

ОДИННАДЦАТЫЙ ГОД ИЗДАНИЯ

ДВИГАТЕЛЬ
Основан в 1907 г.

1917

Двигатель

Научно-технический журнал № 6 (114 + 244) 2017



ПРОФИЛЬ

УЖЕДЬЯБНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ

ТЕХНИЧЕСКИЙ
СЛУЖЕБНЫЙ
ИЗДАНИЕ
ИЗДАТЕЛЬСТВО
ИЗДАТЕЛЬСТВО
ИЗДАТЕЛЬСТВО

ОТКРЫТА ПОДПИСКА
на журнальный, иллюстрированный, научно-технический журнал
„ДВИГАТЕЛЬ“

Редакционный совет



Научно-техническое издание по освещению проблем в промышленности



Памятная медаль к 100-летию Г.М. Бериева

Медаль АМКЭС "Преодоление"



- Агульник А.Б., д.т.н.,** заведующий кафедрой "Теория воздушно-реактивных двигателей" МАИ
- Бабкин В.И., к.т.н.,** первый зам. ген. директора 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.,** Президент АО "МОТОР СИЧ"
- Воронков Ю.С., к.т.н.,** зав. кафедрой История науки РГГУ
- Гейкин В.А., д.т.н.,** заместитель генерального директора - руководитель приоритетного технологического направления "Технологии двигателестроения" АО "ОДК", директор филиала НИИД АО "НПЦ газотурбостроения "Салют"
- Григорян Г.Г., д.т.н.,** вице-президент Общества "Знание" России
- Дическул М.Д.,** зам. управляющего директора ОАО "ОДК"
- Дмитриев В.Г., член-корр. РАН,** главный научный сотрудник ГНЦ "ЦАГИ"
- Зрелов В.А., д.т.н.,** профессор кафедры конструкции и проектирования двигателей ЛА СГАУ им. С.П. Королёва
- Иноземцев А.А., д.т.н.,** ген. конструктор ОАО "Авиадвигатель"
- Каторгин Б.И., академик РАН**
- Кравченко И.Ф., д.т.н.,** ген. конструктор ГП "ИВЧЕНКО-ПРОГРЕСС"
- 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"
- Ланшин А.И., д.т.н.,** научный руководитель - заместитель Генерального директора ГНЦ "ЦИАМ им. П.И. Баранова"
- Марчуков Е.Ю., д.т.н.,** генеральный конструктор - директор ОКБ им. А. Льюлька
- Пустовгаров Ю.Л.,** президент Торгово-промышленной палаты Республики Башкортостан
- Равикович Ю.А., д.т.н.,** проректор по научной работе МАИ
- Рачук В.С., д.т.н.,** председатель НТС АО "НПО Энергомаш"
- Ружьев В.Ю.,** первый зам. ген. директора Российского Речного Регистра
- Рыжов В.А., д.т.н.,** главный конструктор ОАО "Коломенский завод"
- Ситнов А.П.,** президент, председатель совета директоров ЗАО "Двигатели "ВК-МС"
- Смирнов И.А., к.т.н.,** ген. конструктор КБХМ - филиала ФГУП "ГКНПЦ им. М.В. Хруничева"
- Соколов В.П., д.т.н.,** Директор Российского учебно-научно-инновационного комплекса авиакосмической промышленности
- Троицкий Н.И., к.т.н.,** доцент МГТУ им. Н.Э. Баумана
- Фаворский О.Н., академик РАН,** член президиума РАН
- Чуйко В.М., д.т.н.,** президент Ассоциации "Союз авиационного двигателестроения"

РЕДАКЦИЯ

Главный редактор

Александр Иванович Бажанов
академик Международной инженерной академии

Заместитель главного редактора

Дмитрий Александрович Боев

Ответственный секретарь

Александр Николаевич Медведь, к.т.н.

Финансовый директор

Юлия Валерьевна Дамбис

Редакторы:

Александр Григорьевич Лиознов,
Ирина Михайловна Иванова,
Андрей Иванович Касьян, к.т.н.
Юрий Романович Сергей, к.т.н.

Литературный редактор

Эрнст Галсанович Намсараев

Художественные редакторы:

Александр Николаевич Медведь
Владимир Николаевич Романов

Техническая поддержка

Ольга Владимировна Лысенкова, к.пед.н.

