями), "Пермские моторы" (2 видеоэндоскопа XLGO), "Протон-ПМ", НПО "Энергомаш" (более десяти видеосистем для бороскопии ракетных двигателей - XL PRO VideoProbe, XL VU) - это наши стратегические партнеры. Активно идет работа в области поставок оборудования RICHARD WOLF (комплексы TBS-6, TBS-8) для дистанционной зачистки заборин на лопатках авиадвигателей.

Нашими системами пользуется и Ракетно-космический Центр имени М.В. Хруничева, это тоже наш хороший, давний партнер.

Ассоциация "Мега" тесно сотрудничает с другими предприятиями-производителями авиационной техники и эксплуатирующими организациями. "Аэрофлот" приобрел у нас две мощные системы контроля двигателей - измерительные видеоэндоскопы Everest XL GO. Мы работали с авиакомпанией "Трансаэро", с АТБ "Домодедово", с авиакомпаниями "Владивосток-Авиа", "Дальавиа", S7, "Волга-Днепр", практически со всеми крупными авиакомпаниями России.

В данный момент мы ведем переговоры с ОАО "Вертолеты России" о предоставлении комплексных услуг в области технической диагностики. Речь идет о поставках оборудования на предприятия этого холдинга. Аналогичное соглашение готовится и с корпорацией "Иркут".

В других областях мы работаем с такими структурами как "Газпром", "Лукойл", "Роснефть", "Росэнергоатом". Есть опыт общения с самыми разными предприятиями, в самых разных областях промышленности, есть опыт поставок.

Основное наше преимущество заключается в том, что мы являемся поставщиками самого современного оборудования: не только в России, но и за её пределами. Мы работаем с наиболее совершенными системами, которые вобрали в себя самые передовые в мире технологии. Предприятие, обратившееся к нам,

получает лучшее из того, что есть на мировом рынке.

В основном, конечно, поставщиками являются крупнейшие зарубежные компании, лидеры на этом рынке. Но мы работаем также и с российскими производителями. В России есть системы, которые и в мире мало кто умеет делать. Таковы, например, устройства лазерной акустической дефектоскопии, разработанные учеными и специалистами МГУ. Лазерный дефектоскоп, созданный там, пока остается единственной подобной системой в мире. Он позволяет на очень высоком уровне контролировать состояние элементов из композитных материалов. Выявлять дефекты между слоями композитов столь прецизионно пока не может никто в мире. Сегодня это весьма актуально, поскольку композитные материалы захватывают практически все виды производства, широко применяются в авиации, в авиационном двигателестроении. Суще-

ствующие методы контроля композитных конструкций достаточно дороги. Так в Германии и в США, для контроля качества композитов используется лазерная шарография, с помощью которой на нано-уровне определяется смещение поверхности под различным воздействием (давление или тепловое воздействие). Такие установки не только стоят огромных денег, но и крайне громоздки. При лазерной дефектоскопии используются достаточно миниатюрные датчики, и хотя поверхность контролируется не так быстро, но зато качественно. Да и экономически такой метод гораздо выгоднее, а с учетом высокого качества имеет большие преимущества перед другими методами. В настоящее время разрабатывается автоматизированная система лазерного ультразвукового контроля.

Лазерные дефектоскопы уже поставлены в ОКБ "Сухого" и в НПО "Энергомаш". Это полностью российская разработка, мы были активными участниками этих проектов и испытываем чувство сопричастности и гордости за российскую науку. **А**



Промышленная ассоциация "МЕГА"
в области технической диагностики:
 129343, Москва, проезд Серебрякова, д. 2, корпус 1.
 Тел.: +7 (495) 600-36-42, 600-36-45.
 Тел./Факс: +7 (495) 600-36-43.
 Бесплатная линия по России: 8 (800) 555-31-42.
 E-mail: info@mega-nk.ru
 Интернет: www.mega-nk.ru



SaM146

СОВРЕМЕННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ ДЛЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК
В ЭКСПЛУАТАЦИИ НА САМОЛЕТАХ SUKHOI SUPERJET 100 С АПРЕЛЯ 2011 ГОДА

SaM146 — интегрированная силовая установка для современных региональных самолетов. Основными ее преимуществами являются применение инновационных технологий, высокая надежность вылета (99,9%), низкие эксплуатационные расходы и комплексная программа поддержки заказчика, что обеспечивает удовлетворение любых запросов современных авиакомпаний.

Надежность и высокие эксплуатационные характеристики подтверждены успешными результатами коммерческой эксплуатации в составе самолета Sukhoi Superjet 100 в течение двух лет.



Эксплуатация двигателя SaM146 (по состоянию на 28 февраля 2013 года)

Количество двигателей в эксплуатации	30
Количество эксплуатантов	4
Суммарная наработка, ч	35307
Суммарная наработка, циклы	22338

Технические характеристики двигателя SaM146

	1S15	1S17	1S18
Характеристики на взлетном режиме			
Класс тяги (режим резервирования тяги), кгс	6985	7660	7890
Тяга на взлетном режиме, кгс	6125	6962	7311
Степень двухконтурности	4,46	4,43	4,40
Характеристики в полете			
Максимальная тяга при наборе высоты, кгс	1650	1700	1700
Степень повышения давления при наборе высоты	27,41	27,53	27,53
Удельный расход топлива на крейсерском режиме, кг/(кгс*ч)	0,64	0,629	0,629
Размеры двигателя			
Диаметр вентилятора, мм	1224	1224	1224
Длина, мм	2070	2070	2070





Двигатель

Научно-технический журнал

Журнал "Двигатель":
106 лет поддержки
Российской промышленности:
моторостроения,
станкостроения,
авиастроения, судостроения,
машиностроения!

ОТКРЫТА ПОДПИСКА
на 1917 годъ
на двухнедельный, популярный, научно-технический журнал
"ДВИГАТЕЛЬ"
Журнал служит для
национализации рус-
ской промышленности,
раскрывая которой
неразрывно связаны с
распространением здра-
вых понятий о надле-
жащем выборе и пра-
вильной эксплуатации
ДВИГАТЕЛЕЙ
и
СТАНКОВЪ.
Сообразно съ этимъ:
"ДВИГАТЕЛЬ" даетъ обзоръ асътъ изобретений и усовер-
шенствований въ области моторостроения.
"ДВИГАТЕЛЬ" знакомитъ читателей съ новостями машино-
строительнаго рынка въ области вспомо-
гательныхъ станковъ.
"ДВИГАТЕЛЬ" указываетъ лучшей способъ эксплуатации
двигателей и станковъ высшаго рода, даетъ
практическiе указы за ними и сообще-
ния о техническомъ ремонтѣ ихъ.
"ДВИГАТЕЛЬ" не оставляетъ безъ вниманiя всѣхъ отрас-
лей техники.
"ДВИГАТЕЛЬ" стремится къ тому, чтобы публикуемый
имъ материалъ былъ интересенъ и до-
ступенъ всякому технику.
Условiя подписки: за годъ 10 руб., полъ года 5 руб.
ДОПУСКАЕТСЯ РАЗРОЧКА:
при подпискѣ съ 1 апрѣля 3 р., и 1 мая 2 руб.
Пробы № высылается за 50 коп.
Адресъ редакцiи и конторы: Редакцiонно-издательск. Н. Кузнецовъ,
Переваль, Ивановъ, правый, № 10. Редакцiон. Бат. Маурманъ.

**Старейший отечественный
научно-технический журнал.
Первоначальный запуск -
1907 г.**

С 1999 года журнал выхо-
дит полноцветным, в фома-
те А4, 6 номеров в год.

В популярной форме ос-
вещает вопросы по энер-
гоприводам, transforma-
телям энергии и всем про-
цессам, связанным с про-
изводством и использова-
нием разнообразных дви-
гателей в различных отрас-
лях промышленности.

Рассылается по подпис-
ке частным лицам, на
производственные пред-
приятия, учебные заведе-
ния, в сферах контроля и
управления России и ряда
зарубежных стран (СНГ,
Франции, Англии, Герма-
нии, Чехии, США, Китая,
Кореи). Открыто распро-



111116, Москва, Авиамоторная, 2

Тел./Факс: +7 (495) 362-3925

ООО "Редакция журнала
"Двигатели"

E-mail: boeff@ciam.ru,

aib50@yandex.ru,

dvigatell@yandex.ru

<http://www.dvigately.ru>



страняется на всех круп-
нейших технических выс-
тавках в Москве и неко-
торых других экспозици-
ях России и зарубежных
стран.

Аудитория журнала - на-
учные сотрудники и инже-
нерно-технические работ-
ники различных отраслей,
студенты и школьники
старших классов, любите-
ли истории и техники.

Издание состоит в обще-
российском каталоге ВАК
2008 г. под № 28337 среди
журналов, рекомендован-
ных для опубликования
материалов исследований,
выполненных на соискание
степени кандидата и док-
тора наук.



Подписка в каталогах :

**Подписного агентства
"МК-периодика"**
<http://www.periodicals.ru/>
Индекс 10927;

Агентства "Интерпочта"
<http://www.interpochta.ru/>
Код издания в каталоге
9566;

**Подписное агентство
"Урал-Пресс"**
<http://www.ural-press.ru/>

**Возможна также
подписка напрямую
через редакцию.**
<http://www.dvigately.ru/>

МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

СТАНКОСТРОЕНИЕ

15 - 18 октября 2013

МВЦ Крокус Экспо



При поддержке:

Торгово-промышленной Палаты Российской Федерации
Московской торгово-промышленной Палаты



Оборудование от ведущих компаний!

металлообрабатывающие станки
инструмент
автоматические линии
робототехника
комплектующие изделия
литейное производство
сварочное оборудование
обработка листового металла
лазерные технологии
измерительные приборы
программное обеспечение
деревообрабатывающее оборудование

Организатор выставки: ООО «Райт Солюшн»

+7 (495) 988-27-68

www.stankoexpo.com

 **СТАНОВИЙ ПАРК**

О ПУТЯХ ПОВЫШЕНИЯ БОЕВЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ КРЫЛАТЫХ РАКЕТ БОЛЬШОЙ ДАЛЬНОСТИ

Дмитрий Владимирович Сухомлинов,
генеральный директор - главный конструктор
ЗАО НПО "Мобильные Информационные Системы", к. воен. н.

Проводится анализ проблем совершенствования информационных комплексов крылатых ракет большой дальности и беспилотных летательных аппаратов, действующих в составе группы при нанесении ударов по нескольким целям.

Analysis is conducted of the problems of the information complex improvement of cruise missiles and unmanned aerial vehicle, acting in composition of the group at fixing blow on several targets.

Ключевые слова: крылатая ракета, беспилотный летательный аппарат (БЛА), информационный комплекс, многокритериальная оптимизация.

Keywords: cruise missile, the unmanned aerial vehicle (UAV), information complex, optimization on many criterions.

Современное состояние

По мнению американских специалистов, в настоящее время наращивание боевых возможностей крылатых ракет (КР) авиационного и морского базирования ведется, главным образом, по следующим направлениям [1]:

- увеличение дальности полета;
- повышение выживаемости;
- улучшение точности доставки к цели;
- увеличение скорости полета до гиперзвуковой.

Очевидно, что дальность полета КР предопределяет, в известной мере, положение рубежей пуска, а значит, и безопасность носителей. Не менее важно, что КР с большей дальностью полета предоставляет возможность нанесения ударов по более широкой номенклатуре целей. Ни одна страна мира сегодня не может рассчитывать на наличие "непоражаемых" областей, в которых она могла бы "спрятать" наиболее важные объекты от КР. Большая дальность полета указанных средств поражения стала возможной благодаря созданию малогабаритных экономичных газотурбинных двигателей. Однако сегодня именно они ограничивают другой важный параметр КР - максимальную скорость полета - дозвуковыми величинами. Полет на сверхзвуке, по крайней мере, длительный полет КР противопоказан, поскольку разрешенная дальность пуска резко уменьшается. Вместе с тем, в ряде стран, в том числе в США, ведутся исследования, целью которых является создание гиперзвуковых ракет относительно большой дальности с прямоточными воздушно-реактивными двигателями (ПВРД). Объявлено, что одним из главных достоинств такого оружия станет исключительно короткое время доставки боевой части к цели: например, нанесения удара по объекту на дальности 1000 км при средней скорости, соответствующей $M = 6$, гиперзвуковой ракете понадобится менее 10 минут. Однако реализация указанной идеи сопряжена с немалыми трудностями, к числу которых относят создание жаропрочных материалов, работоспособных образцов гиперзвукового ПВРД и др.

Современные КР пока не имеют в своем составе средств, позволяющих выявить факт их обнаружения или атаки по ним со стороны противника. С самого начала предполагалось, что выживаемость КР должна обеспечиваться преимущественно малозаметностью, обусловленной малыми размерами, применением режима маловысотного полета, а также малой эффективной поверхностью рассеивания. Заметим, что даже без применения каких-то ухищрений, КР оказалась крепким орешком для систем ПВО передовых в военном отношении стран. Например, в [2] описывается случай, подтверждающий невысокую эффективность американских противоракетных систем, развернутых в Кувейте в 2003 г.:

"По нормативам предупреждение о приближении баллистических ракет противника должно было выдаваться за 7-9 минут до подлета последних к цели, а в случае крылатых ракет указанный интервал составлял от 3 до 5 минут. Как только приближающиеся ракеты обнаруживались, стандартная процедура предусматривала объявление тревоги "атака ракетами Scud", уведомление подчиненных частей и подразделений, надевание средств индивидуаль-

ной противохимической защиты, после чего все военнослужащие, за исключением часовых-наблюдателей, должны укрыться в подземных бункерах...

В один прекрасный день (25 марта 2003 г. - прим. авт.) морские пехотинцы, подразделение которых было развернуто северо-восточнее штаб-квартиры американских войск в Кувейте, вдруг обнаружили прямо у себя над головой низколетящую ракету, направляющуюся к лагерю сил специальных операций.

На экранах радиолокационных средств ПВО из состава IMEF (1-й экспедиционной группы морской пехоты) не отображалось ничего необычного, поэтому никаких сигналов тревоги не подавалось. Через пару минут военнослужащие штаб-квартиры были ошеломлены и невероятно удивлены, услышав характерный рев реактивного двигателя ракеты, проскочившей на малой высоте, который сопровождался грохотом и сотрясением почвы из-за взрыва мощной боеголовки.

Как оказалось, иракцы переделали противокорабельную ракету Seersucker для нанесения ударов по наземным целям, и она легко сумела избежать обнаружения средствами IMEF благодаря полету на высоте менее 100 ярдов. Запущенная с полуострова Фао ракета пролетела необнаруженной и неперехваченной через самое сердце считавшейся бдительной и надежной американской противовоздушной и противоракетной оборонительной системы на театре войны. Вскоре после этой атаки командование американских морских пехотинцев было вынуждено организовать непрерывное воздушное патрулирование самолетов F/A-18s ("зонтик") над полуостровом Фао на протяжении нескольких дней.

К счастью для американцев, крылатая ракета в данном случае была оснащена только обычной фугасной боеголовкой. Благодаря солидной полезной нагрузке и присущей таким ракетам способности летать на малой высоте над равнинной местностью, американские морские пехотинцы очень опасались, что следующая "крылатка" может быть начинена химическим или бактериологическим оружием...

В ходе операции "Свобода Ираку" не менее пяти противокорабельных ракет CSSC-3 "Seersucker" китайского производства¹ были запущены Ираком против наземных целей в Кувейте. Атака, описанная выше, была первой. Во второй раз, 28 марта 2003 г., двумя ракетами "Seersucker" был нанесен удар по кораблям, находившимся в военно-морской базе Кувейта. Одна ракета попала на антенну радиолокатора, другая угодила в торговый центр, располагавшийся на набережной. Еще две ракеты "Seersucker" атаковали свои цели 31 марта - одна была нацелена на порт Umm Qasr, а другая взорвалась в расположении войск коалиции в районе Safwan.

Ни одна из этих ракет не была обстреляна или хотя бы обнаружена в полете средствами американской системы ПВО".

¹Натовское обозначение CSSC-3 расшифровывается так: китайская ракета класса "поверхность-поверхность" из состава комплекса береговой обороны, 3 тип; соответствует китайскому обозначению HY-2. Представляет собой серьезно модифицированную ракету П-15 "Термит" советского производства, созданную в начале 60-х годов минувшего века. Иранскими ракетами HY-2 в период ирано-иракской войны, в 1987 г., были повреждены два танкера в Персидском заливе, а позднее, в феврале 1991 г., безрезультатно обстрелян линкор BB-63 Missouri.

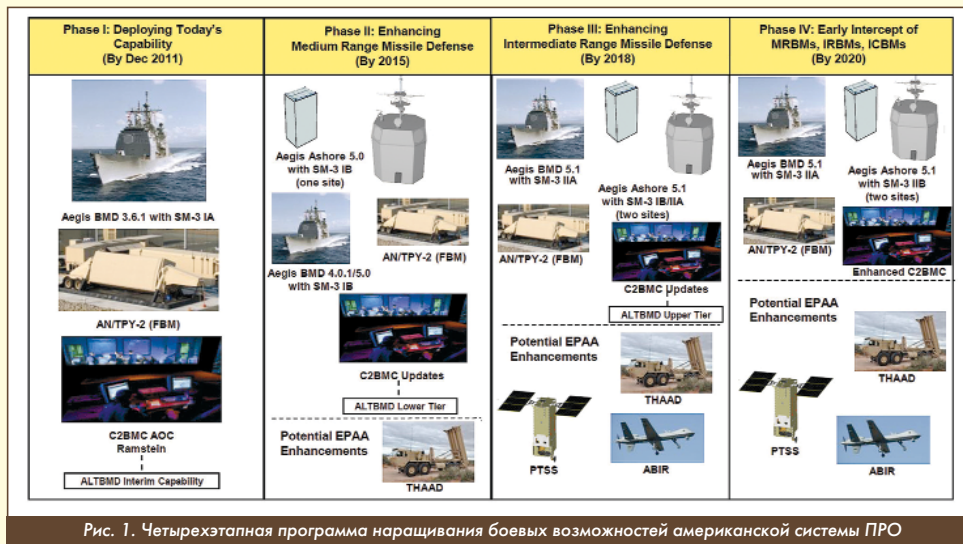


Рис. 1. Четырехэтапная программа наращивания боевых возможностей американской системы ПРО

Осознание отсутствия защиты от КР большой дальности (КРБД) привело американских специалистов к идее системы JLENS, включающей, наряду с активными средствами - истребителями и ЗРК THAAD, радиолокационные станции, антенны которых поднимаются на аэростатах для увеличения дальности обнаружения низковысотных малоразмерных целей. Израильские разработчики также создали противоракетную систему "Железный купол", способную перехватывать не только "крылатки", но и относительно малоскоростные баллистические цели типа снарядов РСЗО. Таким образом, период "беззащитности" некоторых стран перед КРБД (вспомним еще американскую морскую систему Aegis, обладающую противоракетными возможностями), по-видимому, уходит в прошлое.

Важной особенностью КРБД является высокая точность доставки боевой части к цели. Если бы, преодолев расстояние в тысячу миль, ракета с 300-килограммовой фугасной боевой частью взорвалась на расстоянии всего в сотню метров от расчетной точки, то все ухищрения ее разработчиков пошли бы насмарку. Напомним, что первые КРБД, появившиеся на вооружении США и СССР в начале восьмидесятых, были оснащены ядерными боевыми частями, и промах порядка первых сотен метров был для них в большинстве случаев некритичен. Ракета в обычном снаряжении должна обладать куда более высокой точностью, поэтому к корреляционной системе навигации по рельефу местности TERCOM, использовавшей информацию от радиовысотомера и "запомненную" цифровую карту, добавили оптическую подсистему DSMAC (Digital Scene Matching Area Correlator).

При массированном применении КРБД в ходе ряда конфликтов (Югославия, Ирак, Афганистан) выяснилось, что "ахиллесовой пятой" такого оружия стали большая длительность подготовки полетных заданий для ракет и высокая чувствительность системы DSMAC к метеоусловиям в районе цели. Тут же возникла идея об использовании глобальной системы позиционирования GPS для наведения управляемого оружия большой дальности (например, в составе ракет "Tomahawk" Block III). Приводился такой пример: если система наведения КРБД корректировалась от GPS на расстоянии 80 км из цели, то СКО промаха составляло примерно 7 м, что соизмеримо с размерами ракеты [3].

Но уже в ходе агрессии в Югославии было установлено, что спутниковая система конечного наведения не обладает достаточной помехоустойчивостью. Многочисленные рассредоточенные на обширной территории, но при этом технически несложные маломощные источники помех, работающие на несущей частоте GPS, оказались способными парализовать применение высокоточных боеприпасов с такими системами конечного наведения. Иными словами, дешевое (стоимость комплекта, превращающего неуправляемую бомбу в управляемую JDAM с использованием GPS, не превышала \$20 000) высокоточное оружие оказалось применимым только против технологически отсталого или полностью деморализованного, не оказывающего сопротивления, противника.

Выход из сложившегося положения американские специалисты стали искать в направлении комплексирования нескольких систем,

использующих различные принципы навигации и наведения на цель. Усложнялись алгоритмы обработки, внедрялись разного рода фильтры, однако подвижные цели по-прежнему оставались вне типовой номенклатуры для КРБД. А хотелось бы получить возможность и их "прихлопнуть козырным тузом".

БЛА совместно с КРБД

Беспилотные и дистанционно пилотируемые летательные аппараты (к числу которых можно отнести и КРБД) находят все более широкое применение в современных военных конфликтах различной интенсивности. Совершенные компьютерные технологии, появление относительно недорогих высокоточных систем управления и наведения в со-

вокупности с идеей о возможности "односторонней", "дистанционной" войны, в ходе которой одному из противников уготована роль безропотной мишени (в лучшем случае - туземца, по которому палит подплывшая канонерка), а другому - роль хладнокровного "стрелка по тарелочкам", легли в основу современной военной политики "передовых стран Запада". Но Терминатор еще не создан, поэтому в ход идут менее совершенные разработки, призванные хотя бы частично устранить выявленные в процессе накопления боевого опыта недостатки КРБД.

Слабым местом КРБД является необходимость формирования для нее полетного задания, включающего информацию о цели, еще до момента старта. Между тем, ракета летит с конечной скоростью, и пока она летит - цель может переместиться (например, подвижный ракетный комплекс), а то и вообще исчезнуть в неопределенном направлении (самолет на аэродроме, подводная лодка в базе). Поэтому некоторые системы управляемого оружия большой дальности, как существующие ("Tomahawk" Block IV), так и перспективные (барражирующие управляемые боеприпасы JSOW), оснащают аппаратурой доразведки района цели и защищенными линиями связи с оператором. В случае если объект удара куда-то пропал, оператор может перенацелить дорогостоящую КРБД (зачем же добру пропадать) или порекомендовать ей подождать прибытия "клиента".

В ряде "продвинутых" систем предполагается передача некоторых функций оператора ракете - "сержанту", система управления которой должна "построить" другие КРБД залпа в некоторый боевой порядок, затрудняющий противнику организацию противодействия, обеспечивающий скрытность или, на худой конец, "насыщающий" целевые каналы средств ПВО. В принципе, на новом уровне (кибернетическом) повторяется вся история развития пилотируемой боевой авиации: на очереди появление беспилотных истребителей сопровождения залпа КРБД, постановщиков маскирующих помех, специализированных "борцов" с активными средствами ПВО, а может быть - и беспилотных самолетов-заправщиков.

В качестве перспективного сценария применения с одного или группы самолетов-носителей залпа (серии) КРБД можно рассмотреть такой. Имеется носитель, способный доставить в район пуска N беспилотных (дистанционно пилотируемых) летательных аппаратов с задачей - поразить M целей. Разумеется, $M \leq N$. Рассматриваются несколько разновидностей БЛА: собственно КРБД (N_1); созданный на базе ракеты доразведчик-целеуказатель, у которого габаритно-массовый ресурс боевой части использован для размещения дополнительного оборудования (N_2); аппарат-постановщик активных и пассивных помех (N_3). Последние два, к примеру, могут нести на борту небольшие заряды и заканчивать свою жизнь в варианте беспилотных камикадзе, атакуя антенные устройства РЛС противника, если такие окажутся в зоне досягаемости. Если же дальности пуска относительно невелики, а оборудование на борту БЛА второго и третьего типов имеет высокую стоимость, можно даже предусмотреть их возврат и полное или частичное спасение.

По пути к целям БЛА всех типов сталкиваются с разного рода опасностями и помехами, искусственными и естественными, вроде

зенитных ракетных комплексов, истребителей-перехватчиков, средств маскировки целей и т.п. Возникает вопрос, в каком соотношении должны быть представлены указанные типы аппаратов? И второй вопрос, каким должно быть оснащение двух последних типов аппаратов (а может быть, и первого, если предусмотреть возможность выбора системы конечного наведения ракеты перед вылетом самолета-носителя)?

Налицо оптимизационная задача, решив которую можно добиться нанесения максимального ущерба противнику при заданных ограничениях. К числу таковых относятся не только общее число БЛА на носителе, но и, к примеру, число самолетов-носителей с их ограниченным числом точек подвески. Ввиду неточности и неполноты информации о положении целей, системе ПВО противника, погодных условиях на маршруте и в районе цели, степени информативности районов коррекции и пр. задача оказывается стохастической, причем законы распределения некоторых действующих факторов неизвестны, а параметры других законов неоткуда получить (скажем, закон распределения вероятности обнаружения КРБД i -го типа, летящей на s -ой высоте, j -ым комплексом ПВО противника при наличии k -го типа помех).

Практически все известные методы синтеза (оптимизации) разработаны применительно к описанию системы одним (скалярным) показателем эффективности. Задача оптимизации в общем случае имеет следующую постановку: требуется определить вектор управляемых переменных $X^T = [x_1, x_2, \dots, x_n]$, который обеспечивает экстремум показателя эффективности $f(X, g)$ при наложенных ограничениях на переменные решения $g^T = [g_1, g_2, \dots, g_m]$, $f(X^*) = \text{extrf}(X)$, $g_i(X) < g_{0i}$.

Значительно усложняется задача синтеза системы при оценке ее эффективности векторным показателем $F^T = [f_1, f_2, \dots, f_k]$. В этом случае требования к системе противоречивы и, как правило, нельзя определить систему, наилучшую по всем показателям f_i без наложения дополнительных условий на них при формировании критерия. Наибольшее распространение получили три метода синтеза систем на основе использования векторного показателя:

- метод, основанный на формировании обобщенного (скалярного) показателя в виде весовой функции частных критериев и оптимизации системы по экстремуму этого показателя;
- метод выбора одного из показателей в качестве главного и перевода других показателей в разряд ограничений;
- метод последовательных уступок.

Одним из сложных и ответственных этапов построения обобщенного показателя является определение весовых коэффициентов. В некоторых случаях их можно найти из анализа модели и показателей эффективности, иногда приемлемые результаты получаются при суммировании с равным весом. Однако достаточно часто рационально обосновать значения весовых коэффициентов не удается [4].

При формировании информационного комплекса, размещенного на КРБД и специальных БЛА, необходимо учитывать, что он должен соответствовать целям функционирования всей группы ЛА, выполняющих задачу поражения групповой цели в различных условиях функционирования.

С точки зрения выбора наилучшего варианта построения комплекса под глобальной целью функционирования будем понимать количественно определенную в пространстве параметров X информационного комплекса группы ЛА (включая системы наведения КР, системы БЛА-дразведчика, системы БЛА-постановщика помех и т.д.) область желаемых значений X^* параметров, при достижении которых качество функционирования комплекса оказывается наилучшим. Для достижения области X^* отводится определенный ресурс r , расходуя который в той или иной мере обеспечивают приближение к глобальной цели функционирования. Отводимый ресурс качественно характеризуется множеством параметров, определяющих внешние свойства информационного комплекса, под которым подразумеваются работающие совместно информационные каналы КР и специальных БЛА

$$r = \{r_1, \dots, r_i, \dots, r_n\}, \quad (1)$$

где r_i - вектор ресурсов КР (специального БЛА) i -го типа;
 n - число видов КР и специальных БЛА, действующих в группе.

В свою очередь, каждый из векторов r_i определяется набором информационных каналов, которыми может быть оснащен летательный аппарат (ЛА), и их параметров

$$r_i = \{r_i^{11}, \dots, r_i^{jk}, \dots, r_i^{ms}\},$$

где j - порядковый номер информационного канала;

k - порядковый номер параметра j -го информационного канала;

m - число информационных каналов ЛА i -го типа;

s - число параметров ресурсов j -го информационного канала ЛА i -го типа.

На множество r накладываются ограничения типа равенств и неравенств

$$\begin{aligned} H_i(r) &= 0, \quad i = \overline{1, I} \\ G_j(r) &\geq 0, \quad j = \overline{1, g}. \end{aligned} \quad (2)$$

К числу таких ограничений можно отнести максимальную допустимую массу полезной нагрузки ЛА, число отсеков (ячеек, точек подвески) для ее размещения на ЛА, максимальную суммарную мощность потребителей электроэнергии и т.п.

Таким образом, пространство параметров X_n определяется числом видов КР и специальных БЛА, действующих в составе группы, числом информационных каналов на каждом из них и пространством ресурсов $r_i^j = \{r_i^{j1}, \dots, r_i^{jk}, \dots, r_i^{js}\}$, отводимых j -му информационному каналу i -го летательного аппарата из состава группы.

С учетом наличия ограничений на ресурсы, КР или специальные БЛА в условиях одного полета могут нести несколько видов оборудования, соответствующих определенным информационным каналам, в общем случае меньшим максимально возможного. К примеру, на КР в конкретных условиях может быть размещен только один вариант системы наведения (СН) из множества допустимых. В связи с этим выбранный вариант построения информационного комплекса КР и специальных БЛА для выполнения определенного задания может быть описан вектором

$$x = \{r_1, \dots, r_i, \dots, r_n, a\}, \quad (3)$$

где $a = \{a_{11}, \dots, a_{ij}, \dots, a_{nm}\}$ - вектор численности аппаратов i -го типа с j -м набором информационных каналов.

Каждому конкретному варианту построения информационного комплекса группы КР и специальных БЛА для конкретных условий боевого применения (метеосостояние, время суток, характер противодействия ПВО, рельеф местности, типы объектов поражения) можно поставить в соответствие показатели качества, характеризующие степень достижения глобальной и локальных целей функционирования комплекса.

Степень соответствия комплекса поставленной глобальной цели функционирования характеризуется значением показателя эффективности или глобальным показателем качества K_0 , определяемым набором локальных показателей качества

$$K_0 = K_0(K_1, K_2, \dots, K_k).$$

Каждый локальный показатель качества информационного комплекса K_i , $i = \overline{1, k}$, в свою очередь, определяется значениями соответствующих показателей качества информационных каналов

$$K_i = F_i(K_i^1, K_i^2, \dots, K_i^m), \quad i = \overline{1, k},$$

где K_i^j , $j = \overline{1, m}$ - значение i -го локального показателя качества j -го информационного канала;

F_i - функция агрегирования локальных показателей качества каналов к локальному показателю качества информационного комплекса в целом.

Локальные показатели качества K_i^j для определенных условий функционирования информационного комплекса определяются набором технических характеристик соответствующего канала

$$K_i^j = K_i^j(T_1^j, \dots, T_s^j, \dots, T_k^j), \quad s = \overline{1, h},$$

где T_s^j - s -тая техническая характеристика j -го информационного канала.

Вектор технических характеристик j -го информационного канала неразрывно связан с отводимым ему набором ресурсов

$$T^j = T^j(r_i^j). \quad (4)$$

На практике часто имеет место ситуация, когда аналитическую связь глобального показателя качества K_0 с локальными показателями установить не удается. Однако наличие одной глобальной цели функционирования определяет принципиальную разрешимость за-

дачи выбора наилучшего варианта построения комплекса, несмотря на невозможность представления критерия K_0 в скалярной форме. Для этого необходимо сравнивать различные варианты между собой по степени достижения глобальной цели функционирования.

Неопределенность в задании глобальной цели функционирования может быть устранена путем использования системы предпочтений эксперта (лица или группы лиц, ответственных за обоснование принимаемых решений и выражающих интересы структуры, во исполнение требований которой решается задача формирования облика информационного комплекса). Предполагается, что эксперт располагает достаточно полными сведениями о целях функционирования и задачах комплекса, позволяющими снимать неопределенность в задании глобальной цели функционирования с точки зрения системы верхнего уровня иерархии.

Следует отметить, что решения, принимаемые на основе выявления и использования системы предпочтений эксперта, носят принципиально субъективный характер. Необходимость привлечения экспертной информации непосредственно вытекает из самой постановки задачи формирования облика - в построенном на основе всей имеющейся в распоряжении информации множестве выбора X^* содержатся несравнимые варианты.

Эксперт, задавая свои предпочтения на множестве вариантов, подходит к их определению с точки зрения известной ему глобальной цели функционирования комплекса. Система предпочтений устроена следующим образом: для любых двух альтернатив x_1 и x_2 эксперт может определить либо что $x_1 P x_2$, либо что $x_2 P x_1$, либо что x_1 и x_2 одинаково хороши с точки зрения своего целевого назначения. Кроме того, необходимо, чтобы получаемая от эксперта информация была непротиворечива, т.е. если $x_1 P x_2$, то $x_2 \bar{P} x_1$.

В силу замкнутости и конечности размера множества X оно является счетным. Тогда, если система предпочтений является слабым упорядочением, существует вещественнозначная функция $I(x)$ на множестве X , сохраняющая упорядочение и называемая индикатором предпочтения, для которой выполняется условие

$$[\forall x_1, x_2 \in X: x_1 P x_2] \Rightarrow [I(x_1) > I(x_2)] \quad (5)$$

Значения функции $I(x_1)$, $I(x_2)$ определяют сопоставительную оценку вариантов x_1 и x_2 , позволяющую их сравнивать по принципу "лучше - хуже", т.е. значение индикатора предпочтения является оценкой варианта в ранговой шкале измерения. Необходимость использования ранговой шкалы объясняется тем, что при числе критериев больше двух-трех достоверность оценок, получаемых в других типах шкал, чрезвычайно низка. Спецификой использования ранговой шкалы измерения является то, что в ней допустимы любые монотонные преобразования оценок.

Множество условий функционирования информационного комплекса можно представить в виде q -мерного пространства

$$Q = \{Q_1, Q_2, \dots, Q_q\},$$

где Q_i , $i = \overline{1, q}$, q - вектор параметров условий функционирования.

Тогда множество вариантов X может быть представлено в расширенном виде X_Q в качестве вероятностного пространства с мерой P_Q $X_Q = X \times Q$. (6)

Если на множестве X задана система предпочтений, образующая слабое упорядочение, то для вероятностного пространства X_Q справедливо соотношение

$$[\forall x_1, x_2 \in X: x_1 P x_2] \Rightarrow [M_Q\{I(x_1), P_Q\} > M_Q\{I(x_2), P_Q\}],$$

где M_Q - символ математического ожидания по множеству X_Q с мерой P_Q .

Учитывая (6), можно считать справедливым соотношение

$$[\forall x_1, x_2 \in X_Q: x_1 P x_2] \Rightarrow [I_m(x_1) > I_m(x_2)], \quad (7)$$

где $I_m(x_1) = \int I(x_1) dP_Q$ - математическое ожидание значения индикатора предпочтения варианта x по множеству условий функционирования Q .

Функция $I_m(x)$ формально является агрегированным показателем преимущества одного варианта построения комплекса над другим. Однако ее значение не позволяет установить однозначное соответствие между значениями локальных показателей качества оцениваемого варианта и его техническими характеристиками. Для

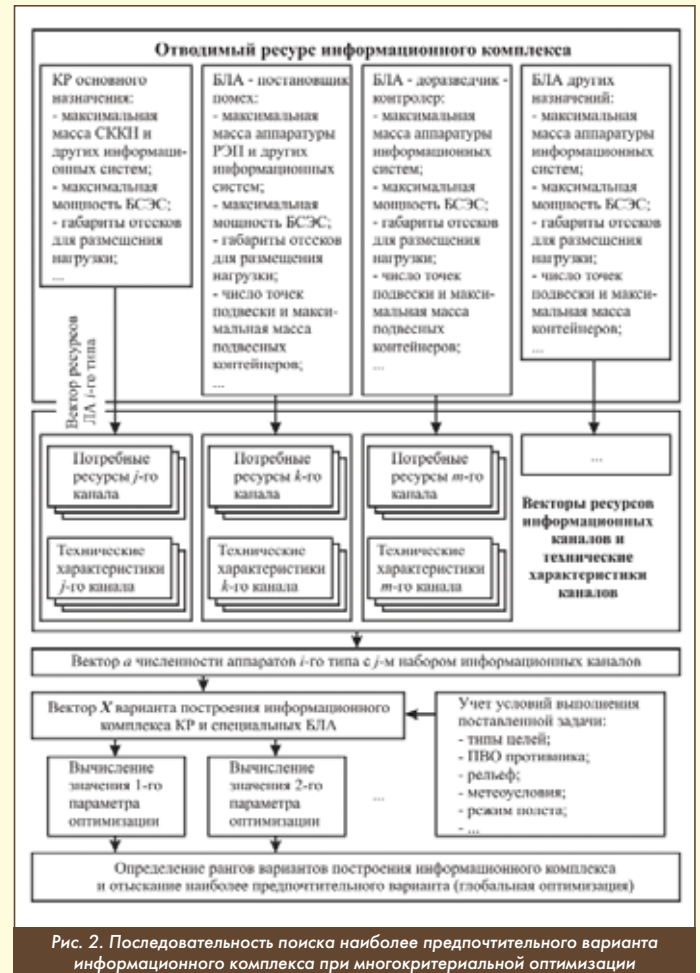


Рис. 2. Последовательность поиска наиболее предпочтительного варианта информационного комплекса при многокритериальной оптимизации

устранения этой неоднозначности оптимально должны быть распределены как доли ресурсов, выделяемые каждому информационному каналу в составе комплекса, так и в каждом канале выделенный ресурс должен использоваться наилучшим образом. Учитывая, что зависимость (4) не всегда однозначно определяет технические характеристики, это требование подразумевает решение локальной оптимизационной задачи по использованию ресурса

$$I_m^*(x) = \max_I I(x) \text{ при } x = \text{const}, \quad (8)$$

где $T = \{T^1, \dots, T^j, \dots, T^m\}$ - вектор технических характеристик информационного комплекса, а j - номер информационного канала.

Резюмируя, можно утверждать, что задача формирования облика информационного комплекса группы КР и специальных БЛА сводится к отысканию наилучшего с точки зрения целевого назначения варианта построения комплекса $x^* \in X$, для которого не существует другого доминирующего его варианта

$$x^* = \{x \in X: \forall x \in X: I_m^*(x^*) > I_m^*(x)\} \quad (9)$$

Выбор должен производиться из ограниченного множества X (3) на основе экспертной информации, описывающей систему предпочтений на множестве вариантов (5), с учетом влияния условий функционирования (7) и принципа оптимального использования ресурсов (8). ▲

Литература

1. Cruise Missiles and Modern War. Strategic and Technological Implications. Occasional Paper No. 13. Center for Strategy and Technology. Air War College. May 2000.
2. P. Tissue, R. Perkins, D. Sawyer, L. Powell. Attacking the Cruise Missile Threat. Joint Forces Staff College. September 2003.
3. J. Kueter, H. Kleinberg. The cruise missile challenge: designing a defense against asymmetric threats. George Marshall Institute. 2007.
4. Д.Б. Юдин. Математические методы управления в условиях неполной информации. М.: "Сов. Радио", 1974.

Связь с автором: sukhomlinov@npomis.ru

АНТРОПОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ ТЕХНИКИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ ПЕРСПЕКТИВНЫХ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Сергей Викторович Кувшинов,

директор института новых образовательных технологий РГГУ

Развитие техногенной цивилизации, особенно во второй половине XX в., отчетливо продемонстрировало, что научно-технический прогресс является одним из важнейших факторов улучшения качества жизни. Но именно в этот же период, во второй половине XX столетия, стали явно нарастать негативные последствия технического развития. Глобальные кризисы, порожденные этой цивилизацией, и прежде всего современный экологический кризис, поставили под угрозу само существование человечества. Как реакция на эти проблемы усилилась критика научно-технического прогресса. Бесспорно, что тот тип развития науки и техники, который характеризовал индустриальную фазу технической цивилизации, во многом себя исчерпал. Однако в случае отказа от технического прогресса или его консервации станет невозможным обеспечить необходимыми жизненными средствами растущее население Земли. Поэтому речь идет не об отказе от научно-технического развития, а о поисках его нового типа, который, по-видимому, будет связан с новым типом развития цивилизации, призванным обеспечить решение глобальных проблем.

В этой связи возникают кардинальные мировоззренческие проблемы пересмотра и изменения всей системы ценностей техногенной цивилизации. В культуре этой цивилизации идеалы господства индивида над природными и социальными объектами, идеалы власти, основанной на силовом преобразовании внешнего для индивида природного и социального мира, занимают доминирующее положение. Они формируют образцы, нормы и программы поведения, которые человек впитывает в процессе своей социализации, часто даже не осознавая этого. Поэтому поиск новых мировоззренческих ориентаций - это поиск нового способа и образа жизни, нового отношения к людям, к природе, обществу и техническим структурам, созданным руками человека.

Предпосылки для новой стратегии научно-технического процесса обнаруживаются сегодня и в нем самом, вызревают в самом центре техногенной цивилизации. Современная наука и инженерная деятельность втягивают в орбиту человеческой жизнедеятельности принципиально новые типы объектов, требующих развития новых стратегий обращения с ними. Речь идет об объектах, представляющих собой саморазвивающиеся самоуправляемые сложные технические системы, характеризующиеся синергетическими эффектами, развитие которых всегда сопровождается прохождением системы через особые состояния неустойчивости, которые и вызывают тревогу своей неопределенностью.

Инженерная деятельность сегодня все чаще имеет дело уже не просто с техническим устройством или машиной, увеличивающими возможности продуктивной деятельности человека, и даже не просто с человеко-машинными системами, а со сложными системными комплексами, в которых увязываются в качестве компонентов единого целого технический процесс, связанный с функционированием человеко-машинной системы, локальная природная экосистема, в ко-

торую данный процесс должен быть внедрен, и социокультурная среда, принимающая новую технологию [1].

Весь этот комплекс в его динамике предстает как особый развивающийся объект, открытый к внешней среде и обладающий свойствами саморегуляции. Вместе с тем он внедряется в среду, которая в свою очередь не просто выступает нейтральным полем для функционирования новых системных технологических комплексов, а является некоторым целостным организмом. При этом технологические инновации уже нельзя представлять как переделку нейтрального природного материала, который противостоит человеку.

Строя предприятие, запуская новую технологию, специалист должен понимать, что действует подобно тому, как если бы захотел улучшить некий живой организм, внедряя в него инородное тело. Подобным же образом и биосфера в целом откликается на наши технические инновации и внедрение новых производственных структур.

Сегодня мы имеем дело с формированием новой мировоззренческой парадигмы, требующей относиться к среде обитания не как к безжизненному и грубому "материалу", а как к сложному организму, в котором мы живем и с которым должны взаимодействовать, не нарушая его основных функциональных связей.

Новые стратегии отношения к единой среде, искусственной и естественной, требуют изменения представлений о характере научно-технической деятельности человека, свойственных техногенной культуре. Ее новые способы определены не только изменениями в системе социальных ценностей и целей, регулирующих деятельность, но и характером самих осваиваемых объектов; и когда научно-техническая деятельность начинает осваивать сложные системы, в которые включен сам человек, то его действия уже не являются чем-то внешним по отношению к объекту.



Насильственное, грубое переделывание объекта может вызвать катастрофические последствия для самого человека, ибо, трансформируя объект, он изменяет свои собственные связи и функции. В этом случае желательны, да и просто неизбежны, определенные ограничения научной, инженерной и вообще человеческой деятельности, ориентированные на выбор только таких возможных сценариев изменения мира, в которых обеспечиваются стратегии выживания человечества и окружающей его среды. И эти ограничения основываются не только на объективных знаниях о возможных линиях развития объектов, но и на определенных нравственных ценностях, понимании приоритета добра, красоты и человеческой жизни. Поэтому сегодня на первый план начинают выходить философские проблемы осмысления современной науки и техники.

В XXI в. принципиальным образом меняется социальный статус техники, превращая ее в фактор, определяющий будущее человечества [2]. Сегодня уже считается неудовлетворительным понимание техники как орудия труда, важно не только, как сделана вещь, но и то, что можно сделать с нею и как это действие или его результат отразится на обществе.

Так как научно-техническая революция поставила человечество перед лицом глобальных проблем, было бы трагедией для мировой цивилизации продолжать дальнейшее спонтанное, непродуманное развитие техники. Поэтому столь важно создание новой области знания, обращенной к исследованию феномена техники. Необходим критический философский анализ сложившейся ситуации, оценка результатов технической деятельности, возможных перспектив ее развития. В этом предназначение комплексного исследования техники, ее истории, движущих сил и закономерностей развития.

Сегодня философия техники - это одно из важных направлений современной философской науки, призванное исследовать наиболее общие закономерности развития техники, технологии, инженерной и технической деятельности, проектирования, технических наук, а также их место в человеческой культуре и современном обществе.

Философия техники зародилась в середине XIX в. в Германии как новая форма философской рефлексии техники и научно-технического прогресса.

В числе первых ее представителей можно назвать Э. Каппа, Ф. Дессауера, Э. Чиммера, А. Дюбуа-Реймонда и др. Большой вклад внесли такие философы, как М. Хайдеггер, К. Ясперс, Х. Ортега-и-Гассет, Н. Бердяев, Х. Йонас, Л. Мэмфорд, Ж. Эллюль, П.К. Энгельмейер и др.

Термин "философия техники" введен в русский лексикон русским инженером-теоретиком П.К. Энгельмейером в 90-х годах XIX в. Одна из исторических проблем, связанная с возникновением философии техники, состоит в том, что не только само рождение ее было запоздалым, но и ее возникновение не было связано с какой-то одной концепцией. Философия техники зрела как совокупный результат нескольких факторов. Поэтому философия техники может означать две четко различимые вещи. Если философию техники взять в субъективном аспекте ее возникновения, указывая при этом, что здесь является ее субъектом, деятельным носителем, то в этом случае философия техники представляет собой попытку техников и инженеров выработать некую философию своей сферы деятельности. Если же брать философию техники в объективном аспекте ее возникновения, имея в виду при этом сам предмет, с которым мы имеем дело, то ее можно рассматривать как совокупность усилий ученых-гуманис- тов осмысливать технику серьезно, как предмет дисциплинарных рефлексий.

Важно отметить, что философия техники как результат сложившегося в обществе определенного восприятия техники, не является исключительно западноевропейской традицией. Она возникла и существовала также и в России.

Петр I первым в России воспринял технику и основанную на ее достижениях промышленность как социальный феномен и фактор, способный стать сред-



Развитие промышленности в России:
1. Промышленность Карелии при Петре I (Вадим Баданов).
2. Доменная фабрика ("Описание Уральских и Сибирских заводов 1735")

ством решения определенных социальных, экономических, культурных, политических и нравственных задач страны. Со времен Петра I отношение к промышленности и технике и к пути развития страны, тесно связанному с техническим прогрессом, размышления российского общества над этой общенациональной проблемой стали неотъемлемой частью русской общественной, художественной и философской мысли.

Хотя исследования философских проблем техники имеют весьма давнюю историю, все же активизация исследований относится примерно к началу 1960-х годов. В этот же период отмечается и интерес исследователей к изучению вопросов общей теории больших систем, где техника являлась ключевым объектом [3].

В 1970-е годы была сформулирована программа этих исследований, предполагавшая всестороннее исследование техники, как одного из важнейших факторов развития человеческого общества [4].

Эта активизация связана в первую очередь с тем, что влияние техники в современном мире становится всеобъемлющим. Определяющее воздействие техники испытывают такие социальные сферы и институты, как экономика, экология, наука, культура и политика.

Сегодня влияние техники распространяется на органическую и неорганическую природу [5]. В области неорганической материи - это строительная техника, электротехника, теплотехника, физико-химическая техника, энергетическая техника и т.д. В области органической природы - это техника сельского хозяйства, а также и биотехнология, позволяющая включать в предметное поле техники всю биологию [6].

Философ и историк техники К. Тухель дает обзор многочисленных и различных аспектов техники, пытаясь обосновать каждый из них [7]. Он отмечает попытку авторов передать особые черты, присущие технике, которые находят свое отражение в таких определениях, как: техника - осуществленная свобода человека; техника - основа нашей жизни. Техника есть также выражение формирования мира человеком, и с этим связан призыв К. Тухеля к гуманному и солидарному поведению всех людей [8].

Среди многочисленных толкований отметим исключительно те, которые затрагивают антропологические аспекты. Например, М. Бунге дает определение техники как прикладного естествознания [9]. Техника понимается им как специфическая форма, инструмент познания мира. Техника как система средств, которая является нейтральной по отношению к цели и может употребляться в качестве экономящего усилия посредника-переключателя или обходного пути применения для каких угодно целей [10]. Техника как система средств, которая по своему определению служит хозяйственному удовлетворению потребностей и предотвращению определенных действий в качестве "порядка исполнения этих действий" [11]. Техника как система средств, которая служит вообще обретению и формированию нашего бытия [12]. Техника - система средств, представляющая собой "уравновешенную совокупность методов и вспомогательных средств действий по овладению природой" [13]. Весьма интересным является толкование техники как специфической формы стремления человека к эксплуатации, власти и желания управлять на основе соответствующих знаний [14]. В онтологической интерпретации техника рассматривалась как бытийно-историческое развивающееся "раскрытие" и "назначение" природы, например, в снаб-



П.К. Энгельмейер



М. Бунге

жении энергией, в управляемой передаче энергии и как наличного материала [15].

Можно привести еще множество пониманий столь емкого термина "техника", например, христианско-платоновское толкование, данное Ф. Дессауэром, или дефиниция Х. Ортеги-и-Гассета - как производство вещей в качестве дополнения объективного мира, что тем самым впервые делает человека существом культурным и это является для него в широком смысле "необходимым" [16].

Многие из вышеупомянутых толкований, выбранных исследователями техники соответствуют одной репрезентативной подобласти более широкого и общего понятия. Технику, сущность техники не характеризует какая-либо одна черта. Однофакторная теория техники и ее взаимосвязей с другими жизненными сферами мало состоятельна. Все общие высказывания о сущности техники слишком сильно огрубляют и искажают ее облик. Феномен техники в целом и ее вовлеченность в другие сферы общественной жизни и культурные традиции могут быть поняты лишь с точки зрения надпрофессиональных принципов, опирающихся на системные взаимосвязи между всеми влияющими факторами.

Технический прогресс многомерное социальное явление. Он результат прежде всего постоянного взаимодействия техники с другими сферами деятельности общества и индивидов и поэтому имеет всегда сложный характер. Тот факт, что всякие изменения и усовершенствования происходят в зависимости от достигнутого в данное время уровня развития (техники, естествознания, а также других, активно воздействующих социальных и экономических факторов), дает нам основание утверждать тезис о существовании самоускоряющегося технического прогресса, являющегося главной закономерной формой развития техники.

Различие во взглядах на природу техники обусловлено еще и тем, что развитие техники все более остро проявляет двойственный характер ее достижений. С одной стороны, без техники просто невозможно представить развитие человечества, а с другой техника есть мощная сила, способная вызвать негативные последствия. Отсюда и вытекает тот факт, что техника, ее понимание должны базироваться на комплексных социальных критериях.

Заменяя рабочую силу человека на производстве, повышая тем самым производительность, техника обостряет проблемы занятости и безработицы; жилищный комфорт приводит сегодня к нежелательной разобщенности людей; достигнутая с помощью личного транспорта мобильность покупается ценой увеличения шумовой нагрузки, неудобств, обезличенных городов, загубленной природы и т.д.

Размышляя о сущности техники, немецкий философ М. Хайдеггер полагает, что она не ограничена рамками узкотехнического аспекта. Техника не только средство для достижения целей. "В самом злом плену у техники, - пишет М. Хайдеггер, - мы оказываемся тогда, когда видим в ней что-то нейтральное..." [17]. Инструментальное понимание техники вошло в привычку. Согласно М. Хайдеггеру, понятие техники предполагает значительно более глубокое понимание: "Техника - не простое средство. Техника - вид раскрытия потаенного. Это

область выведения из потаенного, осуществления истины" [18].

Во второй половине XX в. не только философы, но и многие ученые, популяризаторы науки и техники прониклись пониманием того, что облик цивилизации XXI в. во многом будет зависеть от решения целого комплекса вопросов, связанных с техникой, технологией и проблемами их философского понимания [19]. Глубокое проникновение в область бытия техники имеет не только узкоспециальное, но и общефилософское значение. Новое понимание техники, ее функциональной нагруженности выходит на общефилософский уровень, дополняя наши представления о культурном, экзистенциальном и онтологическом пространствах, в которых разворачивается деятельность человека [20].

Можно отметить слабую теоретическую базу для философской рефлексии по поводу техники, обусловленную, с одной стороны, пониженным интересом философов к проблемам человеческой практики, с другой - объективной сложностью этих проблем. Западная философия всегда больше тяготела к утверждению теоретического знания, чем к обоснованиям практической деятельности. Необходимо отметить, что в настоящее время существует так называемая линейная модель взаимоотношений науки и техники, которая не предполагает существования философии техники как самостоятельной дисциплины, во многом отличной от философии науки [21].

Характерной чертой последнего десятилетия XX в. и начала XXI в. стала активизация исследователей, работающих в области философии техники, да и сама философия техники все больше становится областью исследования социокультурных, антропологических проблем техники [22].

В данной статье делается попытка анализа полифункциональности техники, ее влияния на последующую деятельность человека. В основе логических построений лежат взгляды известных философов техники, которые тем или иным образом отмечали отдельные стороны функционального характера техники.