В номере использованы

фотографии, эскизы и рисунки:

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.: (916) 600-8237.

dvigatell@yandex.ru

boeff@yandex.ru

aib50@yandex.ru

www.dvigately.ru

Электронная версия журнала (2006-2017 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, механике, машиностроению и машиноведению, энергетическому, металлургическому, транспортному, химическому, транспортному, горному и строительному машиностроению, авиационной и ракетно-космической технике в числе журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертации на соискание ученой степени доктора и кандидата наук. Индекс 1629 в общероссийском Перечне 2015 г.

Научно-технический журнал "Двигатель"©

зарегистрирован в ГК РФ по печати.

Per. № 018414 от 11.01.1999 г.

19-й (110-й) год издания.

Отпечатано

ЗАО "Фабрика Офсетной Печати" Москва.

Тираж 3 000 экз.

Периодичность: 6 выпусков в год.

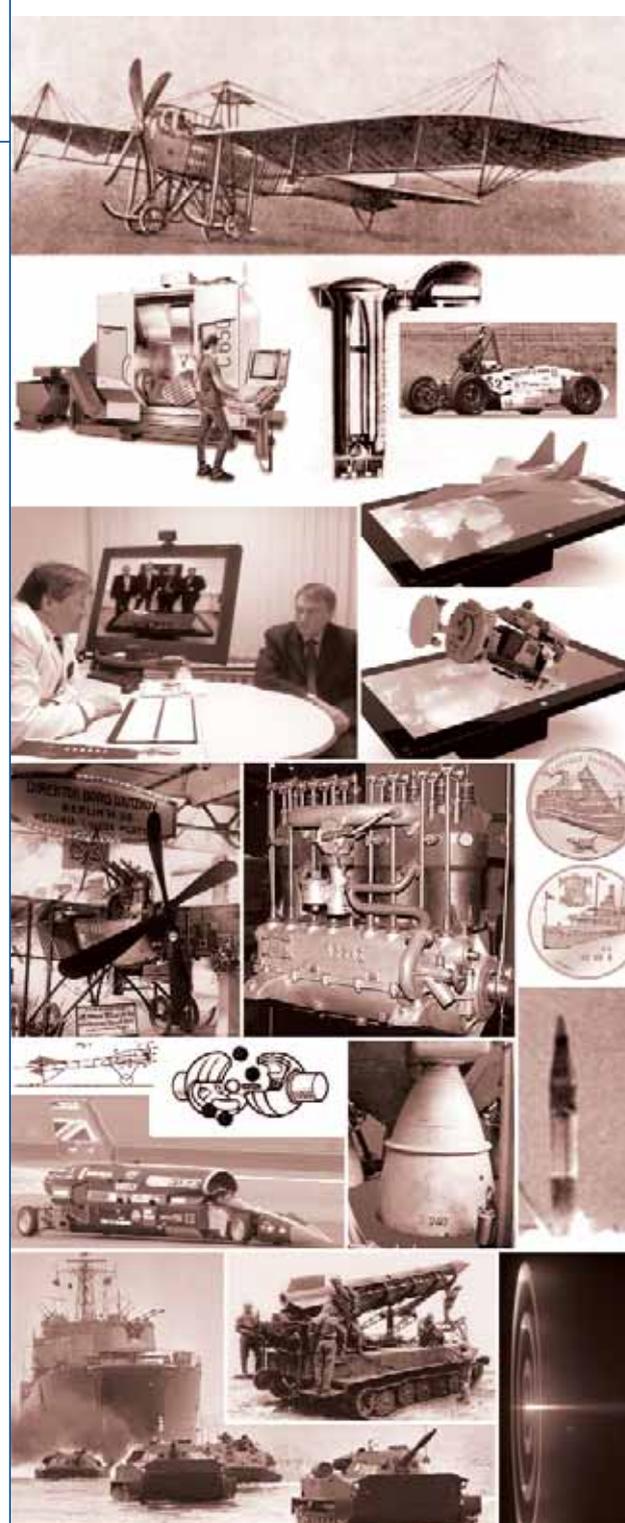
Цена свободная.