Среди философов следует отметить Э. Каппа, более 100 лет назад издавшего свою книгу, в которой техника рассматривалась в антропологических категориях [23]. Цель этой статьи, с одной стороны, систематизировать отдельные фрагменты, закладываемые в понимание техники, а с другой - структурировать их, показав их взаимосвязь и взаимообусловленность.

В определенной степени данную публикацию можно рассматривать как постановку проблемы, что несколько упрощает общий ход рассуждений и настраивает на более глубокий анализ в дальнейшем.

Практический материал для исследования отмеченных здесь философских вопросов был получен в ходе комплексного изучения научно-технической политики СССР в эпоху послевоенной модернизации.

Сегодня, среди исследователей науки и техники нет однозначного понимания того, каким образом за очень короткое время, - с начала 1940-х годов до начала 1945 г. - немцам инженерам удалось спроектировать, построить, испытать и начать боевую эксплуатацию образцов реактивного вооружения, опередившего свое время и определившего тенденции развития техники в послевоенный период в США, СССР, Великобритании на 15-20 лет. В ходе анализа большого количества технических объектов, деятельности коллекти-



Фау-1



Me-262

14. Scheler. M. Die Wissensformen und die Gesellschaft. Leipzig, 1926. S. 231; Ellul J. The Technical Society. N.Y., 1964. P. 43.



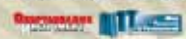
23. Kapp E. Grundlinien einer Philosophie der Technik. Zur Entstehungsgeschichte der Kultur aus neuen Gesichtspunkten. Braunschweig: Westermann, 1977.

(Продолжение следует.)

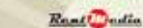
**19 - 22
НОЯБРЯ**



Генеральные
информационные партнеры



Технический партнер:

**ОРГАНИЗАТОР**

Международный выставочный центр

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:

Государственного агентства Украины
по управлению государственными
корпоративными правами и имуществом
Украинской Национальной Компании
"Укрстанкоинструмент"



Международный выставочный центр

Украина, 02660, Киев

Броварской пр-т, 15

© "Левобережная"

☎ (044) 201-11-65, 201-11-56

e-mail: lilia@iec-expo.com.ua

www.iec-expo.com.ua

www.tech-expo.com.ua

ПРОБЛЕМАТИЧНОЕ НАЧАЛО И ДРАМАТИЧЕСКИЙ КОНЕЦ РАЗРАБОТКИ РАКЕТЫ-НОСИТЕЛЯ Н1

Вячеслав Фёдорович Рахманин,

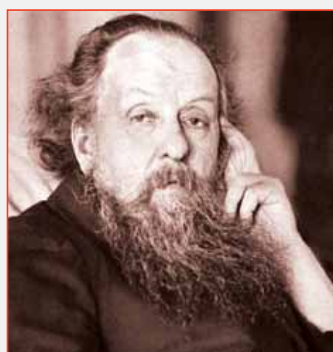
главный специалист ОАО "НПО Энергомаш имени академика В.П. Глушко"

(Продолжение. Начало в № 6 - 2011, 1-6 - 2012)

Часто в публицистических статьях, докладах и лекциях, а также в телевизионных передачах авторы используют два вопроса, признанных национально русскими: "Кто виноват?" и "Что делать?". В литературе на космическую тематику существует аналогичный вопрос: "Почему мы не полетели на Луну?". Этот вопрос используется авторами не только по тексту статей, он иногда выносится в заголовок. Академик В.П. Мишин под таким названием опубликовал небольшую брошюру. Авторы статей и В.П. Мишин по-разному, каждый по-своему, трактуют причины провала нашей Лунной программы.

Взявши на себя труд изложения в достаточно сокращённом виде истории работ, проводимых в рамках отечественной Лунной программы, считаю для себя не вправе уходить от ответа на этот не тривиальный вопрос. Размышляя над формой изложения ответа, мне пришла мысль использовать известный из школьного курса геометрии принцип доказательства теоремы "от противного". В нашем случае предлагается начать исследование "Почему мы не полетели на Луну?" с ответа на вопрос "Благодаря чему на Луну высадились американцы?" И начнём с изложения краткой истории развития ракетно-космической техники в СССР и в США, предшествовавшей работам по Лунной программе в каждой из этих стран.

В отечественной истории космонавтики принято считать, что научно-технический подход к выполнению космических полётов положен опубликованием в журнале "Научное обозрение" (майский номер за 1903 г.) статьи К.Э. Циолковского "Исследование мировых пространств реактивными приборами". В этой статье указано на ракету, работающую на жидком химическом топливе, как на единственный прибор, способный преодолеть земное притя-



К.Э. Циолковский

жение и продолжить полёт с работающим реактивным двигателем в космическом пространстве. Эта статья и последующие редакции этой работы К.Э. Циолковского, опубликованные в 1911 и 1914 годах, стали научно-техническим завершением создаваемых столетиями мифов и фантастических проектов способов передвижения человека в космическом пространстве.

Необходимо отметить, что Циолковский, закладывая фундаментальные основы ракетно-кос-

мической техники, исходил из научно-технических достижений первого десятилетия XX века, в связи с чем прогнозировал начало полётов ракет в космическое пространство как отдалённое будущее. В письме редактору журнала "Научное обозрение" в 1903 г. он писал: *"Пройдут, вероятно, сотни лет, прежде чем высказанные мною мысли найдут применение"*. Однако научно-технический прогресс развивался значительно быстрее, чем это прогнозировал родоначальник теоретических основ космонавтики. Прошло немногим более двух десятилетий, как вслед за теоретическими разработками межпланетных перелётов последовали работы по созданию ракетной техники, в первую очередь жидкостных ракетных двигателей. К концу 20-х - началу 30-х годов в среде технической интеллигенции интерес к идеям применения реактивной техники для космических полётов превысил критическую массу накопления теоретических разработок и перешёл в форму практической работы.

В нашей стране разработка первых образцов ракетной техники с дальней перспективой их использования для космических полётов была начата в ленинградской ГДЛ в конце 20-х годов молодым инженером - электрофизиком В.П. Глушко, который со школьных лет мечтал о разработке космической техники и в письме к К.Э. Циолковскому в марте 1924 г. обещал посвятить этому великому делу всю свою жизнь. Изучение трудов Циолковского позволило Глушко понять, что возможность межпланетных полётов зависит, главным образом, от создания и совершенства реактивного двигателя. *"Нет двигателя - и любая самая совершенная конструкция корпуса ракеты со всей её начинкой - мертва"* - писал он в автобиографическом очерке "Рождение мечты и первые шаги".

Практические работы Глушко начал в мае 1929 г. с разработки электротермического двигателя для перелёта между планетами. Однако он вскоре убедился, что вначале нужно создать ЖРД для старта ракеты с земной поверхности. Поскольку каких-либо ранее созданных научных разработок или материалов, полученных экспериментальным путём в сфере создания двигателя нового типа - ЖРД - Глушко не имел, свою работу он построил в форме научных исследований. В процессе их проведения он экспериментально определял энергетические характеристики различных ракетных топлив, изучал особенности их горения, занимался выбором конструктивных материалов и теплозащитных покрытий, эффективного профиля сверхзвукового сопла, опробовал различные способы зажигания топлива, включая химическое зажигание пусковыми компонентами, занимался поиском оптимальной конструкции наружного проточного охлаждения камеры сгорания и сопла. Все эти исследования Глушко проводил на лабораторно-экспериментальных образцах типа камер сгорания ЖРД, которые он называл "Опытный ракетный мотор" (ОРМ) с присвоением каждому конструкторскому варианту очередного номера.

На базе экспериментально полученных сведений Глушко определился с выбором ракетного топлива - азотная кислота и тракторный керосин - и в период работы в ГДЛ с мая 1929 г. по декабрь



1933 г. разработал около 50 вариантов ОРМ, два из которых уже являлись двигателями и имели практическое применение: ОРМ-50 предназначался для установки в ракету "05" конструкции МосГИРД, а ОРМ-52 - для морской глиссирующей торпеды, а также в качестве ускорителя взлёта истребителя И-4. Тяга ОРМ-50 составляла 150 кгс, ОРМ-52 - 300 кгс, что существенно превышало тягу других ЖРД, существующих в тот период времени.

Работая в ГДЛ, входящую в систему военного ведомства, Глушко находил возможности заниматься и разработкой космической, в понимании того времени, техники. Так, под его руководством в 1932 г. был создан проект РЛА-100 ("Реактивный летательный аппарат" для подъёма полезного груза в 20 кг на высоту 100 км) с ЖРД тягой 3000 кгс и временем работы 20 с. К особенностям конструкции этого РЛА кроме небывалой размерности следует отнести карданную подвеску его двигателя, применение гироскопа для стабилизации полёта и установку рулей на задних кромках хвостовых стабилизаторов. Для предварительного изучения работоспособности отдельных фрагментов конструкции ракеты и испытания ЖРД в полёте были спроектированы экспериментальные РЛА-1, РЛА-2 и РЛА-3, однако две попытки пуска РЛА-2 с двигателем ОРМ-52 оказались неудачными и дальнейшие испытания, а также изготовление остальных РЛА было прекращено.

В сентябре 1933 г. по инициативе и благодаря энергичной организационной работе маршала М.Н. Тухачевского на базе ленинградской ГДЛ и московской ГИРД был организован Реактивный научно-исследовательский институт (РНИИ). Это событие потребовало от Глушко определиться с его дальнейшей специализацией - разработка ракет или создание ЖРД. В уже упомянутом автобиографическом очерке Глушко так вспоминает этот момент в своей жизни: *"Нужно было выбрать, и я выбрал то, с чего начинается ракетная техника, то, что лежит в её основе, определяет её возможности и лицо - ракетное двигателестроение"*.

После перевода в январе 1934 г. Глушко в РНИИ и до назначения в мае 1974 г. руководителем НПО "Энергия" он, в основном, занимался разработкой ЖРД.

Параллельно и независимо от работ Глушко в 30-х годах в Москве также были начаты работы по созданию первых образцов ракетной техники энтузиастом космических полётов Ф.А. Цандером. Цандер вошёл в историю отечественной космической техники не

только как автор теоретических работ о полётах в космическое пространство и разработчик первых инженерных методик расчёта процессов в ЖРД, но и как "связующее звено" между теоретическими работами К.Э. Циолковского и практическими разработками молодых авиационных инженеров. Поиски новых конструкторских решений в авиации, наиболее прогрессивного и наукоёмкого технического направления первой половины XX века, стали велением времени. По свидетельству М.К. Тихонравова, не-

посредственного участника этих событий, молодому поколению советских инженеров, в первую очередь авиационным специалистам, требовалась практическая работа по реализации разрабатываемых ими перспективных технических проектов. Поиски своего места в техническом прогрессе привели талантливых инженеров в организованную Цандером в сентябре 1931 г. в системе Осоавиахима Группу изучения реактивного движения (ГИРД).

Среди таких авиационных инженеров следует особо выделить С.П. Королёва, включение которого в работы ГИРД стало знаковым событием в истории развития отечественной и мировой ракетной техники и космонавтики. Из дневниковых записей Ф.А. Цандера известно, что Королёв принял участие в работах ГИРД после их встречи в октябре 1931 г. Эту встречу можно назвать случайной только в философском понимании случайности как пересечении двух необходимостей. Это был контакт двух незнакомых до этого, но априори заинтересованных друг в друге людей. Один из них стремился построить летательный аппарат с реактивным двигателем, другой искал возможность стать первым отечественным пилотом такого аппарата. Их первая встреча произошла "по объявлению": Цандер стремился расширить сферу деятельности и увеличить численность ГИРД, вовлекая новых членов объявлениями об организации группы в системе Осоавиахима. Такое объявление было вывешено по просьбе Цандера и в ЦАГИ, где с июля 1930 г. работал Королёв. Прослышав о наличии у ГИРД работающей реактивной установки ОР-1, Королёв откликнулся на приглашение Цандера.

Первая встреча Цандера и Королёва состоялась 5 октября 1931 г. на осовиахимовском аэродроме под Москвой. Королёв, имеющий диплом спортсмена-планериста, продемонстрировал полёты на бесхвостом планере БИЧ-8 конструкции Б.И. Черановского. По представлениям того времени бесхвостая конструкция планера лучше всего соответствовала условиям установки реактивного двигателя.

Через день, 7 октября, уже Цандер демонстрировал Королёву и Черановскому работающую установку ОР-1. Как видно из последующих событий, Цандер и Королёв остались довольными представленными друг другу предварительными образцами будущего совместного технического детища - Цандер приступил к вычислению энергетических характеристик и проектированию уже натурного жидкостного двигателя ОР-2, а Королёв заручился согласием Черанов-



Ф.А. Цандер



Б.И. Черановский и С.П. Королёв

Стоят: И. Фортиков, Ю. Победоносцев, Н. Заботин;
Сидят: А. Левицкий, Н. Сумарокова, С. Королёв, Б. Черановский, Ф. Цандер

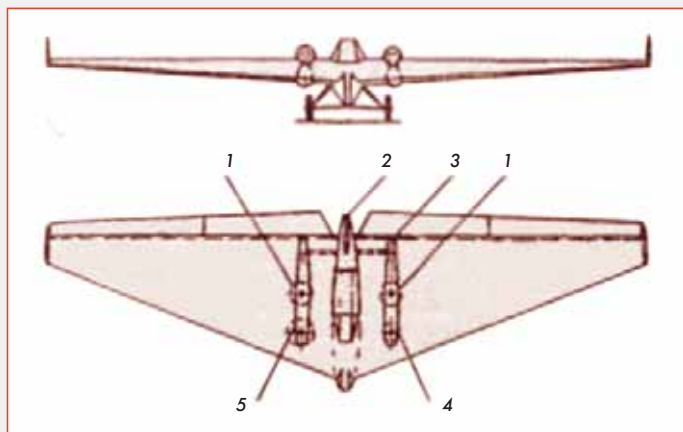
кого построить новый планер типа "летающее крыло" БИЧ-11, т.к. имеющийся планер БИЧ-8 был малопригоден для установки на него ЖРД из-за изношенности.

О начале знакомства Цандера и Королёва в октябре 1931 г. указывается практически во всех опубликованных биографиях каждого из них, но, по-моему, эта встреча до сих пор не получила должной исторической оценки. А ведь это был знаковый момент в творческой биографии Королёва, когда он, начинающий авиационный инженер, строитель и пилот спортивных планеров, фактически стал причастным к разработке реактивной техники. Этот безусловный факт начала и дальнейшего продолжения его работы по ракетной технике имеет многочисленные документальные подтверждения в отличие от существующего мифа о начале его работ в области ракетной техники с осени 1929 г., после посещения им в Калуге К.Э. Циолковского. Этот миф создал сам Королёв, но кроме его

собственных, вынужденных сложившимися обстоятельствами упоминаний в ряде автобиографий и анкет, других документально подтвержденных сведений не имеется. Как и не имеется каких-либо достоверных сведений о конкретных работах Королёва в сфере ракетной техники до его встречи с Цандером в 1931 г. Неподдельный энтузиазм Цандера, его фанатическая приверженность к идее межпланетных перелётов с помощью жидкостных реактивных двигателей, уверенность в возможности уже сейчас создать такой двигатель, не могли не оказать влияния на Королёва, стремящегося найти новое техническое направление для приложения своих интеллектуальных способностей. Знакомство с Цандером стало для Королёва первым шагом на его пути в новую для него ракетную технику.

Этот "шаг" Королёва и для ГИРД имел историческое значение, группа получила импульс для начала практической работы, "заказ" Королёва показал востребованность нового коллектива. Появившаяся целевая задача не только определила дальнейшую жизнеспособность ГИРД, но и создала возможность использовать ресурс общества Осоавиахима, которое способствовало созданию в своих ячейках простейших производственных мастерских и выделяло средства для практической реализации индивидуальных проектов.

Как и всякое новое дело, создание ракетоплана РП-1 (так Королёв и Цандер называли новый вид летательного аппарата) было сопряжено с преодолением трудностей его реализации. Если проведение расчётов двигателя и выпуск его рабочих чертежей Цандер взял на себя, то вопрос производства двигателя не был решён. В этой обстановке Королёв не мог оставаться в роли заказчика-наблюдателя, он принял активное участие в размещении заказа на изготовление деталей двигателя. Чтобы придать некоторую правовую основу для действий от имени ячейки Осоавиахима, руководство общества в марте 1932 г. назначает Королёва председателем технического совета ГИРД. Правда, никакого совета в то время в ГИРД не было, и действовал Королёв на общественных началах. Его энергия в сочетании с научным авторитетом Цандера способствовали выделению для проведения работ ГИРД подвального помещения на Садово-Спасской улице. Приведение силами членов ГИРД захламлённого подвала в состояние, пригодное для выполнения конструкторско-производственных работ, оказало на руководство Осоавиахима большое впечатление и оно приказом от 14 июля 1932 г. закрепило за ГИРД все работы по реактивной технике и на базе отреставрированного подвала организовало экспериментальную научно-производственную базу. Одновременно с этим решением произошла замена начальника ГИРД. Им стал Королёв. Оценивая дальнейшее развитие ракетной техники, следует признать, что это была оправданная замена. В подтверждение приведём мнение Б.В. Раушенбаха: "Нет сомнения, что Ф.А. Цандер был наиболее сведущим в ракетной технике человеком из всех собравшихся вокруг него в ГИРД. [...] Но вместо Цандера начальником был назначен С.П. Королёв. Уже тогда было ясно, что для должной организации работ необходимы совершенно другие способности и знания, чем те, которые нужны для научной работы, изобретательства или сочинения книг. Здесь нужны были не пионеры, а вершители идей...".



РП-1: 1 - бак с окислителем (кислородом); 2 - жидкостный ракетный двигатель; 3 - испарители жидкого кислорода; 4 - бак со сжатым азотом; 5 - бензиновый бак

Появление у ГИРД научно-производственной базы послужило основанием для притока в ГИРД новых членов, причём технические интересы пополнения существенно расширили тематику группы. В связи с этим Королёв реорганизовывает работу ГИРД, распределяет всех членов по четырём сформированным им тематическим направлениям. Работы выполнялись четырьмя конструкторско-производственными бригадами. Королёв, выполняя обязанности начальника ГИРД, одновременно возглавляет 4-ю бригаду, занимающуюся разработкой ракетоплана РП-1. Он продолжает работать над реализацией своего стремления летать на РП-1. По воспоминаниям М.К. Тихонравова, Королёв "принял идеи Циолковского не столько из-за желания скорее лететь на Марс, сколько из-за стремления вообще летать выше, быстрее и дальше".

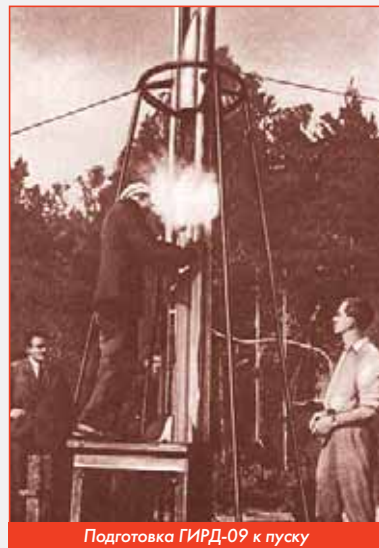
Целенаправленная работа в ГИРД по созданию ракетных летательных аппаратов принесла свои плоды. Разработанная Тихонравовым ракета ГИРД-09, работающая на жидком кислороде и "сгущённом" (желеобразном) бензине (канифоль, пропитанная бензином) 17 августа 1933 г. совершила полёт, зарегистрированный как первый пуск жидкостной ракеты в СССР.

Ракета имела высоту около 2,5 м, диаметр - 180 мм, стартовую массу 19 кг, полезную нагрузку 6,2 кг, тяга двигателя составляла около 50 кгс. Горючее размещалось в камере сгорания, а кислород подавался из бака давлением собственных паров. Полёт ракеты продолжался 18 с и при достижении высоты 400 м из-за проявляющегося дефекта в работе двигателя ракета отклонилась от вертикальной траектории и упала в лес.

Естественно, что такая, по сути модельная ракета упрощённой конструкции, не имела какого-нибудь практического предназначения. Однако, кроме удовлетворения творческого интереса автора от реализации собственного проекта имелись и научно-практические цели осуществления такой работы. Начинающие разработчики жидкостных ракет получали практический опыт по всему циклу работ с жидкостной ракетой, начиная от рабочего проекта и заканчивая технологическими операциями предпусковой подготовки и пуска ракеты со стартового устройства. Двигатель можно отработать на стенде, а динамику движения ракеты - только при её полёте. Это особенно проявилось при первых же пусках крылатых ракет.

Из-за задержки изготовления двигателя ОР-2 полёты на РП-1 отодвигались на неопределённый срок. Но Королёв не хотел терять время и появившуюся паузу решил использовать для исследования особенностей полёта РП-1. Для этого он в начале 1934 г. разработал и изготовил крылатую беспилотную ракету "06". По воспоминаниям Е.С. Щетинкова "первая крылатая ракета "06" представляла собой уменьшенную геометрическую копию РП-1. На ней был установлен кислородный двигатель 09 с максимальной тягой 50 кг. Вес ракеты составлял 30 кг". При проведении лётных испытаний эта ракета летала по произвольной траектории, выписывая в воздухе различные замысловатые фигуры. Было очевидно, что для обеспечения полёта беспилотной крылатой ракеты по заданной траектории и достижения ею цели необходимо применение гироскопических систем стабилизации и управления полётом. Это направление работ появилось только после организации РНИИ.

Появление в ГИРД новых тематических работ потребовало дальнейшего увеличения их финансирования. Однако скромный бюджет Осоавиахима не мог удовлетворить возросшие потребности разработчиков реактивной техники. Вслед за организацией московской ГИРД аналогичные группы появились в Ленинграде и других промышленных городах СССР. Казалось бы, широкий размах работ по созданию космической техники обеспечит скорое получение



Подготовка ГИРД-09 к пуску

положительных результатов. Но на самом деле эти работы как в московской группе, так и во многочисленных периферийных ГИРД имели ограниченные перспективы. Для этого были свои причины. Успех любого дела в человеческом обществе зависит, как правило, от двух причин - объективной и субъективной.

В нашем случае объективная причина низкой эффективности работ по космонавтике в те годы заключалась в недостаточном научном обеспечении этого направления развития техники, а также в слабой технической и производственной базе, которые в совокупности не позволяли разработать и изготовить ракету, способную вывести в космическое пространство полезный груз.

В качестве субъективных причин следует указать, что межпланетные полёты, которые пропагандировали энтузиасты космонавтики, не представляли интереса для располагающих производственными возможностями и финансами правящих кругов, т.к. не обещали получения в ближайшее время выгоды ни в одной из областей государственной деятельности или общественной жизни.

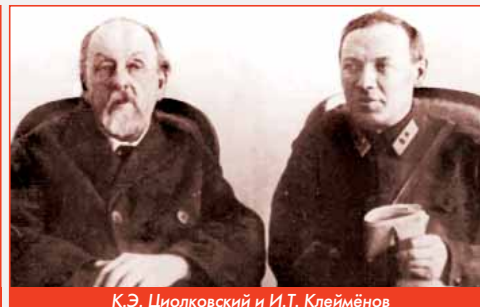
Однако всё-таки имелось одно обстоятельство, способствующее дальнейшему развитию ракетной техники. Характерной особенностью ракет является возможность их двойного применения: как в научно-хозяйственных целях, так и в качестве боевого оружия. Возможность использования жидкостных ракет для вооружения армии и обеспечило развитие этого нового научно-технического направления. За некоторым исключением практические работы по созданию образцов реактивной техники выполнялись с перспективой ведения дальнейших работ по заказам Наркомата обороны СССР. Ленинградская ГДЛ организационно входила в состав военного ведомства, а московская ГИРД, после письменного обращения 17 апреля 1933 г. председателя ЦС Осоавиахима Р.П. Эйдемана к М.Н. Тухачевскому и К.Е. Ворошилову, получила финансовую поддержку Управления военных изобретений Главного штаба РККА. После объединения в сентябре 1933 г. коллективов ГДЛ и ГИРД в РНИИ, существенную часть тематики института определял Наркомат обороны.

Организация РНИИ стала первым и безусловно крупным шагом на эволюционном пути развития ракетной техники в СССР. Параллельное существование двух организаций - ГДЛ и ГИРД - работающих по одной тематике, приводило к неоправданному дублированию работ, распылению средств и творческих сил и, как показал опыт общения ведущих работников этих организаций, к проявлению нездоровой конкуренции.

При всей очевидной целесообразности создания НИИ по ракетной технике этот вопрос решался долго и трудно. Начало было положено в июне 1930 г. обращением к заместителю Председателя Реввоенсовета начальника Артиллерийского управления о включении ГДЛ в состав АртНИИ. В 1931 г. неоднократно появлялись предложения об организации НИИ путём объединения ГДЛ с разрозненными небольшими группами и отдельными изобретателями оборонной техники, работы которых финансировались Управле-



С.П. Королёв



К.Э. Циолковский и И.Т. Клеймёнов

ем военных изобретений. Естественно, что вопросы развития реактивного вооружения не могли пройти мимо внимания начальника вооружения РККА маршала М.Н. Тухачевского, и он 3 марта 1932 г. проводит совещание с начальниками технических управлений Красной Армии, на которое приглашаются руководители Осоавиахима, ГДЛ и ГИРД. На совещании обсуждается вопрос организации НИИ по реактивной технике. Позднее к Тухачевскому по этому вопросу неоднократно письменно обращались начальник ГДЛ И.Т. Клеймёнов и начальник ГИРД С.П. Королёв.

В июне 1932 г. на основании докладной записки Тухачевского Председатель Комиссии обороны В.М. Молотов учредил рабочую комиссию для подготовки Постановления об организации НИИ. Хотя в эту комиссию были включены высокопоставленные лица: председатель - И.А. Акулов (секретарь ЦИК и СНК), члены - К.Е. Ворошилов, Л.М. Каганович, М.Н. Тухачевский, И.П. Павлуновский, Н.И. Бухарин и др., работа подвигалась очень медленно, и в октябре 1932 г. зам. начальника вооружения РККА Н.А. Ефимов обращается в ЦК ВКП(б) с просьбой ускорить принятия решения об организации НИИ. В ответ на это обращение Молотов в ноябре 1932 г. назначает Тухачевского председателем комиссии по организации НИИ. К этому времени принять окончательное решение мешало отсутствие здания для размещения НИИ. Тухачевский поручает поиски здания служащим Управления военных изобретений, однако они не смогли выполнить это задание. В связи с этим в декабре 1932 г. Тухачевский обращается к секретарю ЦК и МК партии Л.М. Кагановичу с просьбой выделить в Москве подходящее здание. В январе 1933 г. - повторное обращение к Кагановичу, но и на этот раз ничего пригодного для размещения НИИ он не предложил. В феврале 1933 г. Тухачевский обращается к Молотову с просьбой оказать помощь в связи с невыполнением Кагановичем данного ему председателем комиссии поручения. Это обращение возымело своё действие, поиски помещения были продолжены и спустя более полугода, в сентябре 1933 г., Моссовет выделил на окраине Москвы в Лихоборах здание Всесоюзного института сельскохозяйственного машиностроения.