К 100-ЛЕТИЮ ЖУРНАЛА "ДВИГАТЕЛЬ"

СОДЕРЖАНИЕ

- 2 Технологии трехмерной визуализации в инженерном деле**
А.А. Богомолов, С.В. Кувшинов, К.В. Харин
- 7 К 110-летию выхода первого номера журнала "Двигатель"**
А.И. Бажанов, Д.А. Боев
- 9 Новая модель обрабатывающего центра С 650 HERMLE**
- 10 Использование программного комплекса RICARDO WAVE для симуляции работы двигателя с турбокомпрессором гоночного болида класса "Формула студент"**
М.Г. Татаров
- 11 Информация: Bloodhound SSC**
- 12 Турбулентность. Тензоры и хаос**
Ю.М. Кочетков
- 16 Физики и математики**
А.Г. Прудников, Д.А. Боев
- 20 Тридцать три года в ракетной технике: успехи, разногласия, конфликты. Переохлаждённый кислород и проведение ЛКИ**
В.Ф. Рахманин
- 29 Информация: Ионный двигатель ХЗ**
- 31 Немного из истории МБР "Титан"**
А. Идин
- 32 Вклад инженера Б.Г. Луцкого в развитие мирового самолетостроения и авиационного моторостроения**
А.В. Фирсов
- 36 Речные суда на монетах мира**
А.В. Барановский
- 38 Танки от и до**
О.Н. Брилёв



ТЕХНОЛОГИИ ТРЕХМЕРНОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ В ИНЖЕНЕРНОМ ДЕЛЕ



Александр Александрович Богомолов, компания Nettle
Сергей Викторович Кувшинов, к.т.н. дир. МИНОТ РГГУ
Константин Викторович Харин, дир. ЦТПО МИНОТ РГГУ

В работе обсуждаются вопросы визуализации разрабатываемых объектов с использованием технологии MotionParallax3D. Практический опыт применения данной технологии в образовательных процессах дополнительного образования позволяет сделать заключение о том, что у учащихся достаточно быстро формируется "объемное" мышление, в результате которого количество конструкторских ошибок и неточностей резко сокращается.

The article discusses visualization of the developed objects using MotionParallax3D technology. Practical experience of application of this technology in the engineering education, it can be concluded that the students fairly quickly formed a "three-dimensional" thinking, in which the number of design errors and inaccuracies are reduced dramatically.

Ключевые слова: 3D-моделирование, трехмерная визуализация, технология MotionParallax3D
Keywords: 3D-modeling, three-dimensional visualization, MotionParallax3D technology.

Цифровые технологии - инструмент принципиального переформления и переосмысления окружающего мира, причем инструмент альтернативный. Можно сказать, что в XXI веке закончился "меловой период" в образовании, на смену ему пришла эпоха концептуально новых цифровых устройств и технологий. Среди них в первую очередь следует отметить мобильные и интерактивные технологии, технологии беспроводного доступа, технологии трехмерной визуализации и ряд других. Они решительно настраивают людей на продуктивную работу с гипермедиа, интеллектуальными программами, обеспечивают контроль и мониторинг различных сторон жизни и в особенности - всех участников высокотехнологичного инженерного учебного процесса.

Под воздействием всего спектра технологий и оборудования, сетевых коммуникаций радикально меняется и сама парадигма образования XXI века. На наших глазах происходит трансформация обучения во времени и пространстве. За счет тотального насыщения пространства учебных заведений, городов, средств транспорта и т.д. сетевыми устройствами приема и передачи данных, возможности выхода в сеть Интернет у учащихся появляется уникальная возможность оперативного доступа к образовательным ресурсам. Впервые в истории образования учащиеся перестают быть жестко привязаны к стенам учебного заведения. В настоящее время разработчики образовательных порталов все чаще используют дизайн обучающих систем и модулей, рассчитанный на доступ с мобильных, не стационарных компьютеров типа: смартфон, планшетный компьютер и других, тем самым создавая комфортные условия для обучения, выполнения творческих заданий вне классных комнат образовательного учреждения. Особенно это становится полезным при длительных стажировках, экспедициях студентов, необходимости пребывания в других часовых поясах. Учащиеся могут учиться где хотят, когда хотят и сколько хотят!

Постепенно образовательные ресурсы "перекочевывают" в Интернет вместе с программным инструментом обработки информации. Обучение становится "облачным". Несколько подробнее стоит остановиться на данной новой реалии современной жизни - использование облачных технологий. Облачные вычисления представляют собой динамически масштабируемый способ доступа к внешним вычислительным ресурсам в виде сервиса, предоставляемого посредством Интернета, при этом пользователю не требуется никаких особых знаний об инфраструктуре "облака" или навыков управления этой "облачной" технологией. Под "облаком" подразумевается не сам Интернет, а набор аппаратного и програм-

многo обеспечения, который обеспечивает обработку и исполнение заявок. В общем случае сервисы облачных вычислений представляют собой онлайн-овые приложения, доступ к которым обеспечивается посредством обычного Интернет-браузера. Учащемуся нет необходимости обладать производительным компьютером для запуска программного приложения, ему достаточно лишь обратиться через Интернет к соответствующему ресурсу, предоставляющему сервис облачного вычисления. Сегодня целевая аудитория технологий облачных вычислений - это уже не только высококвалифицированные в области информационных технологий пользователи, разработчики собственного программного обеспечения, но и студенты, школьники, молодые исследователи с начальным уровнем владения информационными технологиями. Данная технология имеет ряд заметных преимуществ. Первое - гибкость. Учащиеся и преподаватели могут сконцентрироваться на содержательных аспектах работы вместо того, чтобы расходовать время и ресурсы на управление технологической инфраструктурой. Второе - эффективность. Повышается продуктивность за счет сокращения затрат на технологическое обеспечение работ. Третье - простота. Пользователи могут применять существующие навыки разработки на знакомых языках для создания веб-приложений и служб, а также управления ими как в облачных центрах обработки данных, так и в локальных. Четвертое - надежность. У учебных заведений отпадает необходимость содержания большого штата системных администраторов и лаборантов. В европейских и азиатских странах все больше образовательных услуг переходит в облачные хранилища, и учащиеся, заходя на сайты своих учебных заведений, даже не подозревают, что обслуживание происходит распределенными ресурсами "облака".

Еще одной из особенностей современного образования является то, что появляется возможность более тесной медийной коллаборации участников образовательного процесса. Мультимедиа - это не просто компьютерные технологии, а вполне специфический язык общения, и не только пользователей с компьютерными устройствами. Учащиеся обмениваются информацией между собой, используя текст, графику, видео и анимацию - информационными блоками достаточной информационной емкости для передачи смыслов. Таким образом, происходит формирование определенных типов аудио- видео- графических сообщений, которые закладывают новый тип коммуникаций. Стремительное развитие систем видеоконференцсвязи, сетевых видео- и аудио- сервисов формирует определенную культуру медийного взаимодействия молодых лю-

дей. Ведение диалога с использованием компьютерных сетей, аудиовизуальных образов, включение их в образовательные процессы приводит к формированию определенного типа мышления, осуществления медийных, "пространственных" коллабораций. Учебники становятся все более зрелищными, в обучающих системах текст все больше заменяется медиа, дополненной реальностью, и в ответах на поставленные вопросы учащиеся все больше привлекают медийные объекты. Учебный процесс трансформируется с рождением нового языка медиа коммуникаций, и в этой ситуации важно ликвидировать тот разрыв, который неизбежно происходит в общении преподавателей, носителей традиционной культуры и учащихся "говорящих" на "новом" языке.

В условиях изобилия образовательных ресурсов происходит изменение роли педагога, наставника. Суть происходящей трансформации заключается в том, что педагог теряет "монополию" на знание, он перестает быть единственным источником знаний для учащихся - он становится навигатором в новом информационном океане данных и знаний. Следовательно, педагог должен осваивать новую область профессиональной деятельности, приобретает компетенции образовательного, "методологического" гида, путеводителя, менять форму взаимоотношений и взаимодействий. Большую роль начинают играть и новые виды учебных материалов, развивающих у учащихся навыки самостоятельного поиска ответов на учебные, проектные проблемы, навыки критического мышления для сопоставления и анализа информации, воспитания отношения к педагогу, как к партнеру в решении учебно-исследовательской проектной задачи. С течением времени обучение все больше становится гибридным и гибким. Развитие сетевых, коммуникационных технологий, технологий дистанционного обучения приводит к органичному сращиванию таких форм как: очное и дистанционное (заочное). Приходя домой из учебного заведения, уезжая на несколько дней, учащийся не должен чувствовать себя оторванным от учебного процесса. Соответствующим образом меняется и управление учебным процессом, в котором группа учащихся может состоять из очных, временно отсутствующих и заочных студентов. С развитием организации такого вида, получение образовательных услуг становится гибридным, т.е. появляется возможность более комфортного планирования всего времени обучения. Сегодня уже редкое явление, когда у высших учебных заведений нет дистанционной сетевой, Интернет формы обучения, а в ближайшем будущем это будет и в школах.