Пока шли поиски здания для размещения института, начальники Управления военных изобретений, ГДЛ и ГИРД разрабатывают учредительные документы, тематические задачи и положение об институте, его штатное расписание. К сентябрю 1933 г. все учредительные документы прошли необходимые согласования, и 21 сентября 1933 г. Тухачевский, замещающий в это время Наркома Ворошилова, подписал приказ № 0113 об организации РНИИ РККА, назначив начальником института И.Т. Клеймёнова, а его заместителем - С.П. Королёва. Это был первый, но не окончательный шаг в организации РНИИ, 31 октября 1933 г. Совет Труда и Обороны (СТО) принимает Постановление № 104 от 31 октября 1933 г. "Об организации Реактивного института" в составе НКТП.

Простое перечисление событий и их дат показывает, что создание РНИИ заняло около полутора лет. Для организационной комиссии, состоящей из представителей политической, военной и промышленной элиты тех лет это непозволительно долго. И всего-то нужно было принять решение об объединении двух уже существующих коллективов, работающих по одной тематике, к тому же имеющей отношение к созданию вооружения. Объяснить такую затяжку в принятии очевидного сейчас решения можно только тем, что в ту пору ни политическое руководство, ни Нарком обороны не видели перспектив развития ракетной техники как нового мощного оружия.



Первые маршалы Советского Союза:
Стоят: С.М. Буденный, В.К. Блюхер
Сидят: М.Н. Тухачевский, К.Е. Ворошилов, А.И. Егоров

(Маленькая ремарка. Некоторые авторы работ по истории отечественной ракетной техники главную роль в создании РНИИ отводят С.П. Королёву, который своим выступлением на совещании 3 марта 1932 г. у Тухачевского обратил внимание маршала на большие возможности и перспективы развития ракетной техники и после чего Тухачевский стал продвигать этот вид вооружения. Да, Королёв ратовал за организацию РНИИ, он выступил с яркой речью на совещании у Тухачевского, после писал ему письма, в которых убедительно доказывал целесообразность создания РНИИ. Но к кому обращался и писал письма Королёв? Опять же к Тухачевскому, считая его главной силой в решении этого вопроса. А Тухачевскому эта агитация была не нужна. Он на пару лет ранее Королёва познакомился с ракетной техникой. Будучи с мая 1928 г. по июнь 1931 г. командующим ЛВО, он заинтересованно следил за работами Н.И. Тихомирова, Б.С. Петропавловского, Г.Э. Лангемака, В.П. Глушко в ГДЛ, неоднократно посещал лабораторию, присутствовал на испытаниях и уже тогда уверовал в будущую эффективность ракетного вооружения.

Заслуга в организации РНИИ принадлежит только Тухачевскому. Да одна только подпись приказа № 0113 об организации РНИИ РККА в отсутствие Наркома Ворошилова, который, как было известно Тухачевскому, внутренне сопротивлялся организации РНИИ, указывает на главенствующую роль Тухачевского в истории организации РНИИ. Организованный в 1933 г. РНИИ в настоящее время называется "Исследовательский центр им. М.В. Келдыша" и коллектив института считает днём своей организации 31 октября 1933 г. Это святое право коллектива, но я тоже имею право иметь своё мнение. В моём представлении институт "родился" 21 сентября 1933 г. и эта дата стала бы данью памяти и уважения М.Н. Тухачевскому не только как организатору института, но и как идеологу военного применения жидкостной ракетной техники в нашей стране. Постановление СТО от 31 октября № 104 практически продублировало приказ № 0113, оставив без изменения и тематику работ, и структурную схему, и высокие воинские звания руководящему составу института. Не будь приказа № 0113, ещё неизвестно, как бы развернулись дальнейшие события. Но это уже из области предположений, а использовать сослагательное наклонение в качестве доказательства в истории не допускается.)

Отметив организацию РНИИ как объединение двух коллективов, представляется интересным сопоставить творческие составы ГДЛ и ГИРД, вошедшие в объединённый коллектив РНИИ. Для этого приведём ряд фамилий научных работников и инженеров-конструкторов, получивших впоследствии известность в научно-технических кругах разработчиков реактивной техники.

Среди работавших в ГДЛ по тематике пороховых реактивных снарядов и перешедших в РНИИ следует отметить И.Т. Клеймёнова, Г.Э. Лангемака, В.А. Артемьева, В.И. Дудакова, Ф.Н. Пойду, Л.Э. Шварца; в ГИРД этой тематикой практически не занимались. А вот в области создания жидкостной ракетной техники состав участников работ в ГИРД выглядит более представительным, чем у ГДЛ. Из ГИРД в НИИ пришли С.П. Королёв, М.К. Тихонравов, Ю.А. Победоносцев, Л.С. Душкин, Л.К. Корнеев, А.И. Полярный, Е.С. Щетинков, прикомандированный к ГИРД выпускник академии ВВС А.Г. Костиков; из ГДЛ можно назвать только В.П. Глушко и ещё двух инженеров - теплотехника И.И. Кулагина и химика Н.Г. Чернышёва, которые работали по тематике обоих направлений ГДЛ.

Причины такой разницы в количестве творческих личностей я вижу в отличиях организационных структур ГДЛ и ГИРД.

ГДЛ - государственное предприятие (лаборатория) военного ведомства, основное тематическое направление с 1921 г. - разработка пороховых реактивных снарядов, укомплектована военными служащими, окончившими артиллерийскую академию. Второе направление работ - разработка ЖРД и жидкостных ракет - второстепенная тематика, возглавляемая В.П. Глушко - молодым выпускником ЛГУ, направление комплектовалось штатскими работниками через отдел кадров по остаточному принципу штатного расписания. В сложившейся обстановке Глушко в ГДЛ являлся центральной и единственной творческой фигурой в области разработки жидкостной ракетной техники. С наставнической помощью Б.С. Петропавловс-

кого и Г.Э. Лангемака Глушко генерировал идеи конструкции новых вариантов ОРМ, под его руководством проводились научно-исследовательские работы, он анализировал их результаты, выпускал технические отчёты, оформлял заявки на изобретения.

ГИРД являлась общественной организацией в системе добровольного общества Осоавиахим, которое объединяло в своих ячейках энтузиастов в области разработки оборонной техники, оказывало им финансовую и техническую помощь для реализации индивидуальных и коллективных проектов. После выхода в июле 1932 г. приказа о концентрации в ГИРД всех работ Осоавиахима по ракетной технике и организации экспериментальной научно-производственной базы, у членов ГИРД появилась возможность на штатной основе или в свободное от основной работы время в инициативном порядке реализовать свои творческие планы, технические замыслы и проекты. Эти обстоятельства привлекли к участию в работах ГИРД талантливых молодых авиационных инженеров, которые и составили основное творческое ядро ГИРД.

Особенностью работы ГИРД явилось создание реальных летающих объектов при минимуме научно-исследовательских работах, что можно объяснить как отсутствием лабораторной аппаратуры и стендовой базы, так и, по воспоминаниям М.К. Тихонравова: *"С основания ГИРД, как у С.П. Королёва, так и у меня, было стремление как можно скорее увидеть в полёте ракету на жидком топливе"*.

Организация РНИИ показала, что работы по созданию ракетной техники получили государственное значение. Это в первую очередь следует отнести к жидкостной ракетной технике, которая до этого развивалась на "любительском" уровне в ГИРД и как второстепенная тематика в ГДЛ.

(Ремарка. Я не буду затрагивать сферу взаимоотношений между работниками института. Эта драматическая страница в истории отечественной ракетной техники достаточно освещена в мемуарно-исторической литературе. Замечу только, что эти отношения и связанные с ними события крайне отрицательно повлияли на прогресс ракетной техники в СССР.)

В соответствии с поставленными перед РНИИ задачами, в институте велись научно-исследовательские работы, создавались методики расчёта процессов в ЖРД, по результатам исследовательских работ выпускались технические отчёты, публиковались научные статьи в учреждённом по предложению Г.Э. Лангемака сборнике "Ракетная техника" и сборнике Осоавиахима "Реактивное движение", а также научно-популярные книги (наиболее известные из них "Ракетный полёт в стратосфере" С.П. Королёва, 1934 г. и "Ракеты, их устройство и применение" В.П. Глушко, Г.Э. Лангемак, 1935 г.), делались доклады на НТС и различных конференциях (доклад С.П. Королёва "Крылатая ракета для полёта человека" на "Всесоюзной конференции по применению ракетных аппаратов для исследования атмосферы", март 1935 г.), Глушко прочитал в 1933-1934 гг. цикл лекций в ВВА им. Н.Е. Жуковского о ракетных топливах и конструкции ЖРД.

Одновременно с вышеизложенным в РНИИ (с конца 1936 г. - НИИ-3 Наркомата оборонной промышленности) разрабатывались экспериментальные ЖРД для выбора оптимальной конструкции, модельные и натурные крылатые ракеты, планер с установленным ЖРД.

В процессе лётных испытаний экспериментальных ракет выяснилась необходимость организации нового тематического направления - обеспечение стабилизации и управления полётом ракеты по заданной траектории. Это направление появилось с некоторым запозданием по сравнению с остальными работами в области ракетной техники. Кроме того, недостаточно высокий научно-технический уровень гироскопического приборостроения в стране являлся сдерживающим фактором для успешной разработки ракет дальнего действия как баллистических, так и крылатых.

Кроме вышеуказанной научно-технической деятельности в начальный период работы РНИИ были приняты два концептуальных решения, оказавших влияние на дальнейшее развитие жидкостной ракетной техники в СССР.

15 января 1935 г. в РНИИ состоялся НТС с участием видных советских учёных в области термодинамики и баллистики: В.Н. Ветчинкина, В.С. Стечкина, Д.В. Вентцеля, Ф.И. Франкля, а также ве-

дующих работников института. Программный (по мнению автора) доклад по перспективам развития ракетной техники сделал А.Г. Костилов. Содержание доклада основывалось на проведённых расчётах полёта ракеты с двигателем, работающим на жидком кислороде и 96-процентном спирте. По оценкам автора повышение давления в камере ЖРД более 20 атм не выгодно, т.к. дальнейшее увеличение скорости полёта незначительно, а вес конструкции двигателя существенно увеличивается. Поддача окислителя из бака - вытеснительная, собственными парами кислорода, другие методы, включая газовый аккумулятор давления, менее выгодны. Главные оценки по перспективам развития отечественного ракетостроения заключались в выводах доклада: *"Мы приходим к выводу, что на сегодня и, вероятно, на ближайшее будущее едва ли бескрылая ракета (так по терминологии тех лет назывались баллистические ракеты - В.Р.) может быть использована как эффективное средство для поражения удалённых целей."*

Очевидно, что для доставки заряда на заданное расстояние целесообразно использовать крылатые ракеты. Что касается бескрылых ракет, то в случае решения вопроса об устойчивости их полёта, за ними остаётся вертикальный полёт для достижения высот, лежащих за пределами досягаемости самолётами, стратостатами, шарми-зондами".

Участники НТС поддержали предложения о сферах использования крылатых и баллистических ракет. Такие же выводы о назначении различного типа ракет содержались и в статье М.К. Тихонравова, опубликованной в журнале "Ракетная техника" за 1935 г. С.П. Королёв поддержал эти идеи конкретной работой - конструированием боевой крылатой ракеты "проект 212".

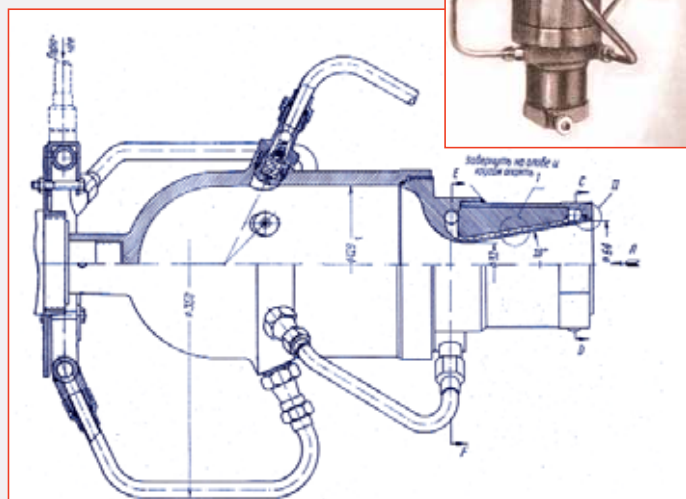
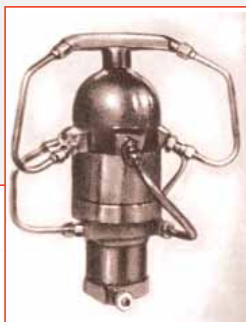
Кроме выбора перспективного типа ракет в РНИИ была определена приоритетность в сфере используемых ракетных топлив. Напомним, что каждый творческий коллектив, вошедший в состав РНИИ, имел собственные взгляды на состав ракетного топлива, применяемого в своих разработках. Так, в ГДЛ все ЖРД работали на азотной кислоте и керосине, а в ГИРД - на жидком кислороде с бензином или с этиловым спиртом. Апологеты каждого направления отстаивали правильность своих взглядов не только в научных спорах, конфликты между ними переходили в сферу личных отношений, а это мешало работе. В такой обстановке начальник РНИИ И.Т. Клеймёнов принял решение провести сравнительные огневые испытания азотно-кислотного и кислородного двигателей тягой по 300 кгс и продолжительностью по 30 с. Испытания проводились коммиссионно в мае 1935 г.

Кислородно-спиртовой двигатель РД-12/к, разработанный Душкиным на базе двигателя ОР-2 конструкции Цандера, разрушился при первом же пуске из-за недостаточного охлаждения камеры сгорания. А испытание азотнокислотного двигателя ОРМ-52 конструкции Глушко прошло успешно. В

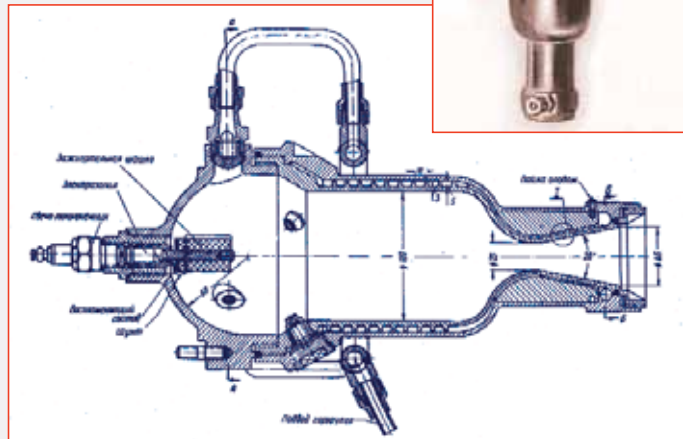
заклучении о результатах огневого испытания этого двигателя комиссия отметила, что *"двигатель пригоден для повторного пуска... Полученные результаты следует оценить как перевыполнение самых основных пунктов технических требований на мотор... Полученные результаты ставят азотный двигатель в преимущественное положение по сравнению со всеми прочими ракетными двигателями на жидком топливе"*.

Такой исход сравнительных испытаний позволил начальнику института сделать выбор в пользу азотно-кислотного топлива и он приказом по институту в 1935 г. закрыл кислородную тематику. Однако это решение, сделанное по результатам объективного тестирования работоспособности двигателей, вызвало негативную реакцию у сторонников кислородных ЖРД. Спустя много лет разработчик испытываемого кислородного двигателя РД-12/к Л.С. Душкин в своём заявлении от 20.02.1989 г. в ЦК КПСС, АН СССР и МО СССР отметил: *"Эта неоправданная акция руководства РНИИ встретила бурное возмущение со стороны видных специалистов института".* Возможно, что такая реакция сторонников кислородных ЖРД привела к тому, что Клеймёнов, объясняя Наркомату обороны причины сделанного выбора топлива, использовал другой довод, связанный со сложностью эксплуатации военной техники, работающей на криогенном топливе: *"Время на подготовку ракеты к пуску зависит от того, насколько совершенна её конструкция. Это время, вообще говоря, можно довести до очень небольшого промежутка и произвести пуск в любом месте. Что касается жидкого кислорода и других низкикопьящих жидкостей, то применение их в качестве топливных компонентов для боевых аппаратов абсолютно исключается из-за эксплуатационных трудностей"*.

Представляется интересным рассмотреть отношение Королёва в те годы к использованию в ЖРД азотно-кислотного окислителя. Вначале он отнёсся к двигателям Глушко резко отрицательно, и, обращаясь к Тухачевскому 29 мая 1934 г., писал: *"Моторы т. Глушко (Ленинград) оказались непригодными по своим данным для установки их на летающие объекты"*, а спустя некоторое время применил двигатель ОРМ-65 на крылатой ракете 212 и ракетопланере РП-318. (Я называю РП-318 "ракетопланер" в отличие от общепринятого названия "ракетоплан", т.к. он взлетал как планер на буксире у самолёта и садился в режиме планера, двигатель работал только в полёте на высоте). Это можно объяснить тем, что у Королёва не было другого выбора и это действительно так. Но нужен ли был какой-либо выбор? На завершающей стадии автономной отработки двигателя ОРМ-65 были проведены комиссионные испытания этого двигателя. Комиссия, назначенная приказом по институту, в составе зам. директора Г.Э. Лангемака, начальника 5-го отдела С.П. Королёва, начальника 2-го отдела А.Г. Костилова, начальника группы 2-го отдела В.П. Глушко, инженеров 2-го отдела Д.А. Шитова и Л.С. Душкина в "Акте о приёмо-сдаточных испытаниях двигателя ОРМ-65" от 5 ноября 1936 г. сделала заключение:



Внешний вид и чертёж ОРМ-52



Внешний вид и чертёж ОРМ-65

"Предъявленный двигатель признать выдержавшим сдаточные испытания... двигатель теперь же может быть введён в эксплуатацию на ракетных аппаратах". Позднее, рассматривая возможность применения в ракетах кислородных двигателей, Королёв в "Тезисах доклада по объекту 318 "Научно-исследовательские работы по ракетному самолёту (1938 г.)" писал: "Их применение с точки зрения полётных данных оправдывается в том случае, если удельная тяга у них будет на 20-25 % больше чем у азотных двигателей.[...] Для выявления возможности применения их для военного варианта требуется дополнительное тактико-техническое исследование".

Положительное отношение Королёва к азотно-кислотным ЖРД не осталось без внимания у сторонников кислородных двигателей. В уже упомянутом заявлении Душкина от 20.02.1939 г. отмечается, что Королёв подвергался критике "...за измену коллективу бывшего ГИРД в деле развития работ по кислородным ЖРД и летательным аппаратам с ними".

Представляет интерес изменение отношения к выбору топлива у активных пропагандистов кислородных двигателей А.Г. Костикова, М.К. Тихонравова, Л.С. Душкина. Возглавив в НИИ-3 разработку жидкостной ракетной техники после проведения арестов в 1937-1938 гг. И.Т. Клеймёнова, Г.Э. Лангемака, В.П. Глушко и С.П. Королёва, они на вновь разработанном ЖРД для РП-318, а также для ближнего истребителя БИ-1 и реактивного перехватчика "302" использовали высококипящее топливо - азотную кислоту и керосин. Реальные требования к эксплуатации реактивной техники оказались выше их "научных" взглядов на состав ракетного топлива.

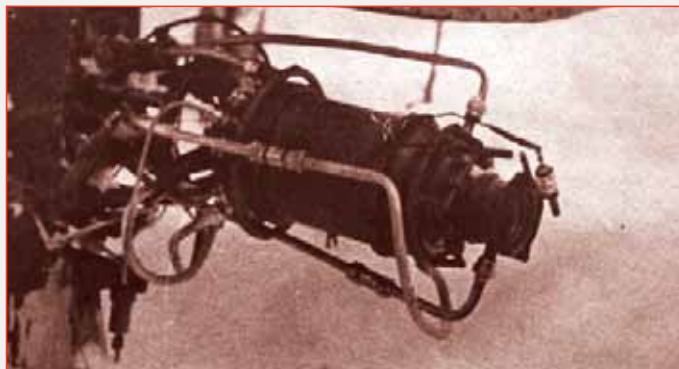
Однако не все специалисты в области ракетной техники были согласны с принятыми в РНИИ решениями как по применению баллистических ракет только для научных целей, так и по прекращению работ с кислородными двигателями. С августа 1935 г. при Главном артиллерийском управлении РККА работало КБ-7 ГАУ под руководством выходцев из ГИРД Л.К. Корнеева и А.И. Полярного. Причины организации этого КБ вызывают вопросы. То ли Тухачевский уступил настойчивым просьбам, переходящим порою в требования Корнеева предоставить ему возможность продолжить работу над созданием жидкостных ракет боевого назначения, то ли начальник вооружения РККА разуверился в скором получении от РНИИ жидкостного ракетного вооружения, но такое КБ по его приказу было организовано. Это КБ разрабатывало боевые баллистические ракеты с ЖРД, работающие на жидком кислороде и спирте, однако ни один из создаваемых вариантов ракет не удовлетворял требованиям технического задания ни по дальности полёта (примерно 10 км вместо 50), ни по массе боезаряда (существенно меньше требуемых по ТЗ 50 кг) и, главное, по работоспособности ЖРД. Кроме того, используемый в качестве окислителя жидкий кислород по мнению военных специалистов ставил под сомнение применение таких ракет в боевых условиях.

Это стало причиной того, что в апреле 1939 г. КБ-7 было расформировано, Корнеев за невыполнение государственного военного заказа был уволен, а трудовой коллектив вошёл в состав НИИ-3 (бывшее РНИИ). На НТС НИИ-3 было принято решение работы КБ-7 не продолжать.

Среди части историков-любителей и ветеранов ракетной техники существует мнение, что отсутствие у СССР в Великой Отечественной войне жидкостного ракетного оружия дальнего действия связано с репрессиями в 1937-1938 гг., и если бы не расстрел М.Н. Тухачевского и изоляция С.П. Королёва и В.П. Глушко, у нас было бы оружие типа Фау-2. Думаю, что это не так. Форма НИИ, выбранная для дальнейшего развития нового технического направления, была далека от скорого получения конечного продукта - реактивного вооружения, но она соответствовала возможностям того времени. Из вышеизложенного общего обзора выполненных в РНИИ - НИИ-3 работ в период 1933-1939 гг. можно выделить только разработку следующих объектов жидкостной ракетной техники: создание Глушко двигателя ОРМ-65, при ретроспективном анализе оказавшемся на тот период времени лучшим в мире ЖРД, и газогенераторов ГГ-1 и ГГ-2, работающих на основных компонентах топлива, а также двигатель РДА-1-150 конструкции Душкина. Из ракетных аппаратов - находящиеся на завершающей стадии разработки крылатая ракета "212"



Ракетопланер РП-318



Двигатель ракетоплана РП-318 РДА-1-150, разработанный Л.С. Душкиным

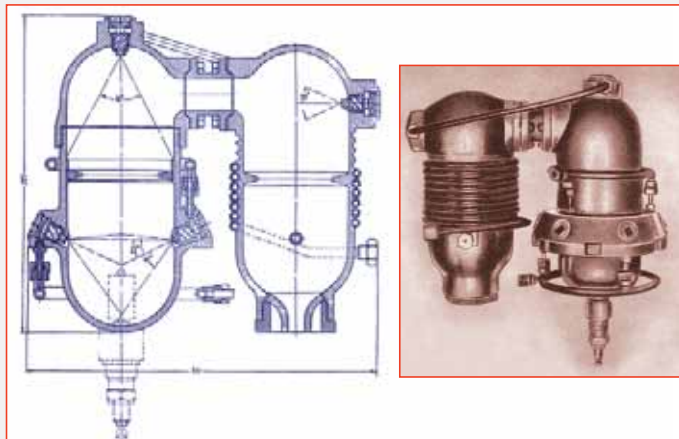


Крылатая ракета "212"

и ракетопланер РП-318 конструкции Королёва. К этому следует добавить неудовлетворительное состояние дел с разработкой приборов системы управления, отсутствие промышленной базы для производства ракетной техники. Было и ещё одно обстоятельство, которое, может быть, имело ещё большую значимость, чем вышеперечисленные причины. Я имею ввиду некий психологический барьер у наших специалистов к разработке крупных ракет дальностью действия в сотни километров и несущих боевой заряд в сотни килограммов.

За 6 лет работы РНИИ не оправдал первоначальной цели его организации - создания жидкостного ракетного вооружения дальнего действия. Но как НИИ, им был заложен научно-технический фундамент и разработан конструкторский задел, реализованный в следующие годы, когда в СССР началось промышленное производство ракетного вооружения дальнего действия.

(Продолжение следует.)



Внешний вид и чертёж газогенератора ГГ-1

24 мая 2013

Ульяновск, Россия

Ил-76: вчера, сегодня, завтра Конференция для поставщиков

- ✓ Программа развития поставщиков Ил-76МД-90А
- ✓ Кластер как экономический инструмент оптимизации производственного процесса
- ✓ Круглый стол «Как стать поставщиком ЗАО «Авиастар-СП»?»
а также деловые встречи, экскурсии на авиапредприятия кластера, Гала-ужин

www.ul-76.ru



Сильный духом!

На иллюстрации Ил-76МД-90А



Авиационная
Столица России



ОРГАНИЗАТОРЫ :



АВИАСТАР-СП



ПРИ ПОДДЕРЖКЕ :

ОАК



Официальный сотовый оператор

МЕГАФОН
Будущее зависит от тебя

ТУРБУЛЕНТНОСТЬ. ГЕНЕРАЛЬНАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ СИНХРОННЫХ ЧАСТОТ

Юрий Михайлович Кочетков, д.т.н.

Турбулентность потоков продуктов сгорания ЖРД может приводить к появлению локальных автоколебаний, источниками которых являются периодические структуры в виде вихрей, торсионных жгутов и пр. Работая как связанная осциллирующая система, состоящая из акустических источников, упругая подвижная газовая среда внутри камеры сгорания, формирует устойчивую колебательную структуру с согласованными парциальными ритмами. Возникает эффект синхронизации колебательных систем. Вырабатывается суммарная мощность и общая синхронная частота. Подобно модам, отмеченным при гармоническом анализе, когда существует главная мода и обертоны, в случае реализации эффекта синхронизации отмечается последовательность значений синхронных частот. Первая синхронная частота доминирует по сравнению с другими.

В предыдущей работе [1] было дано качественное описание эффекта синхронизации, который может проявляться в условиях возникновения внутри камеры сгорания ЖРД локальных автоколебаний. Причиной возникновения этих автоколебаний является особое состояние турбулентного потока, содержащего области периодических возмущений. Это - зарождающиеся вблизи форсуночной головки вихревые структуры, периодические жгуты около областей охлаждающей завесы, периодические течения вблизи резонаторов и т.д. Такие возмущения продуцируют локальный колебательный процесс и сами являются осцилляторами, которые излучают в поток колебательную энергию. При наличии в камере сгорания нескольких источников таких колебаний, элементарный объем газа, находящийся между ними воспринимает их как некоторую совокупность внешних воздействий и идентифицирует их, с математической точки зрения, как эквивалентную вынуждающую периодическую силу, являясь правой частью главного уравнения колебательного звена. В соответствии с теоремой взаимности Гельмгольца [2], можно утверждать, что воздействие на элементарный объем звукового давления от каждого парциального источника будет такое же, как и давление вблизи этого источника. При этом можно считать, что поток акустической энергии от источника будет обладать свойствами прожектора, облучающего рассматриваемый элементарный объем. Понятно, что вся масса газообразных продуктов сгорания является акустической связью между парциальными источниками излучения. Эта связь может быть как сильной, так и слабой. Все зависит от мощности источника, то есть от величины амплитуды колебаний, а точнее от квадрата амплитуды. Суммарное воздействие на каждый элемент связи будет формировать единый ритм всей системы в целом. Система, включающая в себя поток продуктов сгорания в камере ЖРД и локальные осциллирующие области, будет работать синхронно. При этом будет выработана одна единственная частота системы - синхронная частота. Важным для достижения синхронности является наличие парциальных автоколебаний и когерентность источников.

Вспомогательные преобразования

В дальнейшем для понимания эффекта синхронизации автоколебаний в ЖРД потребуется знание дополнительных условий их возникновения и конкретизации рабочих параметров, позволяющих проводить спектральный анализ.

Как было показано в первой отмеченной работе, необходимым условием возникновения локальных (парциальных) автоколебаний является условие, накладываемое на критерий Филина-Зенина.

В совокупности с достаточным условием ($\omega = \text{const}$), это условие может быть представлено в следующем виде

$$\frac{\kappa M^2 R^2}{\nu} \frac{1}{R} \frac{dR}{d\tau} > 1.$$

Назовем член $\frac{1}{R} \frac{dR}{d\tau}$, имеющий размерность частоты, пульсацией скорости, направленной вдоль радиуса кривизны и перпендикулярной линии тока $\omega_{\perp} = V_{\perp}/R$.

После чего условие Филина-Зенина можно будет записать

$$\frac{\kappa M^2}{\text{Be} \cdot \text{Sh}} > 1,$$

где κ и M - число Пуассона и Маха;

$$\text{Be} = \frac{\nu}{R^2 \omega_0} - \text{число Беренса};$$

$$\text{Sh} = \frac{\omega_0 R}{V_{\perp}} - \text{число Струхала}.$$

Используя понятие пульсации из газодинамического расчета можно определить значение собственной частоты

$$\left(\frac{\omega_0}{\omega}\right)^2 = \frac{4\nu\kappa}{a^2} \omega_{\perp}.$$

Здесь по-прежнему ω и a - угловая скорость и скорость звука в потоке.

Критерий Меньшиковой также можно представить в наглядном виде, используя понятие пульсации

$$\text{Me} = 2\pi\kappa M^2 \frac{\omega_{\perp}}{\omega_0}.$$

Начальные условия в задаче об автоколебаниях

Главное уравнение колебательного звена при наличии автоколебаний запишется аналогично обычному уравнению для линейного осциллятора и будет справедливо лишь для каждой конкретной рассматриваемой точки газового объема

$$\frac{d\tilde{p}_i}{d\tau} + \omega_{0,i}^2 \tilde{p}_i = 0,$$

где $\tilde{p}_i$ - амплитудная функция;

$\omega_{0,i}$ - парциальная собственная частота.

Решением этого уравнения будет гармоническая функция вида

$$\tilde{p}_i = \tilde{p}_{\max,i} \sin(\omega_{0,i} + \varphi).$$

Значение фазы колебаний умышленно записано без индекса.

Подразумевается когерентность процессов. Очевидно, что в начальный момент времени справедливы соотношения для амплитудной функции и её производной

$$\tilde{p}_{0,i} = \tilde{p}_{\max,i} \sin \varphi \text{ и}$$

$$\frac{d\tilde{p}_{0,i}}{d\tau} = \tilde{p}_{\max,i} \omega_{0,i} \cos \varphi,$$

из которых можно определить амплитуду и фазу колебаний.

$$\bar{p}_{\max i} = \sqrt{\bar{p}_{0i}^2 + \frac{1}{\omega_0} \frac{d\bar{p}_{0i}}{d\tau}},$$

$$\varphi = \arctg \bar{p}_{0i} \cdot \omega_0 / \frac{d\bar{p}_{0i}}{d\tau}.$$

Рассмотрим подробнее способ определения амплитудной функции и её производной. Если представить давление в камере сгорания ЖРД, работающего в условиях автоколебаний как $p = p_k + \bar{p}$, то согласно теореме 3 [3] можно записать

$$\frac{d\bar{p}}{d\tau} = \frac{dp_k}{d\tau} = 4\mu\omega^2.$$

После интегрирования получим

$$\int d\bar{p} = \int 4\mu\omega^2 d\tau$$

и в соответствии с опытами Рийке и Босша-Рисса (максимум амплитуды при $\tau = T/4$) получаем значение для амплитуды колебаний

$$\bar{p}_{\max} = 4\mu\omega^2 \frac{T}{4} \text{ или } \bar{p}_{\max} = 2\pi\mu \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2 \omega_0.$$

Тогда используя ранее полученные выражения для собственных частот, получаем

$$\bar{p}_{\max} = \frac{\pi}{2} \frac{\omega_0}{\omega_1} \cdot p_k.$$

Здесь было учтено, что $a^2 = k(p_k/\rho)$. Вспоминая о числе Струхля запишем

$$\bar{p}_{\max} = \frac{\pi}{2} \text{Sh} \cdot p_k.$$

Второе начальное условие касается производной $d\bar{p}/d\tau$. Очевидно, что

$$\frac{d\bar{p}}{d\tau} = \frac{dp_k}{d\tau} = a^2 \frac{G}{V_k \bar{\tau}_{\text{пр}}},$$

где G - расход продуктов сгорания;

V_k - объем камеры сгорания;

$\bar{\tau}_{\text{пр}}$ - время пребывания, отнесенное к 1 с.

Таким образом, получилось как и прежде [4]: для того чтобы задать начальные условия по амплитудной функции и её производной, достаточно задать в начальный момент времени значение давления в камере сгорания и расход. Причем расход определяется величиной окислительного коэффициента K_m . Вновь приходим к ограничениям, отмеченным в ГОСТ В21262-75, где основные параметры лимитируются так называемым рабочим квадратом.

Генеральная последовательность синхронных частот

Синхронизация может интерпретироваться как внутренний резонанс. При этом необходимо рассматривать систему в целом как некий движущийся по камере турбулентный поток продуктов сгорания, в отдельных областях которого он цикличен. То есть в потоке из-за вязкости и геометрии возникают периодические структуры, являющиеся источниками акустического излучения. Понятно, что таких источников может быть конечное число и тогда система воспринимает со стороны этих источников колебательное воздействие, аналогичное внешней возмущающей силе. Исходное уравнение для решения запишется также как и в случае работы системы под воздействием вынужденных колебаний

$$\frac{d^2\bar{p}}{d\tau^2} + 2\delta \cdot \frac{d\bar{p}}{d\tau} + \omega_0\bar{p} = \sum_i A_i \sin(\omega_{0i}\tau + \varphi),$$

где для наглядности взято $A_i = \bar{p}_{\max i}$.

Рассмотрим отдельно правую часть. Попробуем сделать преобразования, из которых поймем, чему равна синхронная частота совокупного воздействия на элемент объема системы. При этом сосредоточимся на парциальных амплитудах и частотах, так как по ус-

ловиям когерентности фаза будет не существенна. Разложим в ряд Тейлора сумму синусов в правой части.

$$\begin{aligned} \sum_i A_i \sin(\omega_{0i} + \varphi) &= \sum_i A_i \omega_{0i} \tau - \sum_i A_i \omega_{0i}^3 \frac{\tau^3}{3!} + \\ &+ \sum_i A_i \omega_{0i}^5 \frac{\tau^5}{5!} - \sum_i A_i \omega_{0i}^7 \frac{\tau^7}{7!} + \text{"хвост"}. \end{aligned}$$

Слово "хвост" в данном разложении означает наличие остаточного члена ряда не учитывающего члены с фазой колебаний и собственно члены, получившиеся при разложении двучленов и содержащие значения фазы.

Так как воздействие парциальных акустических излучений на выделенный объем зависит от мощности каждого из источников, введем функцию $A_i/\sum A_i$, обозначающую весовую долю в распределении частот. Другими словами эта функция выражает мощность каждого из источников. Следует заметить, если источники все одинаковые и с близкими по значению мощностями, то энергия распределяется равномерно и связь между источниками слабая. Если доминирует мощность одного из источников, то связь - сильная. Величина $\sum A_i = A_\Sigma$ может быть вычислена с помощью векторных диаграмм [5] и представлена как замыкающий вектор A_Σ (рис. 1). Численные выражения тогда имеют следующий вид

$$A_\Sigma^2 = A_1^2 + \dots + A_N^2 + 2A_1A_2\cos(\varphi_1 - \varphi_2) + \dots + 2A_{N-1}A_N\cos(\varphi_{N-1} - \varphi_N),$$

$$\text{tg } \varphi = \frac{A_1 \sin \varphi_1 + \dots + A_N \sin \varphi_N}{A_1 \cos \varphi_1 + \dots + A_N \cos \varphi_N}.$$

В случае когерентных источников, что имеет место при синхронизации автоколебаний текущей среды, вторая формула обращается в тождество, а первая в знаменатель весовой функции.

Далее с учетом "весов" ряд переписывается следующим образом

$$\begin{aligned} \sum_i A_i \sin(\omega_{0i}\tau + \varphi) &= \\ &= A_\Sigma \left(\frac{\sum_i A_i \omega_{0i}}{\sum_i A_i} \tau - \frac{\sum_i A_i \omega_{0i}^3}{\sum_i A_i} \frac{\tau^3}{3!} + \frac{\sum_i A_i \omega_{0i}^5}{\sum_i A_i} \frac{\tau^5}{5!} - \frac{\sum_i A_i \omega_{0i}^7}{\sum_i A_i} \frac{\tau^7}{7!} + \dots \right). \end{aligned}$$

Из теории распределения известно, что величина

$$\frac{\sum_i A_i \omega_{0i}^l}{\sum_i A_i}$$

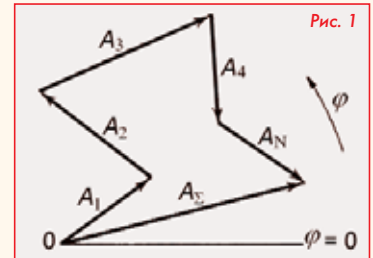
называется моментом l -го порядка, l -й корень этой величины - средним размером l -го порядка. Обозначим в общем виде, применительно к поставленной задаче среднюю частоту l -го порядка в виде ω_{0l} . По аналогии с символикой теории распределения полидисперсных частиц по размерам можно сказать, что при индексе $l = 1$ разговор идет о средне-счетном размере, а при $l = 3$ - среднеобъемном.

Таким образом, в данном рассматриваемом случае выстраивается картина, когда коэффициентами при разложении в ряд по степеням является последовательность, составленная из среднестатистических частот различных порядков. Обозначим эту последовательность в виде

$$CT = \{\omega_{0i}\} = \{\omega_{ci}\}.$$

Здесь индекс "с" означает принадлежность к синхронным колебаниям.

Для данной задачи о синхронизации это генеральная последовательность синхронных частот. Это тот набор частот, при котором возможна реализация эффекта синхронизации. Аналогично тому, как при разложении в ряд Фурье первый член ряда является главной модой колебаний, остальные моды являются обертонами, в данном случае первый член разложения также является главным, а синхронная частота при нем является ведущей. В работе [5] первая синхронная частота была записана аналогичным образом. При этом оговаривалось, что она является средним арифметическим значением совокупности парциальных частот.



Учитывая тот факт, что зависимость синхронной частоты от её порядка достаточно слабая в расчётных исследованиях в первом приближении можно применять за синхронную, частоту первого порядка. Тогда

$$\sum A_i \sin(\omega_0 \tau + \varphi) = A_\Sigma \sin(\omega_c \tau + \varphi).$$

В этом случае исходное уравнение для синхронных колебаний газа в камере сгорания записывается в виде

$$\frac{d^2 \tilde{p}}{d\tau^2} + 2\delta \frac{d\tilde{p}}{d\tau} + \omega_0 \tilde{p} = A_\Sigma \sin(\omega_c \tau + \varphi).$$

Известно, что в результате решения данного уравнения с течением времени установятся колебания системы с резонансной частотой. Эта частота и есть синхронная частота колебаний ω_{c_f} , которая автоматически будет выбрана системой в процессе подстройки ритмов. Именно эта частота приводит к появлению неустойчивости в ЖРД, которая часто влечет за собой не только потерю прочности из-за циклических воздействий нагрузок на двигатель и двигательную установку в целом, но также воздействует на пограничный слой вблизи стенок камеры сгорания, интенсифицируя теплообмен и приводя к локальным прогарам стенок.

Данной проблемой достаточно предметно занимались известные в отрасли специалисты Денис Федерович Слесарев и Вадим Иванович Тарарышкин [7, 8]. Решая технические задачи комплексно для динамических условий работы различных двигательных установок при их непосредственном участии были предсказаны условия, при которых возможны возникновения отказов и аварийных ситуаций разрабатываемых и перспективных РД. Денис Федерович Слесарев является авторитетным специалистом по проблемам нес-

тационарного теплообмена, теплового состояния и стойкости конструктивных материалов в агрессивных средах продуктов сгорания ЖРД. Вадим Иванович Тарарышкин - ведущий специалист в области неравновесной термодинамики и проблем моделирования динамических процессов в ДУ ЖРД.



Д.Ф. Слесарев

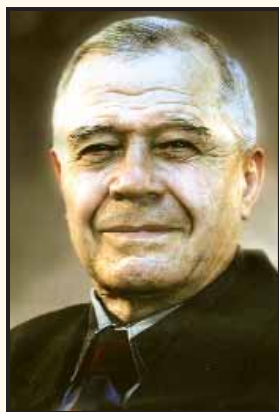


В.И. Тарарышкин

Литература

1. Ю.М. Кочетков. Турбулентность. Синхронизация автоколебаний в ЖРД. // Двигатель. № 6, 2012 г.
2. Н.В. Helmholtz. Vorlesungen über die mathematischen Prinzipien der Akustik. § 54. Leipzig. 1898.
3. Ю.М. Кочетков. Турбулентность. Сжимаемость и вязкость. // Двигатель. № 5, 2011 г.
4. Ю.М. Кочетков. Турбулентность и АФЧХ. // Двигатель. № 1, 2012 г.
5. Г.С. Горелик. Колебания и волны. М. Физматлит, 2008 г.
6. И.И. Блехман. Синхронизация в природе и технике. М. Наука, 1981 г.
7. Е.В. Лебединский, Г.П. Калмыков, Д.Ф. Слесарев и др. Рабочие процессы в ЖРД и их моделирование. М. Машиностроение, 2008 г.
8. Е.В. Лебединский, С.В. Мосолов, В.И. Тарарышкин и др. Компьютерные модели жидкостных ракетных двигателей. М. Машиностроение, 2009 г.

ПАМЯТЬ



24 января 2013 г. на 91-м году прекратил свой земной путь хороший человек, один из наших самых деятельных сотрудников, заслуженный ветеран труда ЦИАМ, начальник отдела 016 в 1972-1991 гг., ветеран Великой Отечественной войны Дмитрий Павлович Войтенко.

В 1942 г. после демобилизации из действующей армии по случаю тяжёлого ранения Дмитрий Павлович поступил на моторный факультет Московского авиационного института, успешно закончил его в 1948 г. и был направлен в ЦИАМ, где приступил к работе в отделе 006.

Участвуя в научно-инженерном решении актуальных проблем авиационных двигателей, он внёс большой вклад в разработку и доводку вертолётных ГТД.

С 1966 г. Дмитрий Павлович возглавил большой и очень важный участок работы Института: сначала группу специнформации, а в 1972 г. - отдел научно-технической информации, являвшийся в то время головным в двигательной подотрасли страны. Здесь его инженерно-технические и организаторские способности проявились в полной мере. Отдел осуществлял регулярное оперативное обеспечение специалистов Института и

двигательных предприятий страны актуальной информацией о результатах зарубежных отечественных разработок. Под его руководством выпускались в ЦИАМ все научно-технические труды института, отчёты, журналы, проводились конференции и совещания информационных работников и специалистов. За представление достижений ЦИАМ и связанных с ним предприятий по наземному применению АГТД Дмитрий Павлович был награждён тремя медалями ВДНХ СССР.

Он длительное время поддерживал выпуск научного журнала "Конверсия в машиностроении". В работе журнала "Двигатель" он принимал участие с момента организации журнала, участвуя в группе литературных редакторов. И в том, что статьи в нашем журнале были написаны на нормальном литературном русском языке - немалая заслуга Дмитрия Павловича.

Все знавшие Дмитрия Павловича уважали и любили его за принципиальность, скромность, отзывчивость. Присутствие духа и чувство юмора помогали ему преодолевать любые трудности. Благодаря этим качествам с ним было легко и приятно работать. Дмитрий Павлович Войтенко прошёл большой и славный жизненный путь. Вечная ему память. Будем стараться поддерживать уровень культуры журнала, заданный им.

Приносим искренние соболезнования родным и близким Д.П. Войтенко.

Редакция журнала "Двигатель"

ИНФОРМАЦИЯ

В январе 2013 г. укомплектована и отгружена газотурбинная электростанция "Урал-6000" разработки ОАО "Авиадвигатель" на Ярактинское НГКМ для нужд ООО "Иркутская нефтяная компания".

ГТЭС "Урал-6000" успешно прошла все этапы испытаний на стенде завода-изготовителя с выдачей номинальной мощности 6 МВт и была принята заказчиком в декабре 2012 г.

Это уже третий по счету комплект ГТЭС "Урал-6000", переданный пермскими двигателестроителями "Иркутской нефтяной компании". Предыдущие "Уралы" были введены в эксплуатацию на Ярактинском НГКМ в июле 2012 г. и позволили энергетикам ООО "ИНК" увеличить установленную электрическую мощность существующего энергоцентра на 12 МВт.

Электростанции ГТЭС "Урал-6000" обеспечивают электрической энергией практически все объекты Ярактинского нефтегазоконденсатного месторождения.

После введения в строй третьей ГТЭС суммарная установленная мощность энергоцентра Ярактинского НГКМ составит более 30 МВт. Пуск электростанции запланированы на второй квартал текущего года.



7-10 МАРТА • КРОКУС ЭКСПО

**ВЫСТАВКА СТАРИННЫХ
АВТОМОБИЛЕЙ И АНТИКВАРИАТА**



www.oldtimer.ru



Москва 24



ПРОБЛЕМЫ ДИАГНОСТИКИ ОТКАЗОВ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ ДВУХКОНТУРНЫХ ГТД И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Георгий Константинович Герман,

начальник конструкторского отдела "Опытного конструкторского бюро им. А. Люльки", филиала ОАО "УМПО"

Алексей Игоревич Зубко,

инженер-конструктор "Опытного конструкторского бюро им. А. Люльки", филиала ОАО "УМПО",
соискатель Московского авиационного института (национального исследовательского университета)

Олег Николаевич Калюжный,

инженер-программист ЗАО НПП "ИДС Маяк"

Рассматриваются вопросы возникновения отказов подшипников опор газотурбинных двигателей. Приводятся результаты экспериментальных работ.

In this work we study the nature of failures of pillar bearings located in gas-turbine engines, and the questions of such failures registration. The results of the experimental works are presented.

Ключевые слова: вибрационная диагностика, газотурбинные двигатели, подшипники качения, спектральный анализ вибрации.

Keywords: vibration diagnostics, gas turbine engines, bearings, spectral analysis of vibration.

Роторы высокого и низкого давления входят в число важнейших элементов двухконтурных газотурбинных двигателей (ГТД). Связывая соответствующий каскад компрессора с турбиной, они передают крутящий момент и обеспечивают реализацию рабочего цикла лопаточной машины. Вместе с тем, высоконагруженные роторы являются основными источниками вредных вибраций, интенсивность которых зависит от целого ряда факторов. Эти факторы, в свою очередь, определяются как конструктивными особенностями двигателя (характер соединения между собой отдельных деталей роторов, близость рабочих скоростей к так называемым критическим скоростям), так и технологией его изготовления.

Для улучшения массогабаритных характеристик двухвальных ГТД, в их силовых схемах используется крепление и передача нагрузок от ротора высокого давления (РВД) через узел межроторного подшипника (МРП) на ротор низкого давления (РНД). Далее усилия передаются на опоры РНД, имеющие механическую связь с корпусом двигателя.

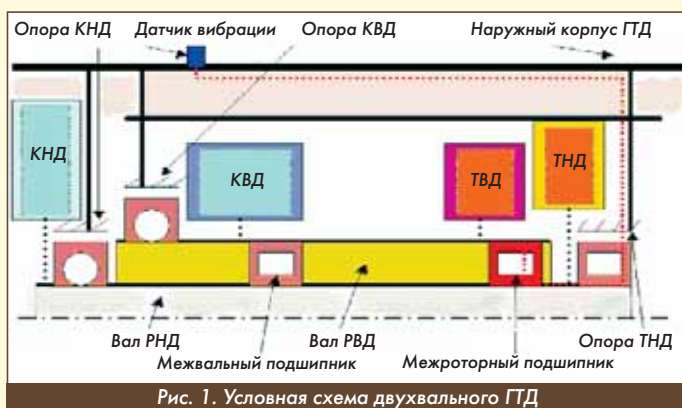


Рис. 1. Условная схема двухвального ГТД

Собственное название "межроторный" подшипник получил для того, чтобы его можно было отличать от так называемого "межвального" подшипника (МВП), также установленного между валами роторов. Однако, если МРП расположен в районе турбин, то МВП размещают примерно на середине длины роторов; он служит, главным образом, для уменьшения амплитуды колебаний валов и исключения возможности их касания.

Указанная компоновка двигателя с МВП и МРП, нашедшая сегодня широкое распространение, помимо определенных достоинств имеет и существенные недостатки. Один из таких недостатков связан с тем, что узел МРП консольно закреплен на валу РНД и, соответственно, все колебания последнего передаются на РВД. В свою очередь, при возникновении колебаний РВД они передаются на РНД, а межроторный подшипник при этом становится

ся узлом энергообмена.

У любого ротора всегда имеется некий дисбаланс, возникающий по различным причинам (остаточный, температурный и т.д.), что вызывает его колебания и повышенную вибрацию, которая негативно влияет на ресурс подшипника. Поэтому МРП оказывается критическим элементом, в заметной степени определяющим ресурс ГТД в целом. Соответственно, диагностика МРП занимает одно из важнейших мест при оценке состояния подшипников трансмиссии двухвального ГТД.

Типовым повреждением МРП, наиболее часто встречающимся в эксплуатации, является питтинг на тела качения и беговой дорожке наружного кольца из-за превышения расчетных нагрузок. Классическая схема повреждения подшипника качения предполагает наличие пяти этапов:

- возникновение трещин в подповерхностном слое из-за превышения допустимых нагрузок и нарушения структуры кристаллических решеток;
- увеличивающиеся трещины выходят на поверхность беговой дорожки или тела качения;
- объединение трещин приводит к скалыванию участка поверхности и образованию раковины (на этом этапе из-за ударного взаимодействия тел качения и беговых дорожек возникает подшипниковая вибрация, но ее амплитуда пока не превышает амплитуды фоновых шумов);
- объединяющиеся раковины развиваются на все большей площади рабочих поверхностей контактирующих деталей (продолжается рост вибрации, но теперь ее амплитуда интенсивно растет из-за наличия существенных неровностей на беговых дорожках и роликах);
- искажение геометрических размеров деталей подшипника приводит к интенсивному тепловыделению, что вызывает уменьшение рабочих зазоров из-за нерасчетного расширения деталей и заклинивание подшипника.

По времени описанный процесс требует для своего развития десятков часов работы двигателя, но по мере перехода от этапа к этапу происходит его ускорение, и четвертой стадии интенсивного повреждения деталей МРП соответствует интервал времени длительностью в несколько часов.

Основные проблемы диагностирования состояния МРП

Масса деталей МРП по сравнению с массой двигателя в целом невелика, поэтому амплитуда вибрации корпуса двигателя, порождаемая повреждениями МРП, оказывается небольшой. В связи с этим датчики, установленные на корпусе двигателя, оказываются не в состоянии выделить слабые "сигналы" появляющихся дефектов на фоне виброшумов.

К этому необходимо добавить, что расстояние от источника слабого сигнала - поврежденного МРП - до датчика (путь, по которому распространяется этот сигнал, показан на рис. 1 красной пунктирной линией) достигает нескольких метров. На этом пути встречаются болтовые и сварные соединения, детали подшипника опоры турбины низкого давления и т.д. Все эти элементы вносят нелинейность в сигнал вибрации, приходящий на корпус и способствуют появлению в его спектре искажений и биений частот.

Уже появившиеся раковины небольших размеров из-за ударного взаимодействия деталей подшипника вызывают вибрацию в высокочастотном диапазоне, но с небольшими амплитудами. Заметное влияние на увеличение амплитуды вибрации двигателя оказывают уже развившиеся дефекты, которые вызывают отклонения оси вала массивного ротора относительно ее "теоретического" положения.

Вибрация двигателя является следствием случайного изменения геометрии, жесткости, массовой балансированности и других характеристик двигателя. Результатом взаимодействия вибрационных колебаний от различных источников является появление биений, фонового шума и флуктуации амплитуд всех частот. Поэтому для устойчивого диагностирования появляющегося повреждения подшипника необходимо научиться выявлять признаки начала разрушения МРП на фоне шумов.

Итак, одна из основных проблем при диагностировании МРП состоит в отсутствии легко идентифицируемых ранних признаков начала его повреждения. Значительное (над уровнем шума) увеличение амплитуды вибрации наблюдается лишь на заключительных стадиях отказа МРП, когда повреждение МРП вызывает колебания роторов, при этом интервал времени от начала интенсивного роста вибрации ГТД до выхода из строя измеряется десятками минут.

Оценка элементов существующей системы диагностирования

Основной элемент системы диагностики большинства отечественных ГТД является штатный датчик вибрации типа МВ-27. Он обладает довольно узким диапазоном рабочих частот (от 20 до 500 Гц), что не позволяет отслеживать вибрации от средне- и высокочастотных источников. Ко всему этому, датчик не в состоянии определять спектр вибраций. Существующая на борту самолета система регистрации обладает относительно низкой для высокочастотных процессов частотой опроса. На двигателе датчик устанавливается в одной точке на промежуточном корпусе, поэтому на отдельных частотах, характерных для корпуса, датчик может оказаться в зоне узлов или пучностей, что приведет к искажению получаемой информации. Датчик фиксирует колебания только вдоль одной оси и не отслеживает увеличения составляющих вибрации в двух других ортогональных направлениях. Конструкция МВ-27, созданного более тридцати лет назад, безусловно, устарела. Дополнительные сложности вызывает использование в настоящее время в бортовых системах регистрации параметров ГТД только интегральной виброскорости (как правило, от одного датчика вибрации).