В последние пять лет наблюдается устойчивая тенденция к широкому внедрению в образование технологий трехмерной визуализации, особенно в инженерные специальности. Процесс перехода на трёхмерное восприятие информации, и соответственно на "трехмерное" мышление происходит не так быстро. Однако мы наблюдаем его существенное воздействие на процессы обучения. Трёхмерная визуализация уже применяется в большинстве видов деятельности: при конструировании и проектировании, при моделировании, при анализе данных и информации. Если раньше в образовании трёхмерное мышление развивалось только на специализированных предметах, таких как стереометрия, черчение, компьютерная графика и другие, то теперь всё чаще учащийся должен мыслить и воспринимать информацию "рельефно", объёмно по самым различным предметам.

Трёхмерные визуальные технологии становятся фундаментом, основой для построения структуры новой цифровой образовательной среды, организации проектного, учебно-исследовательского, и что особенно важно, производственного пространства нового типа [1]. Внедрение технологий 3D, цифровых персональных производственных процессов в образовательные учреждения дает уникальную возможность преподавателям находить новые способы работы с учебными и научными материалами по технологии case-studies, в особенности в специальном образом инсталлированном помещении - цифровой лаборатории.

Благодаря инновациям в области трехмерного прототипирования, совершенствования цифровых производственных машин, станков с ЧПУ стало возможным существенно снизить их стоимость

и упростить работу по наладке и непосредственно работе. Сегодня цифровая производственная лаборатория оборудуется набором универсальных инструментов, управляемых с компьютера, где возможно оперативно воспроизвести задуманное, спроектированное изделие, изготовить макет, а в некоторых случаях и само изделие. Такое оснащение позволяет лаборатории конкурировать с серийным производством. В Европе и США они уже показали свою возможность значительно облегчить создание единичных высокотехнологичных устройств для специфических нужд. В состав цифровой лаборатории, где изделие проходит от стадии зарождения концепции до действующего образца, включается комплекс аудиовизуального оборудования: 3D видеопроекторы, интерактивные средства управления визуализацией (интерактивные панели, столы, доски и др.), акустические системы объемного звука; коммуникационного оборудования для осуществления дистанционной связи и проведения многоточечных видеоконференций высокого качества; цифрового производственного оборудования - станки лазерной резки и гравировки, плазменные резаки, ножевые резаки для резки листовых материалов, трехосевые станки с ЧПУ, управляемые с компьютера субтрактивные фрезерные и токарные станки [2]; средства быстрого прототипирования - 3D-сканер, для быстрого создания точнейших трехмерных моделей имеющихся деталей, объектов, артефактов, их реинжиниринга и декомпозиции, и 3D-принтер для быстрого создания функциональных прототипов по разработываемым моделям с применением разнообразных технологий из различных материалов: пластиков, фотополимеров, металлов, бумаги и др. Дополнительно может использоваться оборудование для фрезеровки печатных плат: двумерные, высокопрецизионные фрезерные станки, а также рабочие места для разработки, сборки и тестирования микропроцессорной и цифровой электроники.

В российской системе образования отработка на практике цифровых производственных технологий стала возможной в конце 2012 года, когда Департамент образования г. Москвы создал на базе крупнейших 19-ти московских вузов Центры технологической поддержки образования - своеобразные цифровые лаборатории. В Международном институте новых образовательных технологий Российского государственного гуманитарного университета была создана подобная экспериментальная площадка российского образования для исследования и внедрения инновационных цифровых технологий в учебный процесс школ и вузов [3].