С другой стороны, число отказов МРП составляет небольшое количество от общего числа отказов эксплуатирующихся двигателей, поэтому экономически нецелесообразно проводить объемные, дорогостоящие доработки всего существующего парка двигателей и самолетов, требующие проведения дополнительных исследований и испытаний.

Резюмируя, можно сделать вывод о том, что при создании перспективной системы диагностики, решая очень сложную с точки зрения определения технического состояния ГТД задачу, следует максимально использовать существующую структуру и не вносить существенные изменения в сложившуюся конструкцию самолета и двигателя.

На основе большого объема экспериментов, выполненных на стендах испытаний подшипников и двигателя в целом, было установлено, что классические приемы диагностирования, базирующиеся на анализе частот колебаний подшипников и применяемые для диагностики небольших по размерам и относительно несложных по конструкции агрегатов, неприменимы для оценки состояния

роторных систем ГТД. Для решения диагностических задач состояния подшипников необходимо использовать другие подходы.

Сегодня диагностирование состояния ГТД может производиться непосредственно в процессе полета или по накопленным записям полетной информации на земле. Разумеется, с точки зрения эффективности и обеспечения безопасности, предпочтительнее производить диагностирование в полете, в режиме реального времени, с возможностью выдачи в экстренных случаях информации летчику о критическом состоянии двигателя. Однако сегодня отечественные серийные двухваловые ГТД не оснащены подсистемами, способными обрабатывать большие массивы информации (в том числе и сигналов от датчиков вибрации), и для решения указанной задачи потребуется серьезная модернизация оборудования самолета и двигателя, что экономически нецелесообразно. Вариант обработки информации на земле, после посадки самолета, в сложившейся ситуации представляется наиболее предпочтительным.

Поэтому перспективным направлением развития вибродиагностики МРП является разработка методов обработки полетной информации, регистрируемой бортовыми системами регистрации параметров двигателя (в авиационной терминологии - бортовое устройство регистрации (БУР)), с целью выявления ранних признаков изменения вибросостояния двигателя.



Рис. 2. Состояние дорожки наружного кольца подшипника после длительной эксплуатации

По техническому заданию НТЦ им. А. Люльки был разработан и в настоящее время проходит испытания программный модуль комплекса обработки полетной информации в составе ИДС "АРМ ДК-30(СД) серия М", позволяющий в автоматизированном режиме решать задачу выбраковки поврежденных МРП на этапах подготовки самолета к вылету.

Для подтверждения полученного диагноза двигателя, технология работы модуля вибродиагностики предусматривает установку дополнительных датчиков вибрации на ГТД при проведении опробования на земле, что позволяет выделить спектр вибрации двигателя, а затем провести его анализ существующими стандартными методами и с достаточной вероятностью определить техническое состояние элементов и узлов роторной системы ГТД.



Рис. 3. Состояние сепаратора и роликов подшипника после длительной эксплуатации

Литература

1. Справочник под редакцией академика РАН Ключева В.В. "Не разрушающий контроль", том 7, книга 2, "Вибродиагностика". М.: Машиностроение, 2006, 828 с.

Связь с автором: ids_majak@mail.ru

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ УСТАНОВКИ ПОЛУЧЕНИЯ ВОДОТОПЛИВНОЙ ЭМУЛЬСИИ НА ОСНОВЕ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА

ЗАО "НПО "Аркон":
Николай Николаевич Коленко, генеральный директор
Юрий Иванович Духанин, ведущий научный сотрудник
Евгений Иванович Панов, ведущий научный сотрудник

Широко известные водотопливные системы для дизельных установок [1], использующие для получения водотопливных эмульсий (ВТЭ) гидродинамический способ, обладают рядом существенных недостатков:

- необходимость создания автономной системы, включающей: насос высокого давления, диспергатор эжекторного типа, крупногабаритные сепараторы, арматуру, а также систему контроля и управления;
- трудность встраивания оборудования в штатную топливную систему дизельного двигателя;
- сложность эксплуатации, особенно в зимних условиях;
- относительно высокие энергетические затраты на получение ВТЭ и высокая стоимость системы.

Перечисленные недостатки серьезно препятствуют практическому внедрению и эксплуатации таких систем. Поэтому потребовалось найти новые нетрадиционные технические решения, которые бы позволили создать простую, надежную, дешевую систему получения ВТЭ, легко встраиваемую в любую систему впрыска дизельного двигателя и работающую в автоматическом режиме.

В 2011 - 2012 годах в проблемной лаборатории ЗАО "НПО АРКОН" были разработаны и прошли стендовые испытания две установки:

- установка получения ВТЭ с системой контроля топлива и автоматическим регулированием подачи воды;
- установка с саморегулируемой системой подачи воды.

Принципиальное отличие разработанных установок заключается в том, что для получения ВТЭ используется штатное оборудование топливной системы и физические процессы в системе впрыска [2]. Эмульсию получают в два этапа. На первом - механическое смешение и диспергирование воды и топлива в подкачивающем насосе, на втором - диспергирование смеси за счет энергии ударных волн в топливопроводе после насоса высокого давления.

Основные технические данные разработанных установок получения ВТЭ:

- содержание воды в ВТЭ - 5...30 %;
- дисперсность ВТЭ - 5...10 мкм;
- потребляемая мощность - не более 100 Вт;
- потребляемая мощность в рабочем режиме - 50 Вт;
- режим работы - автоматический;
- диапазон температуры окружающей среды от -30 до +50 °С;
- максимальный габарит определяется размерами бака для воды объемом 20...40 л;
- максимальная масса (без воды) - 10 кг;

На рис. 1 дана принципиальная схема установки получения ВТЭ с системой контроля топлива и автоматическим регулированием подачи воды. Установка состоит из:

- системы подачи топлива, куда входят топливный бак 1, датчик расхода топлива 2, подкачивающий насос 3, магистраль 4 подачи топлива с регулятором 5 поддержания постоянного давления к системе впрыска и магистраль 6 возврата топлива на вход подкачивающего насоса 3;
- системы впрыска, состоящей из насоса высокого давления 7 и магистрали высокого давления 8 к форсунке 9;
- системы подачи воды на вход подкачивающего насоса 3, включающей бак 10, насос 11 с устройством 12 регулирования производительности насоса, датчик давления 13, калиброванную дюзу 14, электромагнитный клапан 15 и магистраль 16 возврата воды в бак 10 после насоса 11 с калиброванной дюзой 17. Система подачи воды выполнена с термоизоляцией 18 и подогревом, например, посредством электронагревателя 19, установленного в баке 10 вместе с датчиками уровня 20 и температуры 21.

Для осуществления автоматической работы на всех режимах

двигателя установка снабжена управляющим контроллером 22, который подключен к датчику расхода топлива 2, устройству 12 регулирования производительности насоса 12, датчику давления 13, электромагнитному клапану 15, датчикам уровня 20 и температуры 21.

В зависимости от режима работы двигателя расход ВТЭ может изменяться в широком диапазоне при сохранении оптимального состава ВТЭ.

В предлагаемой установке режим работы двигателя, зависящий от нагрузки, контролируется по расходу топлива, постоянно измеряемому с помощью датчика 2. Регулирование количества воды в зависимости от расхода топлива для получения оптимального состава ВТЭ осуществляется за счет изменения давления воды перед калиброванными дюзами 14 и 17. Давление контролируется с помощью датчика 13. Величина давления определяется числом оборотов насоса 11, которое изменяется с помощью специального устройства 12, например, регулятора напряжения. Таким образом, каждому значению расхода топлива будет соответствовать конкретное значение давления воды после насоса 11.

Изложенный алгоритм автоматической работы реализуется с помощью управляющего контроллера 22, в котором происходит обработка сигналов, поступающих от датчиков расхода топлива 2,

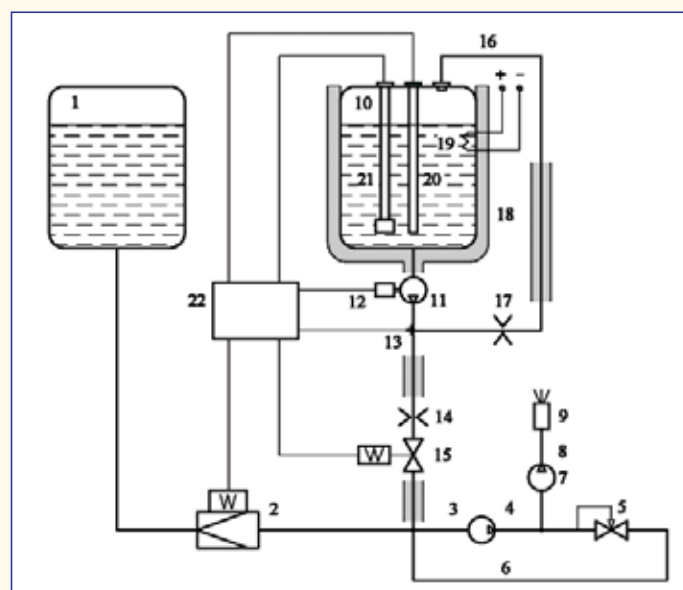


Рис. 1. Принципиальная схема установки получения ВТЭ

давления воды 13, уровня 20 и температуры 21, с выдачей соответствующих исполнительных команд на устройство 12 регулирования производительности насоса 11 и электромагнитный клапан 15.

Пуск и прогрев двигателя проводятся на топливе без подачи воды. Переход на ВТЭ осуществляется оператором и происходит в автоматическом режиме в следующей последовательности. Если сигнал от датчиков уровня 20 и температуры воды 21, установленных в баке 10 соответствуют норме, то производится пуск насоса 11. После пуска по сигналу от датчика 2 насос 11 переводится в такой режим, при котором за ним устанавливается давление, обеспечивающее требуемый расход воды через дюзю 14 для получения ВТЭ. При этом часть расхода возвращается в бак 10 через дюзю 17 по магистрали 16. За счет этого обеспечивается устойчивый режим работы насоса 11 и его охлаждение. Как отмечено выше, регулирование насоса производится по сигналу, поступающему из контроллера 22 на устройство 12 регулирования производительности насоса 11. Воздействие на регулятор 12 продолжается до тех пор, пока не установится требуемое давление воды за насосом 11, контролируемое с помощью датчика давления 13. Когда величина сигнала, поступающего от датчика 13 в контроллер 22, достигнет необходимого значения, контроллер 22 выдаст команду на прекращение работы регулятора 12. При достижении стабильного режима работы от контроллера 22 поступает команда на открытие электромагнитного клапана 15. В этом случае вода поступает на вход подкачивающего насоса 3, который выполняет функцию механического диспергатора по первоначальному смешиванию воды и топлива. После насоса 3 поток ВТЭ направляется по магистрали 4 к системе впрыска, где часть его отбирается насосом высокого давления 7, а другая часть по магистрали 6 возвращается на вход подкачивающего насоса 3 через регулятор 5 поддержания постоянного давления. По магистрали 8 ВТЭ под давлением подается на форсунку 9. В момент открытия форсунки 9 в магистрали 8 возникают ударные волны, под действием которых ВТЭ превращается в мелкодисперсную смесь и впрыскивается в цилиндр двигателя, что обеспечивает в конечном итоге полноту сгорания топлива.

Стабильный режим работы установки будет продолжаться до тех пор, пока сохранится неизменной нагрузка на двигатель. Изменение нагрузки сопровождается изменением режима работы двигателя и вызывает перестройку режима работы установки получения ВТЭ. Рост нагрузки на двигатель будет сопровождаться увеличением отбора расхода ВТЭ из магистрали 4 и снижением расхода ВТЭ по магистрали 6, на которой устанавливается регулятор 5, поддерживающий постоянное давление. Это автоматически приведет к увеличению расхода топлива к форсунке 9. При этом сигнал от датчика 2 расхода топлива поступает в управляющий контроллер 22, который выдаст команду на устройство 12 регулирования производительности, что приведет к росту производительности насоса и, следовательно, повышению давления перед калиброванными дюзами 14 и 17 и расходу воды. В тот момент, когда давление воды достигнет требуемого значения, обеспечивающего расход воды через дюзю 14 для получения оптимального состава ВТЭ, сигнал, постоянно поступающий в контроллер 22 от датчика давления 12, достигает требуемого значения и контроллер 22 выдает команду в устройство 12 на остановку процесса регулирования производительности насоса 11. Достигнутое состояние режима установки будет сохраняться до следующего момента изменения нагрузки на двигатель.

Переход двигателя на топливо без подачи воды может быть выполнен по команде оператора или автоматически, например, по команде от датчика уровня 20 при достижении его минимального значения. В этом случае производится автоматическое закрытие электромагнитного клапана 15.

Описанный алгоритм работы установки позволяет осуществить автоматическую работу установки получения ВТЭ в широком диапазоне изменения режима работы двигателя с получением и поддержанием оптимального состава ВТЭ, обеспечить работу установки в условиях низких температур. Кроме того, установка получения ВТЭ по принципу, схеме и алгоритму автоматической работы может быть встроена в любую систему впрыска современного дизельного

двигателя как с рядным топливным насосом высокого давления, так и в системах, использующих насос-форсунки либо в аккумуляторных системах впрыска.

Разработанная технология и установка могут быть использованы на моторных заводах, автотранспортных и других предприятиях, использующих дизельное топливо. Практический пример встраиваемости установки в штатную топливную систему дизельного двигателя МАЗ приведен на рис. 2.

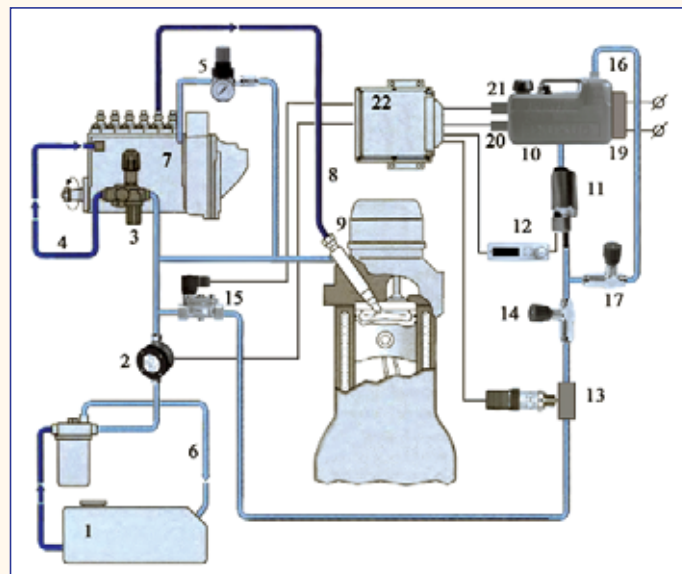


Рис. 2. Модернизированная топливная система дизельного двигателя МАЗ с автоматизированной установкой получения ВТЭ.

Штатное оборудование топливной системы дизеля: 1 - топливный бак; 2 - датчик расхода топлива; 3 - подкачивающий насос; 4 - магистраль подачи топлива к системе впрыска; 5 - регулятор давления; 6 - магистраль возврата топлива; 7 - насос высокого давления; 8 - магистраль высокого давления; 9 - форсунка.

Оборудование системы подачи воды для получения ВТЭ:

10 - водяной бак; 11 - водяной насос; 12 - регулятор производительности насоса; 13 - датчик давления воды; 14, 17 - дюзы; 15 - электромагнитный клапан; 16 - магистраль возврата воды в бак; 18 - термоизоляция; 19 - электрический водонагреватель; 20 - датчик уровня воды; 21 - датчик температуры воды; 22 - управляющий контроллер

Весьма перспективной водотопливной системой для дизельных двигателей являются системы с саморегулируемой подачей воды. На рис. 3 показана принципиальная схема такой системы, ее состав и раскрыта сущность технического решения получения ВТЭ.

Установка получения ВТЭ состоит из насоса-диспергатора 1, например, центробежного или роторного типа, трубопровода 2 подачи ВТЭ к топливоподающей системе 3 ДВС, трубопровода 4 возврата ВТЭ в насос-диспергатор 1 с установленной дюзой 5, бака 6 с топливом, подсоединенного трубопроводом 7 к насосу-диспергатору 1, бака 8 с водой, также подсоединенного к насосу-диспергатору с помощью трубопровода 9, на котором последовательно установлены запорный вентиль 10 и регулятор 11 расхода воды. При этом регулятор 11 подключен к трубопроводу 2 подачи ВТЭ к топливоподающей системе 3 посредством трубопровода 12.

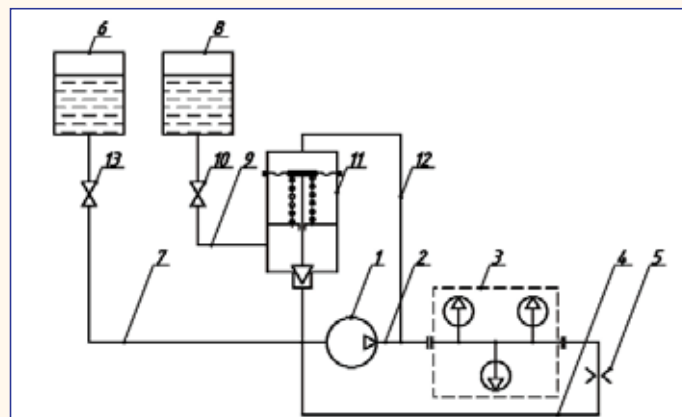
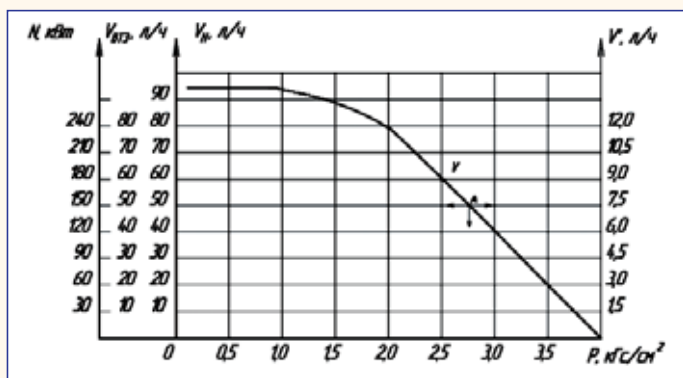


Рис. 3. Схема установки получения ВТЭ

На рис. 4 приведена кривая зависимости производительности насоса-диспергатора V_n от напора P . Здесь же дана шкала мощности двигателя N , совмещенная со шкалой расхода водотопливной эмульсии $V_{ВТЭ}$, необходимой для получения соответствующей мощности двигателя, а также шкала расход воды V , который необходим для образования ВТЭ с 15-процентным содержанием воды в составе эмульсии.



Работа установки получения ВТЭ происходит следующим образом. Эмульсия, образующаяся в насосе-диспергаторе 1 за счет механического перемешивания топлива и воды по трубопроводу 2 поступает в топливopодпoдaющую систему 3 дизеля, где часть ВТЭ отбирается на получение требуемой мощности двигателя, а нереализованная часть ВТЭ через дюзy 5 по трубопроводу 4 возвращается на всас насоса 1. На всас насоса также поступает топливо из бака 6 по трубопроводу 7 и вода из емкости 8 по трубопроводу 9 через регулятор 11 в суммарном количестве, эквивалентном расходу ВТЭ, отобранном для работы двигателя. Все три потока интенсивно перемешиваются в насосе-диспергаторе 1, образуя ВТЭ определенного состава, который остается постоянным во всем диапазоне изменения мощностного режима двигателя.

Стабильность состава ВТЭ обеспечивается регулированием расхода воды с помощью регулятора 11, подключенного трубопроводом 12 к трубопроводу 2, при этом при расчете и отстройке регулятора 11 необходимо учитывать, что давление за насосом-диспергатором всегда будет ниже вследствие дополнительного циркуляционного расхода ВТЭ через дюзy 5. При работе двигателя на ВТЭ это необходимо для того, чтобы избежать осаждения дисперсной фазы (воды) из эмульсии при малых нагрузках, когда для поддержания работы двигателя необходим малый расход ВТЭ.

Рассмотрим на конкретном примере работу установки с двигателем номинальной мощности 180 кВт. Пусть, например, мощность двигателя в установившемся режиме составляет 150 кВт. Необходимый расход ВТЭ (в соответствии с рис. 2) будет равняться 50 л/ч. В том случае, если бы отсутствовал циркуляционный расход ВТЭ через дюзy 5, то на кривой производительности насоса-диспергатора такому расходу соответствовала бы точка А, где производительность насоса равнялась 50 л/ч, а напор, создаваемый насосом, - 2,75 кгс/см². При этом для получения ВТЭ с содержанием воды 15 %, необходимый расход воды, который должен поддерживать регулятор 11 должен составлять 7,5 л/ч. В тоже время стендовые испытания показали, что для исключения возможности выпадения воды из эмульсии циркуляционный расход ВТЭ через дюзy 5 должен быть не менее 15 % от текущего рабочего расхода, требуемого для работы двигателя. Если принять циркуляционный расход 20 % от текущего значения, то производительность насоса составит 60 л/ч, а фактический напор после насоса - 1...2,5 кгс/см², т.е. это то давление, под действием которого регулятор 11 должен поддерживать расход воды 7,5 л/ч для получения 15 % ВТЭ.

В случае снижения мощности двигателя уменьшится расход ВТЭ, отбираемый топливopодпoдaющей системой 3. Это автоматически приведет к изменению режима работы насоса-диспергатора 1, который будет сопровождаться снижением производительности и повышением напора. Регулирующий орган регулятора 11 переместится в поло-

жение, обеспечивающее необходимое снижение подачи воды для сохранения стабильным состава эмульсии. При увеличении мощности система увеличит расход воды и автоматически установится устойчивое состояние, соответствующее новому режиму работы двигателя. Пуск, прогрев и остановка двигателя производятся на чистом топливе, при этом подача воды перекрывается вентилем 10.

Таким образом, в широком диапазоне изменения режимов работы двигателя установка получения ВТЭ позволяет получить и автоматически поддерживать заданный состав эмульсии с гарантией, исключающей ее расслоение в процессе циркуляции. Следует заметить, за счет профилирования регулирующего органа регулятора расхода воды можно получать эмульсию как разной концентрации, так и оптимального состава при работе двигателя в широком диапазоне изменения режима работы двигателя.

Рассмотренный вариант установки с прямым автоматическим регулированием расхода воды очень перспективен для двигателей мощностью более 150 кВт, где для образования ВТЭ требуется большой расход воды. Конструктивная схема поршневого регулятора расхода воды приведена на рис. 5.

Установки могут быть применены для автомобилей класса КАМАЗ, МАЗ, БЕЛАЗ, тепловых и судовых дизелей мощностью от 100 до 1000 л.с., при этом в эксплуатации обеспечиваются следующие преимущества:

- снижение до 10 % удельного расхода топлива;
- сокращение сажевыделения в цилиндрах двигателя, снижение дымности и концентрации токсичных составляющих в выхлопных газах без оснащения системы газораспуска дорогостоящими каталитическими нейтрализаторами и обеспечение действующих экологических норм;
- раскоксование отверстий форсунок, увеличение срока службы выпускных клапанов;
- высокая надежность и простота эксплуатации.

На принципиальную схему установки получения ВТЭ подана заявка в ФГУ ФИПС РФ № 20111117907.

На модернизированную топливную систему дизельного двигателя МАЗ с автоматизированной установкой получения ВТЭ получен патент № 2472028.

Литература

1. Коленко Н.Н., Духанин Ю.И. Водотопливные системы для дизельных энергетических установок. //Двигатель. - № 5. - 2012. С. 25-27.
2. Автомобильные двигатели. Под ред. М.С. Ховаха. М. Машиностроение, 1977, стр. 278-282.

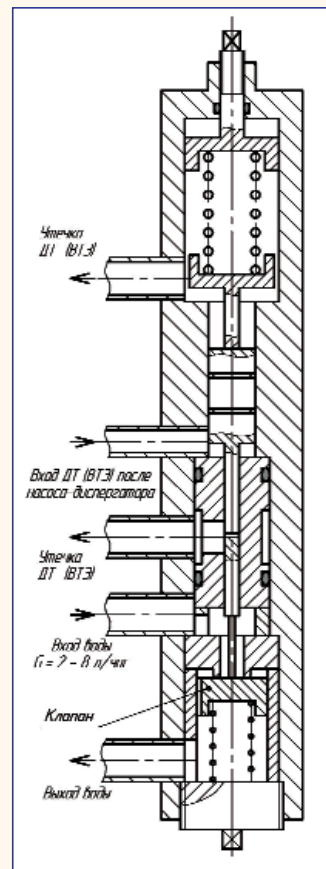


Рис. 5. Схема регулятора расхода воды



ПРИМЕНЕНИЕ КОГНИТИВНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ СТРАТЕГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ

Елена Владимировна Феррейра Опасо, Волгоградский государственный технический университет

В статье обосновывается возможность применения когнитивного анализа для стратегического управления предприятием. Рассмотрены основные особенности когнитивного моделирования.

The possibility of application of the cognitive analysis for strategic enterprise management is substantiated in the article. The main aspects of cognitive modeling are considered.

Ключевые слова: стратегическое управление предприятием, когнитивное моделирование, когнитивная карта.

Keywords: strategic enterprise management, cognitive modeling, cognitive map.

В современных экономических условиях фундаментальной основой любой эффективной системы управления предприятием является стратегическое управление. Зачастую, управление предприятием осуществляется только благодаря функционированию оперативного и текущего управления. Это приводит к неспособности гибкого реагирования объекта управления на изменения внешней среды. В результате происходит снижение конкурентоспособности, ухудшение финансового состояния, потеря рыночных позиций. Поэтому предприятию необходимо определять стратегию своего развития в определенной временной перспективе.

Стратегическое управление - это практическая деятельность, связанная с постановкой целей и задач организации, а также с поддержанием взаимоотношений между организацией и окружением, которые позволяют ей добиться своих целей, соответствуют ее внутренним возможностям и позволяют оставаться восприимчивой к внешним изменениям [1].

Выбор эффективной стратегии развития предполагает комплексный учет многочисленных факторов внешней и внутренней среды предприятия, а также определение наиболее важных среди них, в зависимости от поставленных целей. Также для стратегического управления необходимо динамическое прогнозирование дальнейшей деятельности предприятия.

Для моделирования и управления сложными системами в рамках теории поддержки принятия решений существует направление - когнитивное моделирование. Применение в последние годы когнитивного моделирования для анализа сложных социально-экономических систем в трудах В.А. Камаева, В.А. Максимова, В.Б. Силова показало свою эффективность. Достаточно широко используется когнитивное моделирование для анализа таких сложных систем как система образования, система качества жизни населения, система здравоохранения, однако практически нет работ по комплексному рассмотрению такой сложной системы как предприятие. В данной статье авторами предлагается использовать когнитивный подход для анализа и стратегического управления предприятием.