Этим центрам близки "по духу" STEM-центры (Science, Technology, Engineering, Mathematics) - сеть исследовательских лабораторий, поддерживающая научную, техническую и инженерную составляющую в дополнительном образовании [4]. Проект призван повысить интерес к инженерным и техническим специальностям и мотивировать молодых людей к продолжению образования в научно-технической сфере. STEM-лаборатории делают современное оборудование и инновационные программы более доступными для всех, заинтересованных в инженерной и исследовательской деятельности.

Учащиеся на базе таких цифровых лабораторий могут в течение очень короткого времени пройти путь от замысла до воплощения идеи, и, что оказывается весьма важно, получить результат в короткое время, а не останавливаться на презентациях и компьютерных моделях изделий. В рамках лаборатории происходит формирование нового типа проектного мышления молодых людей. Правда, этот процесс происходит не сразу. Развитие стереоскопических технологий, которые позволяют увидеть реальный или виртуальный мир в более естественном виде - объёмно, только первый шаг. Технологии 3D компьютерной графики, которые позволяют моделировать виртуальные объекты (пространства), создавать трехмерные модели и печатать их на 3D принтерах - следующий шаг в переходе на "трехмерное" мышление.

Трёхмерное проектное восприятие уже применяется в большинстве видов деятельности: при конструировании и проектировании, при моделировании, при анализе данных и информации. В большинстве отраслей уже применяются многие элементы трехмерного мышления: в технике, в образовании, в науке, в медицине и других

областях. В центрах ведется обучение в областях: моделирования, прототипирования, проектирования и дизайна. Учащиеся учатся мыслить объемно (системно) и создавать трехмерные материальные объекты. Процесс трехмерного мышления: трехмерное восприятие; трехмерное моделирование; обучение в 3D стерео; интерактивные 3D стерео приложения; разработка собственных трехмерных виртуальных объектов; "материализация" виртуальной реальности, 3D печать моделей; - и как следствие развитие творческих способностей.

Следует особо отметить, принципиально изменившийся в последние десятилетия подход к инженерно-конструкторской деятельности вообще, связанный с массовым применением компьютерных технологий, ориентацией на цифровые производственные процессы и значительным ускорением процесса конструирования от зарождения идеи, начального эскизирования до создания первых прототипов и их комплексного анализа. Современный специалист-инженер должен обладать такими основными компетенциями как:

- ◆ творческое и критическое мышление;
- ◆ аналитическая культура с привлечением знаний из различных областей;
- ◆ способность к сотрудничеству в интернациональных, межкультурных и междисциплинарных коллективах;
- ◆ способность к самостоятельному обучению в условиях стремительного обновления и совершенствования производственных процессов и технологий, появления новых материалов;
- ◆ способность к разработке новых идей и обладание совершенными навыками работы с новым высокотехнологическим оборудованием и информационными системами при постоянном обновлении версий ПО, модификации региональных и международных стандартов проектирования и т.п.

Современное рабочее место инженера-разработчика, проектировщика, дизайнера состоит из графической рабочей станции с профессиональным программным обеспечением, которая выполняет роль и "чертежного станда", и средства автоматизации расчетов, связанных с прочностью, надежностью создаваемых механизмов и конструкций, их сопряжением с другими имеющимися или еще только проектируемыми узлами и агрегатами готового изделия. Разнообразие оборудования, рассчитанное на работу, в первую очередь, не с плоскими классическими чертежами, а часто изначально с трехмерными объектами, выдвигает и новые требования к системе визуализации, которая должна обеспечивать эффективное отображение этих объектов в различных ракурсах и максимально реалистичном виде.

В качестве расширения возможностей уже получивших свое распространение стереомониторов для отображения объемных моделей с эффектом глубины предлагается использовать на различных этапах деятельности устройства визуализации, которые с некоторой долей условности можно назвать "голографическим монитором" или "голографическим столом", в частности, разрабатываемые российской компанией Nettle по технологии MotionParallax3D [5].

Термин "голографический" используется нами для обозначения того, что предлагаемые технологии визуализации позволяют точно и реалистично для человека передавать изображения трехмерных объектов с разных ракурсов по аналогии со ставшей уже традиционной для специалистов голографией, где для записи и воспроизведения изображения используется высокостабильное лазерное излучение [6]. В некотором смысле виртуальные отображения на MotionParallax3D дисплеях близки к мультиплексным голограммам, предложенным Ллойдом Кроссом [7], но намного полнее представляют демонстрируемый объект, что позволяет рассматривать их как полноценные голограммы в прямом смысле значения этого слова - как полную оптическую информацию об объекте.

В итоге процесс проектирования и прототипирования может характеризоваться следующими основными свойствами и преимуществами:

- ◆ высокая степень детализации моделей;
- ◆ демонстрация деталей любого размера, масштабирование;
- ◆ декомпозиция объекта, сборка/разборка на элементы;



Рис. 1 Технологическая цепочка процесса моделирования и прототипирования

1. Создание исходной 3D-модели с использованием известных пакетов САПР и моделирования.
2. Виртуальное прототипирование, при котором технология MotionParallax3D позволяет рассмотреть объект со всех ракурсов для всесторонней оценки прототипа, выявления коллизий, ошибок проектирования, возможностей доработки и пр.
3. Изготовление физического прототипа методами 3D-печати

- ◆ анимация работы узлов, возможность посмотреть на механизм в процессе его работы;
- ◆ расширенные возможности для отображения: передача цветов и визуальных свойств материалов (металл, пластик и т.д.);
- ◆ презентационные возможности: на выходе получается модель, которую можно использовать в рамках выставочных мероприятий;
- ◆ распределенное взаимодействие между участниками процесса: возможность отправить 3D-модели в электронном виде на другой конец света для оценки;
- ◆ экономия времени, материалов и ресурса оборудования, необходимых для 3D-печати [8].

Технологическая цепочка процесса разработки проекта от создания модели до получения прототипа будет состоять из трех взаимосвязанных этапов (рис. 1). При этом включение второго этапа (виртуального прототипирования) позволяет сэкономить время, материалы и ресурс оборудования на ранних этапах проектирования.

Многоракурсное трехмерное изображение создает иллюзию объемного объекта, обозреваемого со всех сторон, но формируемого на плоском экране. Пользователь в данном случае не отделен от реального мира - видя перед собой как реальные, так и виртуальные объекты, и не замечая разницы в их поведении, мозг человека полностью верит в формируемую иллюзию. В этом смысле предлагаемые MotionParallax3D дисплеи имеют преимущество перед шлемами виртуальной реальности, которые, как правило, полностью изолируют пользователя от реального мира, в то время, как MotionParallax3D дисплеи в той или иной степени позволяют ориентироваться в окружающем пространстве. Но это также накладывает на них определенные ограничения: поскольку пользователь видит одновременно и реальные и виртуальные объекты, необходимо, чтобы их поведение было идентичным. Проекция виртуальных объектов рассчитывается таким образом, что изображение, которое видит пользователь, полностью совпадает с изображением, которое он увидел бы, если бы виртуальный объект был реальным и находился в соответствующей точке реального пространства. Для

построения и отображения корректных проекций виртуальных объектов системе виртуальной реальности требуются актуальные координаты, из которых осуществляется наблюдение виртуального мира (положение глаз пользователя).

Для просмотра используются специализированные затворные 3D-очки с активными маркерами, по которым система с высокой точностью отслеживает положение пользователя в пространстве. На основе данных о положении глаз зрителя система рассчитывает проекцию виртуального объекта на плоскость экрана. В отличие от стереодисплеев, задействующих только бинокулярное зрение, MotionParallax3D дисплеи задействуют такой механизм восприятия объёма, как параллакс движения, т.е. смещение частей изображения друг относительно друга с угловой скоростью, пропорциональной разнице расстояния между ними и наблюдателем, при изменении их взаимного расположения. Этот механизм восприятия объёма задействуется путём постоянного перестроения изображения, исходя из актуальных координат глаз пользователя. Благодаря этому, виртуальные объекты смещаются друг относительно друга и относительно видимых реальных объектов по тем же законам и принципам, что и объекты реального мира. Это позволяет мозгу выстраивать целостную картину, содержащую одновременно реальные и виртуальные объекты с визуально неотличимым поведением. Но за счет перестроения проекции в режиме реального времени в данном случае объекты воспринимаются как имеющие определенную форму, объём, и расстояние от глаз пользователя и, тем самым, реалистичными со всех ракурсов. При этом управление положением и масштабом изображения на экране может осуществляться с помощью: традиционной компьютерной "мыши"; беспроводной сенсорной панели (тачпада), планшетов и смартфонов под управлением различных мобильных ОС; игровых джойстиков различных производителей; многоосевых 3D-манипуляторов. Еще одним способом управления является сенсорный бесконтактный контроллер, позволяющий пользователю взаимодействовать с объектами, управляя жестами.