В рамках когнитивного моделирования существует возможность определения стратегии развития предприятия с учетом основных процессов, происходящих как внутри предприятия, так и в его внешней среде. Основу когнитивного подхода составляет мо-

дель сложной системы, представленная в виде когнитивной карты. Элементами когнитивной карты являются факторы, в терминах которых описываются процессы и явления в системе, а также дуги, отображающие взаимосвязи между факторами.

При становлении когнитивного подхода принятым было общее представление когнитивной карты в виде знакового графа, то есть ориентированного графа, вершинам которого сопоставлены факторы, а дугам - знаки (+ или -). В последнее время все чаще когнитивная карта представляется в виде взвешенного графа, в котором вершинам соответствуют факторы, а дугам - веса в той или иной шкале [2]. Пример когнитивной карты показан на рис. 1.

Когнитивный анализ такой сложной социально-экономической системы как предприятие позволит:

- 1) проводить комплексный анализ всех факторов, оказывающих влияние на функционирование предприятия;
- 2) учитывать трудно формализуемые качественные факторы, а также количественные факторы;
- 3) проводить анализ динамики развития предприятия;
- 4) формировать и проверять гипотезы о функционировании предприятия;
- 5) осуществлять сценарный анализ развития предприятия.

Особенностью когнитивного моделирования является возможность статического и динамического анализа ситуаций. Статический анализ предполагает изучение структуры когнитивной карты и определение степени взаимовлияний факторов. Осуществляется разделение факторов на целевые и управляющие [3]. Целевые факторы - это факторы, значения которых необходимо изменить в рамках данной задачи, а управляющие - это факторы, с помощью которых можно воздействовать на целевые факторы. Динамический анализ предполагает управление динамикой целевых факторов в зависимости от изменения управляющих факторов, а также выработку сценариев развития ситуации во времени и выбор наиболее предпочтительного варианта.

Таким образом, с помощью теории моделирования когнитивных карт существует возможность проводить поддержку стратегических решений в управлении предприятием, рассматривая предприятие как сложную динамическую систему и учитывая факторы внешней и внутренней среды.

Литература

1. Тойменцева И.А. Стратегическое управление предприятием в условиях неопределенности с применением экономико-математических методов моделирования // Проблемы современной науки: сборник научных трудов: выпуск 5. Часть 2. - Ставрополь: Логос, 2012. - С. 211.
2. Авдеева З.К. Когнитивное моделирование для решения задач управления слабоструктурированными системами // Тр. 6-й междунар. конф. "Когнитивный анализ и управление развитием ситуаций" (CASC'2006) / ИГУ РАН. - М.: 2006. - С. 45.
3. Камаев В.А. Когнитивное моделирование социально-экономических систем: учеб. пособие. - Волгоград: ИУНЛ ВолгГТУ, 2012. - С. 39.

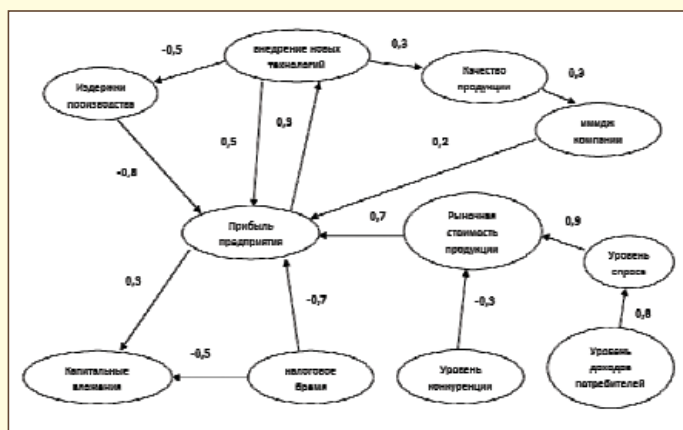


Рис. 1. Фрагмент когнитивной карты

Связь с автором: lenulchik8@mail.ru

"СТО ТЫСЯЧ НОВЫХ ТУПОЛЕВЫХ"

Валентин Анатольевич Белоконь, ©

выпускник ФТФ МГУ/МФТИ,
член Национального комитета по теоретической и прикладной механике,
академик Академии космонавтики



Скапа-Флоу



"Сталин уделял внимание авиации ежедневно..."
(Шахурин А.И. – нарком авиапрома в 1939–46 гг. [Крылья победы, Москва, 1990]).

"Германо-советская дружба теперь установлена окончательно..."

Оба государства желают, чтобы мир был восстановлен и чтобы Англия и Франция прекратили абсолютно бессмысленную и бесперспективную борьбу против Германии.

Если, однако, в этих странах возьмут верх поджигатели войны, то Германия и СССР будут знать, как ответить на это.

Я хотел бы отметить исключительно сердечный прием, оказанный мне советским правительством, и в особенности Сталиным и Молотовым".

(Фон Риббентроп – для ТАСС [Правда, 30 сентября 1939 г.]).

"17.X.40 г. Правительством СССР было принято решение о сооружении в Минске и Могилеве, то есть в непосредственной близости от границы с Германией, крупных авиапредприятий по производству боевых самолетов и авиадвигателей".

[Самолетостроение в СССР, книга II, ЦАГИ, 1994].

1937 год. Медленно, но верно разгорается Вторая Мировая. Это сказывается на гонке авиационных вооружений. Среди лидеров этой гонки – Андрей Николаевич Туполев. Он Герой Труда, Главный Конструктор ЦАГИ, Главный инженер Авиапрома. Его аэропланы: АНТ-6 (ТБ-3), АНТ-14, АНТ-20 (Максим Горький), АНТ-22 (МК), АНТ-25 (РД), АНТ-40 (СБ), АНТ-42 (ТБ-7), АНТ-44 (МТБ) – лучшие в мире. Создаются еще лучшие. Но с периодом этих успехов совпадает нечто нелепое: ко-са политических репрессий настигает цвет научно-технической интеллигенции страны социализма. 21 октября 1937 года Туполев объявляется "врагом народа". По этому поводу виднейший большевик Федор Раскольников в письме к вождю восклицает: "Где лучший конструктор советских самолетов? Вы не пощадили даже его..."

В Кремле ищут пропагандистское "обоснование" для успокоения недоумевающих строителей коммунизма. И находят. Кадровикам организации авиапрома предписано очаровывать выпускников авиационных ВУЗов таким лозунгом: "На смену вредителю Туполеву встанут 100 тысяч новых Туполевых!"

Время шло, а новых Туполевых не вставало. Разве что таковыми следовало считать таких как молодые Яковлев, Микоян, Ермолаев, да Таиров (их самолеты – это Як-1, -2, -4; МиГ-1, -3; Ер-2, ОКО-6). Маловато. Не по этому ли на съезде ВКП(б) в начале 1939 года царил молчание о "новых Туполевых". А глава авиапрома Михаил Моисеевич Каганович запросто провозгласил: "Да здравствует наш самый главный авиаконструктор товарищ Сталин!" (аплодисменты).

Когда вторая Мировая пришла к нам с Запада, ВВС РККА потерпели фантастические потери: около 4000 аэропланов за первые два дня. Немцы – не более 200.

Чтобы лучше понять почему, не лишне напомнить определенные фрагменты истории советской авиации.

Было ли столь вероломным нападение Германии 22 июня? Для офицерской элиты Красной Армии – нет. 6 апреля 1941-го пропала вера в дружбу с вермахтом. Это был день "югославского Ковентри" – варварской бомбежки Белграда армией Люфтваффе. Но почему Сталин как бы не заметил гибели 17 тысяч жителей столицы дружественной Югославии? Он доверился Гитлеру и парадоксально пребывал в своем доверии до восхода солнца 22 июня.

Не потому ли, что фюреру вместе с его японским союзником удалось прельстить "Вождя Народов" блефом перспектив присоединения Москвы к "оси" Берлин – Рим – Токио? И пресловутый сталинский гений нацелился на глобальную игру в раздел Британской империи. А Берия уже весной 1939 г. курировал (не без контактов ли с Берлином?) сверхсекретную разработку лучшего, но опального конструктора Туполева – суперсамолеты (АНТ-57 и АНТ-58), предназначенные, прежде всего, для разгрома Скапа-Флоу, главной военно-морской базы Британии. Судя по ряду симптомов, Сталин собирался в 1942-м ударить с немцами по Британии. Это видно хотя бы по запланированному на 1942 г. не только выпуску 1000 туполевских супербомбардировщиков "103" (АНТ-58), но и сдачи советскому флоту десятков подлодок, двух крейсеров, вооруженных девятью немецкими 380-миллиметровыми орудиями класса "Кронш-

тадт" (41 500 т), первых (из 26!) пяти – класса "Чапаев" (14 000 т). А в 1943 г. – спуск на воду трех 65 000-тонных линкоров, не считая серию легких крейсеров класса "Киров" с двигателями "от Муссолини". Но эти планы были свернуты уже потому, что Гитлер вероломно нарушил союз с Москвой, который подразумевал совместное "доедание" Британской Империи. Собственные имперские амбиции Сталина обусловили переговоры Москвы и Берлина о продаже Москве ряда боевых кораблей, начиная с линкора и трех тяжелых крейсеров класса "Принц Ойген", а также чертежей суперлинкора "Бисмарк"...

Премьер Великобритании Уинстон Черчилль неоднозначно отреагировал на сообщение об успешном нападении японской авиации 7 декабря 1941 г. на базу США Перл-Харбор, где было убито 2795 офицеров и солдат, 879 ранено, уничтожено почти двести их самолетов и главное – потоплено четыре линкора и столько же сильно повреждены, не говоря о множестве более легких боевых кораблей. Напали 360 самолетов с 6 японских авианосцев. 60 их самолетов все-таки были американцами сбиты – почти все зенитным огнем. И хотя господство на Тихом океане перешло к Японии, злорадствующий Черчилль испытал, по его собственным словам, "величайшую радость иметь теперь Соединенные Штаты на нашей стороне". Через четыре дня Германия объявила войну США. И Америка с Англией

оказались, по выражению Рузвельта, "связаны одной веревочкой". Изоляционизму США, на который Гитлер надеялся, пришел конец.

9 декабря Черчиллю озарила идея "гордого жеста": немедленно направить два мощных британских линкора - "Рипалс" и "Принц Уэльский" - из Сингапура через Тихий океан, чтобы усилить остатки американского флота.

Объединенный британско-американский флот будет способен, мечтал Черчилль, дать решающий морской бой японцам. И в самом деле: 242-метровый "Рипалс" при быстроходности до 33 узлов имел массу (водоизмещение) 37 400 т, в том числе благодаря 23-сантиметровой боковой броне и шести 380 мм орудий, стрелявших 870-килограммовыми снарядами, начиненными 194 кг взрывчатки. Экипаж - более 1200 моряков. Более новый (1939 г.) 227-метровый "Принц Уэльский" с десятью 356-миллиметровыми пушками развивал 29 узлов при массе до 44 500 тонн, из которых на броню, достигавшую с боков 38 см, приходилось более 14 000 тонн, экипаж - более 1500 человек.

Эти колоссы считались ключевыми в глобальном противоборстве - в том числе для защиты Австралии против японской агрессии.

Черчилль вспоминает: "...захваченный мыслями о привлекательности этих замыслов, я отложил на утро конкретные распоряжения о "Принце Уэльском" и "Рипалсе"... Всего через пару часов эти первоклассные линкоры были подбиты японской авиацией и легли на дно".

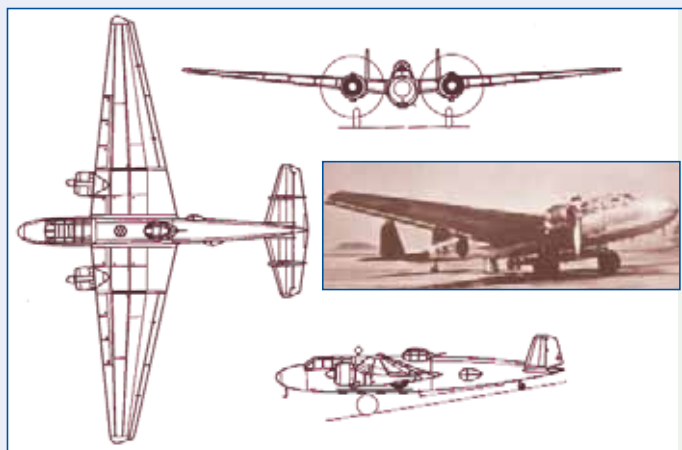
В 10 утра премьер Британии, услышав от морского министра эту весть, испытал "невыносимое потрясение, несравнимое с чем-либо за всю эту войну". Утешало лишь то, что не было свидетелей его истерики.

Истерика премьера Уинстона Черчилля была вызвана, по меньшей мере, двумя причинами - не только невыносимостью утраты любимых линкоров, но и уместными угрызениями совести.

Ведь так недавно - 11 ноября 1940 г. Англия одержала историческую победу на Средиземном море. Главная база ВМФ Италии Таранто была так удачно атакована группой из 21 британских авианосных торпедоносцев Fairy "Swordfish" ("Меч-рыба"), героические экипажи которых, потеряв всего одну машину, сумели разгромить почти половину ВМФ фашистской Италии, включая три подбитых линкора. Среди них особый интерес представлял уникальный новый линкор - гордость самого Муссолини: Littorio (9х380 мм орудий, 46 000 т водоизмещения, 1880 членов экипажа, 240 м длины, броня до 35 см (20 см палубная), скорость до 30 узлов, 24 зенитки). В него британские асы попали тремя 18-дюймовыми торпедами, сброшенными с трех торпедоносцев - архаичных тихоходных (200 км/ч при дальности до цели не более 800 км) $\approx$ 3,5-тонных бипланов образца 1934/36 годов(!). Этот парадоксальный британский успех был тщательно изучен и усвоен японской морской авиацией. Возможность такого рикошета ускользнула от внимания британского гения государственности.

Но японцы удивили своими торпедоносцами.

Уничтожение превосходных британских линкоров 7-местными двухмоторными (2 по 1075 л.с.) 8-тонными торпедоносцами "Мицубиси" (60 "G3M2" плюс 26 "G4M1" с потерей трех машин) подтвердило,



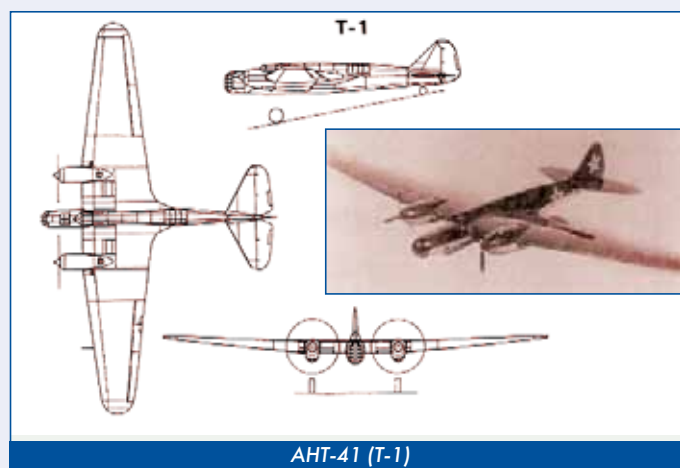
Дальний бомбардировщик Mitsubishi G3M

что главной ударной силой на морях стала авиация. Ее недооценка, доходившая до презрения к японской авиации, была типичной среди британских адмиралов, не позаботившихся о надлежащем ПВО. Аналогичную халатность проявили и американцы 7.XII.41 г.

Еще в 1936 г. "с дальним прицелом" в японские ВМФ от фирмы "Мицубиси" стали поступать первые образцы лучшего в мире торпедоносца "G3M" с уникальным тогда ламинарным 25-метровым крылом. Его радиус действия (в который англичане попросту не верили!) был рекордным: до 2000 км к цели с 800-кг торпедой на скорости 300 км/ч. Торпеда несла в себе в четыре раза больше взрывчатки, чем грандиозный снаряд 380-миллиметровых пушек британских линкоров.

Между прочим, крупнейшие американские торпеды имели менее 400 кг взрывчатки, а британские даже менее 200!

Но вряд ли англо-американские эксперты, тем более - японские подозревали, что рекордные показатели японских торпед были, в принципе, перекрыты в СССР, где в 1936 г. уже испытывался в полете торпедоносец Т-1 конструкции Туполева (АНТ-41). Эта 9-тонная машина размахом около 26 м с двумя моторами Микулина по 1200 л.с., способная летать на 150 км/ч быстрее японского конкурента (но не так далеко), вмещала в свой длинный люк сверхсекретную торпеду, в полтора-два раза по мощности превосходившую японскую.



АНТ-41 (Т-1)

Вряд ли Черчилль и Рузвельт подозревали, что целью этого туполевского шедевра были корабли "империалистических держав", начиная с британских. Из дальнейшего повествования следует, что британский флот вполне мог испытать разгром своей основной базы "Скапа-Флоу", по сравнению с которым и уничтожение британских линкоров японцами в южно-китайском море 10 декабря 1941 г., и ликвидация боеспособности тихоокеанского флота США 7 декабря в Пирл-Харборе выглядели бы слабыми.

Главная база британского флота расположена в бухте Скапа-Флоу. Это - центральная часть Оркнейских островов, что у северной оконечности Шотландии. Там - наивысшая концентрация силы, реализующей идею "Правь Британия Морями". И в глазах стратегов Коминтерна, готовящих избавление мирового пролетариата от оков империализма, такая база ВМФ не могла не фигурировать в качестве потенциальной цели. Поэтому совпадение следующих цифр вряд ли случайно: дальность 4200 км создававшегося торпедоносца соответствовала расстоянию в 2000 км до Скапа-Флоу от Мурманска и 1900 км от базы ВВС РККА в Пулково под Ленинградом. Но многообещающий АНТ-41 (Т-1) остался недоработан и недоиспытан.

В один из дней октября 1937 г. на аэродроме НИИ ВВС РККА состоялась презентация этой перспективной машины в присутствии Сталина и его свиты, в которую входил маршал Кулик, недавно сменивший репрессированного Тухачевского - "врага народа", с которым у Туполева было взаимопонимание о перспективах вооружений для РККА.

Испытания Т-1 шли не гладко, нерешенные проблемы были весьма наукоемкими, а Кулик оставался красным офицером - кавалеристом и невеждой в технике, но преданным Вождем. Иными словами - "Тухачевский наоборот".

Желая выслужиться перед Сталиным, Кулик язвительно заметил: "Неужели даже Туполев не смог разместить в люке Т-1 торпеду по-более этой"? Андрей Николаевич бросился к Вождю, восседавшему на раскладном стульчике, и живо жестикулируя, уверял, что достигнутое - это мировой рекорд. Застигнутый врасплох Вождь отпрянул и ... чуть было не свалился со стульчика, что вызвало едва сдерживаемый смех среди свиты...



А.Н. Туполев (лето 1937 г.)

Через день-другой Андрей Николаевич Туполев исчез. Не стало такого Главного Конструктора ЦАГИ, как и обладателя иных важнейших постов в авиапроме. 49-летний корифей мирового авиастроения был лишен и всех наград, и звания члена-корреспондента АН СССР, не считая свободы.

Забегая вперед, напомним, что сразу после Великой Отечественной, когда он уже ряд лет расстался с колючей проволокой и стал даже Героем Социалистического Труда, его выбрали академиком АН СССР, но ... последовал звонок из Кремля и ... было объявлено о вторичном избрании Туполева член-корр. В академике

его пришлось утверждать вторично - сразу после кончины Сталина. Его прославленные на весь мир самолеты стали с конца 1937-го называться как угодно, но только не его инициалами АНТ. Дважды совершавший первым в мире трансарктические перелеты АНТ-25 превратился в ЦАГИ-25 или РД, рекордный АНТ-37бис оказался "Родиной", а громадные АНТ-6, высаживавшие экспедиции "Северный Полюс", фигурировали исключительно под инвентарными номерами.

В некрологе на кончину Туполева в январском (1973 г.) номере лондонской "Таймс" будет напечатано такое: "...Туполев был арестован по обвинению в продаже немцам чертежей истребителя, который ими был построен как Мессершмитт-109. Суд НКВД приговорил Туполева к смертной казни... В ожидании казни он получил приказ разработать проект бомбардировщика, выполнил этот приказ и приговор смягчили - его ожидало всего лишь пожизненное заключение. Но когда по его проекту построили Ту-2, наградой был возвращен свободы и новая благосклонность властей".

Сплетня о продаже немцам проекта то ли "109", то ли "110" была пущена в оборот для умиротворения обывателей, т.е. профанов. В народе прошла волна недоумения - "посадить гордость нации, надежду нашей авиации, хорошо известного патриота?" А теперь каждый инженеришка и профессоришка затрепещет: "не оправдаешься - самого Туполева взяли!".

Впрочем, такое обвинение Туполеву не предъявляли - это выяснено. Ежов официально обвинил Андрея Николаевича в умышленно вредительском проектировании заведомо некачественных аэропланов.

Но тогда надо снимать с производства самолеты его конструкции! Генералы ВВС, не рисковавшие заступаться за Туполева лично, отстояли выпуск основного тогда бомбардировщика АНТ-40 "СБ" - лучшего в Европе и выпущенного в 1936 г. тиражом 268 шт., в 1937-м - 926 шт. Так что, вопреки НКВД, тиражи пошли: 1427 шт. в 38-м, 1778 в 1939-м, 2195 в 40-м! Это не могло не сказаться на судьбе опального Гения. Да и Ежова убрал из НКВД в 38-м, заменив на изощенного Берия. Уже в январе 39-го повод для суда стал иным: "получены показания, изобличающие Туполева как одного из руководителей террористической организации, именуемой РУССКО-ФАШИСТСКАЯ ПАРТИЯ". Пока подыскивали и допрашивали "свидетелей", минули месяцы и состоялась пресловутая дружба с нацистской Германией. Так что обвинение в фашизме, да и в продаже чертежей другому великому авиаконструктору - другу Гитлера Вилли Мессершмитту вышло из моды. Наконец, в январе 40-го было решено его немедленно судить на основе нового пакета обвинений.

Прокурор СССР Панкратьев обвинил Андрея Николаевича в том, что он, "Туполев возглавлял антисоветскую вредительскую ор-

ганизацию в авиационной промышленности и проводил вредительскую диверсионную работу в самолетостроении и занимался шпионажем в пользу Франции", которая к этому времени уже успела превратиться из друга и союзника в потенциального противника. Но этого мало: Туполев "изобличается личным признанием 28.X.37 г. как участник кадетско-монархической организации", хотя "на допросе 23.XI.37 отрицал правильность всех имеющихся на него показаний". Оправдания Туполева не сработали: "Обвиняемый Туполев А.Н. приговорен Военной Коллегией Верховного Суда СССР 28 мая 1940 г. к 15 годам исправительно-трудовых лагерей с поражением в правах на 5 лет и конфискации имущества".

Не получилось: уже 19 июля 1941 г. он оказался досрочно освобожден постановлением Президиума Верховного Совета со снятием судимости...

Для понимания сути этой непростой и имеющей глобальное значение истории мнимых преступлений и реальных подвигов Туполева, сначала познакомимся с уникальным документом - письмом Туполева к самому Лаврентию Павловичу Берии.

Народному комиссару внутренних дел Л.П. Берия от Туполева А.Н.

8-го июня с.г. мне объявлено решение Военной Коллегии, которым я признан виновным и присужден к 15 годам лишения свободы, к 5 годам поражения в правах с конфискацией имущества.

Никогда не занимаясь никакой антисоветской деятельностью, я не совершил ни одного проступка против советской власти и никакого акта вредительства или диверсии, я никогда и никому не давал никаких шпионских сведений и никогда не состоял ни в какой антисоветской организации.

Всё вынужденно мною подписанные, под угрозами, как по отношению ко мне лично, так и по отношению к моей семье, являются ложными и в действительности ничему не соответствуют.

Всю свою жизнь я честно работал на пользу советской власти и мне удалось создать конструкции целого ряда самолетов, торпедных катеров и других аппаратов, которые были приняты на вооружение Красной Армии.

Таковы самолеты: истребители И-4 и И-14, разведчики РЗ, Р6, бомбардировщики: тяжелые ТБ-1, ТБ-3, ТБ-7, скоростной СБ, морские самолеты МДР-4, МТБ-2.

Ряд пассажирских самолетов моей конструкции состоял и состоит на гражданских воздушных линиях. Таковы пассажирские самолеты АНТ-9, АНТ-14, АНТ-35, Максим Горький.

Кроме того, мною сконструирован специальный рекордный самолет РД, на котором были совершены перелеты Грозовым и Чкаловым в Америку. На самолете моей же конструкции "Родина" героини-лётчицы совершили перелет Москва - Дальний Восток.

На самолете моей конструкции "Страна Советов" летчик Шестаков совершил первый перелет из Москвы в Америку, а Громов на моих же самолетах "Пролетарий" и "Крылья Советов" совершил полеты по Европе.

Торпедные быстроходные катера Г-4 и Г-5, тоже моей конструкции, приняты на вооружение и построены в достаточно большом количестве, и до сего времени являются самыми быстроходными торпедными катерами в мире.

Вновь спроектированные мною, по особому заданию И. В. Сталина, катера Г-6 и Г-8 к моменту моего ареста проходили испытания в Севастополе.

Г-6 восьмимоторный особо быстроходный тоннажа 80 т особого рода катер миноносец не имеет себе равных и только сейчас стало известно, что немцы стали применять торпедные катера такого же тоннажа и успешно топят английские и французские военные корабли.

Второй катер Г-6 является специально мореходным катером и в то же время малым по габаритам, что позволяет перевозить его по железным дорогам, что при нашем расположении морей и производственных баз особо важно.

Будучи по клевете и лжи арестован, я считал невозможным, что-

бы столь ценный коллектив, который был одновременно со мною арестован, сколь либо долго не работал над созданием новых типов самолетов для нашего Воздушного Флота и сделал письменное предложение.

1. Внедрить в серию срочно самолет моей конструкции ТБ-7, являющийся наилучшим в мире 4-х моторным бомбардировщиком.

2. Внедрить в серию 4-х моторный морской самолет моей конструкции МТБ-2.

3. Внедрить, доведя спешно испытания до конца, т.к.: Г-6, Г-8 - наилучшие в мире на сие число.

4. Внедрить самолет "Иванов".

Построить вновь:

1. 2-х моторный пушечный скоростной истребитель под 2 мотора М-105.

2. Самолет штурмовик массового назначения.

Будучи переведен в КБ, в Болшево, проработав вопросы поражения, с пикирования, морских судов, укрепленных точек и живой силы противника, сделал ряд предложений по созданию пикирующих бомбардировщиков в мае 1939 года, а именно:

ПБ-скоростной 4-х моторный дальний пикирующий бомбардировщик был под моим руководством разработан не только по форме эскизного проекта, но и технического проекта, частично и рабочего проекта.

Тогда же я предложил (апрель 1939 г.) через генерала Давыдова модифицировать совместно с заводом № 22 самолет СБ в пикирующий бомбардировщик переходного типа.

Наконец, в конце 1939 г. я предложил создать пикирующий 2-х моторный бомбардировщик ближнего действия ФБ, который сейчас и находится в постройке, а макетной комиссией военно-воздушного флота признан особо важным для обороны страны и подлежащим самому спешному осуществлению.

Я считаю своим долгом заявить, что к какому-либо недоброжелательному отношению к советской власти я не имел никаких предпосылок.

Я и все мои родные никогда не были ни богаты, ни знатны и ничем не связаны ни со старыми правящими дореволюционными кругами, ни с миром богатых, а всегда жили на свои трудовые доходы.

К моменту создания советской власти я работал по организации аэродинамической лаборатории Московского высшего технического училища и тотчас же начал работать по организации Центрального аэрогидродинамического института (ЦАГИ), оказавшего столь важную роль в деле строительства советского воздушного флота.

И таким образом вся моя творческая деятельность проходила уже при советской власти и на ее пользу. Советская власть и лично Иосиф Виссарионович мне всячески помогали создать мои конструкции, дали мне почетное положение в Союзе, наградили орденами и т. д.

Из всего этого вместе взятого видно, что никаких предпосылок к враждебным поступкам по отношению к советской власти у меня не могло быть, да и не было, а, наоборот, Советскую власть я считал своей родной, а Советский Союз - своей горячо любимой Родиной, на пользу которого я и отдавал все свои силы.

Клевете, лжи и врагам советской власти удалось лишить меня доверия и привести в тюрьму, к осуждению.

Я обращаюсь с просьбой, учитывая всю мою работу на пользу Советского Союза по созданию воздушного флота, отмените решения военной коллегии и восстановите меня в правах советского гражданина и предоставьте мне полноценную возможность и далее быть полезным Советскому Союзу созданием новых военных и гражданских самолетов.

Что же касается до вынужденно подписанных мною ложных протоколов, то за свое малодушие я достаточно наказан почти трехлетним лишением свободы.

13 июня 1940 г.

Народный комиссар, я очень прошу принять меня и лично заслушать.

А. Туполев

Итак, Туполев в июне 1940 года апеллирует к Лаврентию Павловичу Берии, убеждая наркома внутренних дел СССР не столько в своей невинности, сколько в полезности своего вклада для ВВС РККА. Но Берия должен был, в некотором смысле, знать это лучше самого Туполева: в те дни более 80 % бомбардировочной авиации Советской Армии состояло из 4255 машин АНТ! Но не этот факт сыграл решающую роль.



Р. Бартини (1948 г.)

Мне рассказывал интернационалист и талантливый авиаконструктор Роберт ди Бартини про личную встречу с Берией. Он урезонивал Берию, что в "шараге" нерационально держать конструкторов, которые сами рвутся к созидательной работе на благо советской авиации, а самого Бартини посадили ни за что! Берия парировал: "так-так, значит посадили ни за что, а теперь выпускать ни за что? Нэт, давай разработанный проект, докажи, что он лучше других - за это выпустим!" Бартини так и просидел в "шараге" полных десять лет - до февраля 1948 года..., т.е. значительно

дольше Туполева. Но ему достался не худший удел: конкурент самого Туполева - харьковский конструктор Константин Алексеевич Калинин, создавший первые советские удачные пассажирские и санитарные серийные самолеты, в т.ч. первое серийное "летающее крыло", был замучен до безумия, а затем расстрелян НКВД в 1938 г. В те же времена погибают такие как классик советской авиационной радиотехники Валериан Баженов - соратник Туполева по ЦАГИ, а также создатели снарядов "Катюши" - Лангемак и Клейменов.

Туполева арестовали 21 октября 1937 г. Через неделю нарком внутренних дел Ежов приказал арестовать его жену Юлию. Андрея Николаевича старались деморализовать, лишить собственного достоинства, шантажировать. Детали этой страшной эпопеи канули в лету, но итог известен. Туполеву сумели подорвать здоровье, но не собственное достоинство, несокрушимость которого бесила палачей, как и его независимость, пренебрежение к ритуалам преданности режиму, ради могущества которого он столько сделал и делает.

Статус беспартийного большевика так и остался за ним до кончины.

Мировая война, пламя которой уже охватило Дальний Восток еще в 1937 г., не считая более ранних событий в Испании, явно надвигалась на Европу. Роль боевой авиации, которую никакими приказами нельзя создать без фундаментальной и нетривиальной технической культуры, конструкторских и научных школ высочайшего класса, осознавалась политическими элитами мира все явственнее. Закат советской авиации в годы 1937-39 был очевиден. И Берия заявил Сталину, что концлагерные "шараги" НКВД поднимут уровень наших ВВС. Было спешно создано - за колючей проволокой - несколько новых авиационных КБ под эгидой "спецтехотдела НКВД" - сокращенно это обозначалось как "СТО". Три таких КБ возглавили туполевцы, арестованные практически одновременно: "СТО-ОДИН", т.е. "100" поручили возглавить В.М. Петлякову, взявшемуся создать двухмоторный высотный истребитель "100". Высотный двух-



С.М. Егер (слева) и А.Н. Туполев (1949 г.)

моторный бомбардировщик с герметической кабиной "102" взялся создать В.М. Мясисев. Туполеву позже этих своих учеников позволили создать свою группу и он был вынужден формировать новый коллектив, узнавая неофициально - через перестукивание за стенкой своей

камеры - кто же еще сидит. Так в его списке появились "чужаки", известные Туполеву как талантливые специалисты: Сергей Михайлович Егер, Роберт ди Бартини и другие, среди которых впоследствии оказался и сам Сергей Павлович Королев, спасенный, от гибели хлопотами легендарного летчика Громова: без его обращения лично к Берии летом 1940 г., Королева ждала бы мученическая смерть на лесоповале.

Егер рассказывал мне лично в 1969 г., что ранней весной 1939 г. его из Бутырок, где еще оставался сам Туполев, перевели в большевский концлагерь, заполненный инженерами и военспецами. Там ему встретился Бартини. Ожидая прибытия Туполева они, не теряя времени, начали конструирование двухфюзеляжного истребителя, напоминающего, как потом оказалось, американский "Лайтнинг", на котором в разгар войны в Европе воевал и погиб Сент-Экзюпери. Туполев появился внезапно. Был апрель 1939 г.

Самый оригинальный и самый прекрасный истребитель не устраивал Туполева, не отвечал ни его самолюбию, ни творческому потенциалу, ни конкретным задумкам, сформировавшимся вопреки тюремным мукам.

Андрей Николаевич задумал АНТ-57 - машину, которая призвана перевернуть тактику и стратегию войны, стать инструментом реального влияния на саму историю. Тяжелый дальний пикировщик - очень скоростной и высотный - неуязвимый от зениток и истребителей, многоцелевой, с дальностью 4000...5000 км: способный без потерь и сопровождения совершить успешный налет на Скапа-Флоу. "Наш главный противник - Великобритания со своим мощнейшим флотом, который вполне можно разгромить с воздуха", - первым делом заявил Туполев Егеру и Бартини.

Позже он признался Егеру, что оказался зком, конечно же, не без провокаций британской агентуры, поскольку в Лондоне понимают, какую угрозу для Британии представляют бомбардировщики, создаваемые Туполевым... Сам Егер склонялся к другой версии: Андрей Николаевич вызывал слишком большую зависть и недоброжелательство слишком многих слишком влиятельных лиц ... но спорить с Туполевым не стал.

Здесь не лишне добавить: пока Туполева опекали деятели масштаба Серго Орджоникидзе и Михаила Тухачевского, Кремль терпел его как исключительную личность. Ему прощали, когда он окружал себя в ЦАГИ лицами дворянского происхождения и к тому же беспартийными. Таковым был и шеф-пилот ЦАГИ Михаил Михайло-

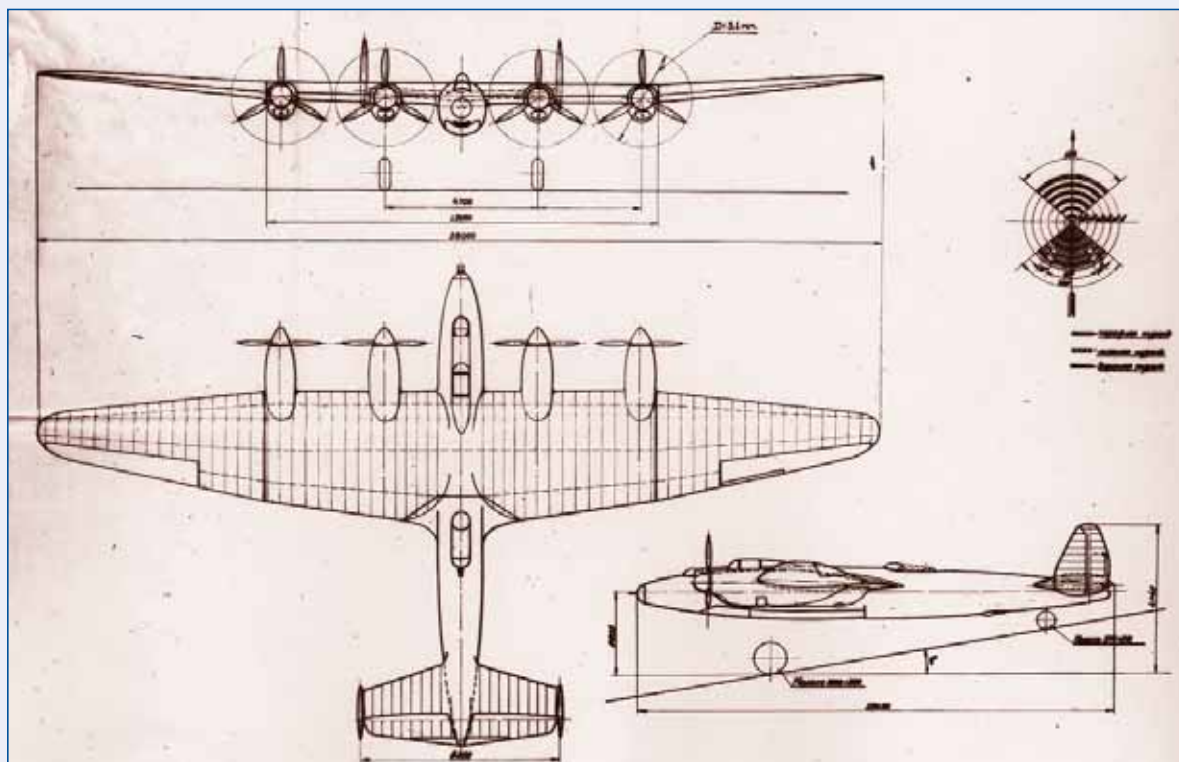
вич Громов. Более того, в Кремле стерпели, когда в 1935 г., на правах заместителя начальника ЦАГИ Туполев посмел официальным приказом запретить членство в коллегии (Ученом Совете) каждому, кто вступил в ВКП(б). Но вот Орджоникидзе не стало, и в его кресло уселся Михаил Каганович - старший брат сталинского любимца Лазаря. И Туполев, не смирившись с такой сменой руководства авиапрома, позволял себе шуточки наподобие: "Ну, теперь едем на прием к нашему дурачку".

Туполев отбросил мысль об усовершенствовании прежнего недоделанного проекта торпедоносца Т-1, скорость которого не превышала бы 550 км/ч. Англичане уже имели серийные истребители "Спитфайр", развивавшие 575. Новый проект рассчитан на 600 км/ч в первом варианте. 15-тонная машина должна лететь на высоте 10...11 км или даже выше, дойдя до базы ВМФ спикировать, уронив прицельно бронебойную 1000-килограммовую бомбу с высоты 5...7 километров, где эффективность зенитного огня противника еще слаба. Бомба разгонится от 900 км/ч (это максимальная скорость пикирования) до скорости звука, если не более, пробивая практически любую корабельную палубную броню. А тяжелый пикировщик развернется домой. Если же его сумеют перехватить "Спитфайры", скорость которых к 1941 г. наверное достигнет 600 км/ч, то их ждет огонь шести 20-мм пушек нашего "ПБ". Такие машины смогут не только подорвать военно-морскую мощь любой державы. Воздушный флот из сотен "ПБ" обеспечит контроль над всей Европой, а о Ближнем и Дальнем Востоке и говорить нечего.

Знал ли Туполев о переговорах с Германией о военном союзе? Вернее, мог знать, что его немецкий конкурент Эрнст Хайнкель создает 30-тонный дальний пикировщик "177", а фирма Дорнье - 16-тонный пикировщик "217". Но скорость этих машин всего около 500 км/ч. К тому же, "177" не стал настоящим пикировщиком. Выпущенный тиражом не менее 1000 штук, он оказался способным лишь на пологое пикие, позволявшее этой машине уходить от преследования "Спитфайров" и "Москито" на скорости около 700 км/ч после ночных бомбежек Лондона...

Вместе с тем, и сам Туполев с сотоварищами, и заказчики в ВВС осознавали некоторую авантюристичность проекта "ПБ". Правда, без доли авантюризма принципиально новые самолеты не создаются... Сделать четырехмоторный 15-тонный и достаточно прочным для крутого пикирования, и дальним, и высотным и при этом очень скоростным?! "ПБ" был проектом на пределе технических возможностей 1940 г. Новый коллектив КБ туполевской "шараги" был уникально хорош, но следовало бы иметь побольше специалистов такого же уровня, больше возможностей вне "шараги", бывшего влияния на промышленность, особенно на технологию производства, чтобы уверенно создать серийный "ПБ". Вот если бы заново слить коллективы Петлякова и Мясичева с туполевским, да еще на воле...

Между тем, практически одновременно с Туполевым (что не столь уж загадочно), в пока еще недружественной Германии тоже начались серьезные разработки тяжелых (≈ 20 т) скоростных (≈ 600 км/ч) пикиров-



Пикирующий бомбардировщик ПБ (материал любезно предоставлен руководством музея истории ОКБ АНТ)

щиков. И предназначались они для разгрома британской базы ВМФ в "Скапа-Флоу". Это был сугубо секретный проект "BOMBER-B". Поспешно, но не совсем удачно, в 1940-1943 гг. строились и испытывались опытные FW-191 Курта Танка, Ju-288 и другие.

А тут случилось нечто, отодвинувшее замысел "ПБ" в небытие.

В намерениях Туполева, внезапно узнавшего о начале вторжения Германии в Польшу и о пактах ненападения и дружбы СССР с Германией, произошел перелом. Андрей Николаевич осознал, что нам предстоит схватка с Гитлером, а не с Черчиллем... И теперь нужнее иная машина - более легкая 8-тонная, способная при 600 км/ч нести тонную бомбу не на 2000 км к цели, а всего на ≈ 1000 км: фронтовой бомбардировщик ("ФБ"), поражающий железнодорожные узлы, скопления танков, аэродромы, защищенные склады боеприпасов... и корабли.

Но Кремль по-прежнему придерживался антианглийской позиции, считая теперь, что разгром базы британских ВМФ "Скапа-Флоу" должен планироваться, предусматривая базирование "ФБ" на территории Германии, откуда до "Скапа-Флоу" как раз 1000 км, а от оккупированной Норвегии всего 500 км. Значит, ту же цель накроеет более массовый, но не менее эффективный бомбардировщик. Туполев спорить не стал, тем более что более ранний срок до испытаний этого самолета АНТ-58 ("103"), сулил скорое освобождение из "шараги".

Ключевое событие, достойное особого внимания, излагается здесь на основе свидетельств достаточно многих людей - участников события, пути которых со временем очень разошлись, но которых мне довелось знать в конце 60-х и начале 70-х годов. Эти замечательные люди - Егер, Бартини, Стефановский, Нюхтиков и Успенский. Моя попытка уточнить что-либо у самого А.Н. Туполева при двух встречах в апреле 1970 г. увенчалась его фразой: "Валя, не приставай зря!".

21 апреля 1940 года. Москва, улица Радио. Здание КБ АНТ при ЦАГИ - до октября 1937 года. Заседает "макетная Комиссия", рассматривающая проект многоцелевого двухмоторного самолета ФБ "сто три", он же АНТ-58, способного наносить точные удары бронированными бомбами (массой 1 т) с пикирования на скорости 900 км/ч, по целям на расстоянии ≈ 1000 км от аэродрома базирования. Большая скорость ФБ обеспечивалась хорошей аэродинамикой и двумя АМ-37 по 1450 л.с., что избавляло от необходимости сопровождения истребителями. Кроме бомбовой нагрузки до 3 т предусматривается установка двух 20-мм передних пушек в крыльях и подвеска направляющих, аналогичных системе "Катюша", для пуска 10 ракетных снарядов РС-132 или более крупного калибра 203 мм. Два скорострельных пулемета ШКАС обеспечивают защиту от истребителей,

атакующих ФБ сзади. Среди членов Комиссии - летчики-испытатели П.М. Стефановский из НИИ ВВС и М.А. Нюхтиков - шепилот нового туполевского КБ. Ему предстоит начать испытания ФБ в январе 1941 г.

Особое внимание Комиссии приковано к плакатам, среди которых выделяется карта Оркнейских островов с указанием главной базы британских ВМФ "Скапа-Флоу", а также - общий вид и разрез британского линкора "Нельсон", отличающегося наиболее мощной палубной (верхней) броней толщиной около 16 сантиметров.

Уже 25 мая 1940 г. председатель "макетной Комиссии" начальник НИИ ВВС генерал А.Н. Филин обратился к Берии: "Комиссия ... единодушно признала, что предложенный тип самолета ... является весьма актуальным и необходимым для ВВС РККА и что необходимо форсировать постройку опытных экземпляров самолета...".

Но кто был Филин, пусть он выдающийся авиатор, для Берии? Трагическая судьба Филина уже была предreshена. А по Туполеву уже 28 мая вынесут резолюцию - "отблагодарить" его 15-летним сроком каторги (см. выше). А если бы тот приговор сработал - кому бы присудили авторство АНТ-57 и АНТ-58? Ильюшину, Архангельскому или любимцу Сталина Яковлеву...

Начавшиеся испытания - январь 1941-го - блестяще подтвердили качества "103" ФБ-АНТ-58. Так, М.А. Нюхтиков достиг на этом 10-тонном бомбардировщике 635 км/ч на зависть конструкторам серийных истребителей мира!

17 июня 1941 г. появился приказ Народного Комиссариата Авиационной Промышленности за подписью Шахурина, гласивший, что "...завод № 18 должен выпустить ... в 1942 году 1000 самолетов "сто три"...".

Но Гитлер сорвал (совместные?) планы удара ВВС по главной базе ВМФ Британии, напав 22 июня. Когда Вождя информировали о начале вторжения Вермахта в СССР, Сталин помолчал, потом выразился так: "а все-таки Гитлер наверное об этом ничего не знает". Вождь так надеялся заняться с фюрером разделом "британского наследства"...

А нетривиальная история "103" (перевроплощенного в Ту-2) во время Великой Отечественной войны, тесно связанная с судьбой Туполева и его соратников, - тема следующего повествования.

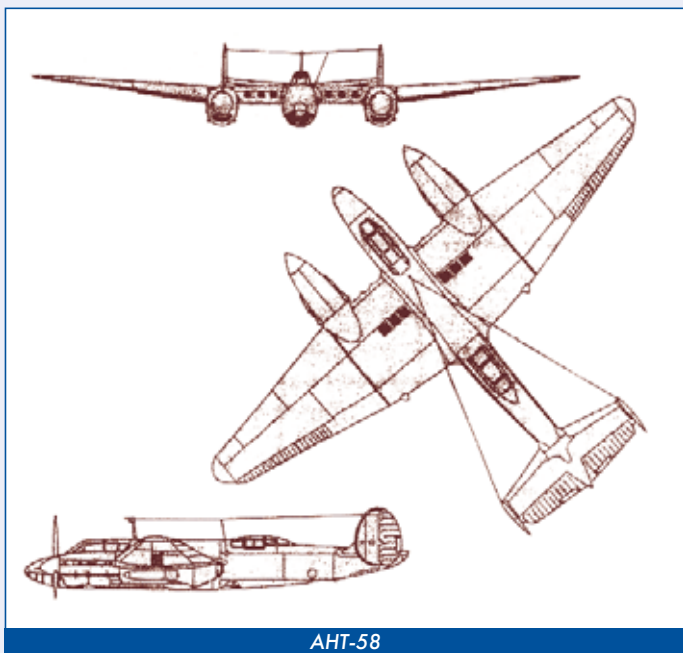
(Продолжение следует.)

Литература

1. W. Churchill: The Second World War, London, 1959.
2. В.А. Белоконов: "Инженер" № 12, 1990.
3. H. Köhler: Ernst Heinkel, Bonn, 1990.
4. R. Cescotti: Kampfflugzeuge und Aufklärer, Bonn, 1990.
5. W. Wagner: Kurt Tank, Bonn, 1991.
6. Brian Filley: Yunkers Ju 88 in Action, Pt. 2, Squadron, Texas, 1991.
7. Len Deighton: Blood, Tears and Folly, Pluriform, 1992.
8. В. Ригмант: Ту-2, "Авиация и Космонавтика" № 9, 1997.
9. А. Платонов: Энциклопедия советских надводных кораблей 1941-45, Полигон, СП, 2002.
10. Л. Берне, Д. Боев, Н. Ганшин: Отечественные авиадвигатели, Москва, Авио, 2003.
11. В.А. Белоконов: Парадоксы и блеф, 1941, "Политический класс", № 6, 2006.
12. В.С. Егер: Неизвестный Туполев, Москва, 2008.
13. М.Б. Саукке, В.Р. Котельников: Ту-2 (4, I), "Авиакolleкция", Москва, 2008.
14. А.С. Степанов: Развитие советской авиации в предвоенный период, Москва, 2009.

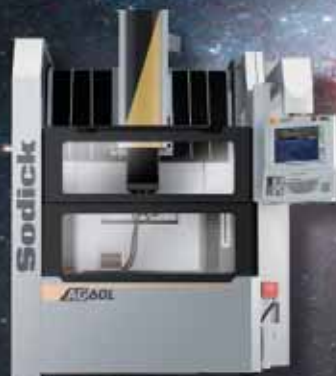


Линкор "Нельсон"



АНТ-58

Sodick



32000 линейных электроискровых станков в эксплуатации

(500 в России, Украине и др. странах б/СССР; на 12.2012 г.)

Единственный в мире изготовитель электроискровых (электроэрозионных) станков с проверенными временем плоскопараллельными линейными двигателями (ЛД).

Производство электроискровых линейных станков (станков с ЛД) с 1998 г.

Все линейные станки Sodick, включая самые первые 1998-1999 гг., по настоящий момент сохраняют неизменную точность позиционирования!

Испытанные пятнадцатью годами эксплуатации плоскопараллельные ЛД, разработанные для ЭИ станков, и ЭИ станки, сконструированные специально под плоскопараллельные ЛД. Собственная разработка, опытно-конструкторские работы, а также производство ЛД, Nd-Fe-B магнитов и систем управления для ЛД. Собственные системы компьютерных ЧПУ, ПО и CAD/CAM.



Точность позиционирования:

гарантия **10** лет

Впервые в отрасли!

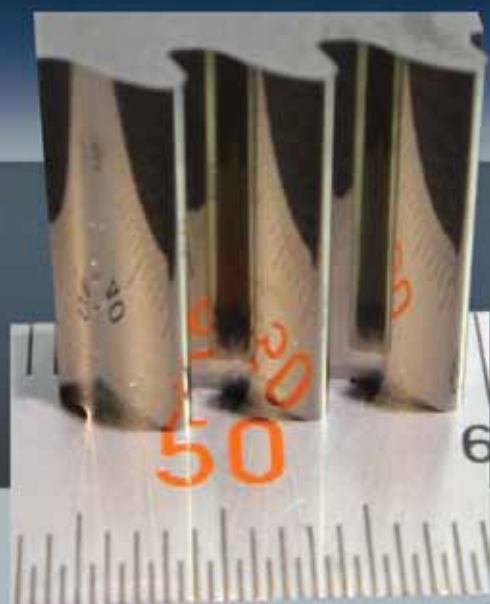
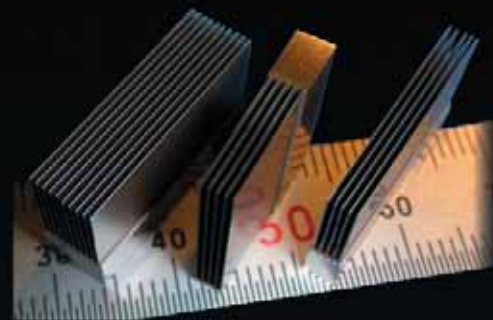
60 лет опыта производства ЭИ станков!

НАНОШЕРОХОВАТОСТЬ

**Шероховатость $Ra=0,006$ мкм
($Rz=50$ нано = 14-й класс!)
на серийном линейном
вырезном станке в масле!**

Sodick

www.sodick.ru



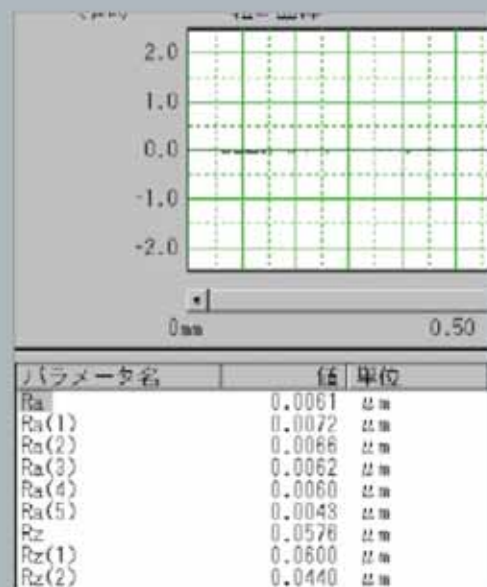
AP250L

**Рекордное зеркальное выхаживание
до уровня $Rz=50$ нанометров;**

**Сверхточная вырезка твердых сплавов
без выпадения кобальта;**

**Прецизионная вырезка тонкой проволокой
высоких пуансонов.**

**ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ В МАСЛЕ =
= ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ В ВОДЕ**



Рекорд отрасли!

Видеоэндоскоп XLGO+

НОВЕЙШАЯ РАЗРАБОТКА КОМПАНИИ GENERAL ELECTRIC!



Самый
компактный
в мире
видеоэндоскоп
с функцией
измерения

- Всесторонняя артикуляция до 180°
- Вес – всего 1,7 кг
- Длины зондов: от 2 до 9.6 м
- Диаметры зондов: 3.9 мм, 5.0 мм, 6.1 мм, 8.4 мм
- Инструментальный канал для извлечения посторонних предметов из зоны контроля
- Три типа измерений: сравнительные, теневые и стерео
- Дополнительный внешний монитор XpertVision 6,4" с автономным питанием



*Лучший инструмент для дистанционного
визуально-измерительного контроля в промышленности!*

Контакты:

www.xl-go.ru | e-mail: info@pamega.ru | Тел.: +7 (495) 600-36-42, 741-71-88

Бесплатная линия по России: 8 (800) 555-31-42 | Адрес: 129343, г. Москва, проезд Серебрякова, д. 2, к. 1