В описываемых устройствах особое внимание уделяется геометрической корректности проекции как наиболее значимому показателю качества отображения информации. На геометрическую корректность проекции влияют точность отслеживания положения пользователя и промежуток времени между моментом начала определения положения пользователя и моментом вывода изображения на экран (задержка). Точность отслеживания непосредственно влияет на корректность проекции виртуального объекта и определяется общей геометрической ошибкой, зависящей от архитектуры и геометрии средств отслеживания и качества калибровки, а также интегрального показателя ошибки, вносимой шумом.

В системе трекинга используются уникальные камеры российской разработки с частотой считывания в штатном режиме до 900 кадров в секунду. Система из четырех камер гарантирует миллиметровую точность и устойчивость работы даже в агрессивных условиях по освещенности. Рабочая зона по вертикальному и горизонтальному (в плоскости экрана) углу обзора системы трекинга - более 170°. При этом оптическая система трекинга не требует калибровки в процессе эксплуатации, даже после транспортировки оборудования.

Промежуток времени между моментом начала определения положения наблюдателя и моментом вывода изображения на экран является основной причиной геометрической некорректности проекции 3D-сцены в системах MotionParallax3D. Причиной возникновения задержки является то, что на все операции по определению положения пользователя, построению и выводу проекции, требуется время.

Особенностью зрительного восприятия человека является то, что мозг воспринимает такую задержку отображения виртуальных объектов не как временное отставание, а как искажение геометрии виртуальных объектов. В этом случае диссонанс между информацией, поступающей к пользователю по зрительному каналу восприятия и от вестибулярного аппарата, может привести к проявлению у человека симптомов так называемого "киберукачивания", симптомами которого является тошнота, головная боль или боль в глазах [9].



Особенностью технологии MotionParallax3D дисплеев и столов является распределенная обработка данных трекинга: в каждую из высокоскоростных камер встроен микроконтроллер с собственным ПО на базе Embedded Linux, которое обрабатывает полученные данные и передает уже готовые для централизованной обработки сведения о положении маркеров. Также для повышения качества восприятия виртуальных трехмерных объектов и значительного уменьшения шансов проявления у пользователя вышеописанных симптомов применяется технология предсказания положения пользователя, что позволяет частично компенсировать задержку, однако точность и горизонт предсказания во многом зависят от разнообразных внешних факторов.

Для создания собственного контента учащимся предоставляется пакет средств разработки. Внедрение данной технологии отображения в образовательные процессы требует и специального подхода к установке учебных лабораторий. Такой полнофункциональный компьютерный центр может включать в себя несколько рабочих мест с полным набором оборудования и стандартного ПО и MotionParallax3D мониторами для интерактивного изучения со всех ракурсов и конструирования моделей, выполнения практических, творческих работ. Центральное рабочее место преподавателя позволяет управлять моделями на рабочих системах учащихся. 3D-проектор и проекционный экран или интерактивная доска дают возможность транслировать в режиме 2D или стерео (для просмотра в очках) отдельных ракурсов выбранной модели на всю аудиторию (рис. 2).

Образовательный контент может состоять из анимированных моделей объектов и явлений из различных учебных дисциплин, большая часть из которых вызывает проблемы при традиционном обучении в силу сложности визуализации в обычных плоских иллюстрациях, например, конструктивно-компоновочные схемы авиационных двигателей, летательных аппаратов или сложного оборудования. Весьма перспективным применением голографических столов может являться оснащение учебных лабораторий инженерных вузов, где демонстрируются и изучаются натурные объекты техники. На столах может быть воспроизведено достаточное большое количество разнообразных конструкций, которые нет возможности разместить в ограниченном учебном пространстве. За счет функции зуммирования уча-



Рис. 3 Визуализация элементов конструкции отсека оборудования летательного аппарата

щиеся могут "проникать" внутрь конструкций и изучать их устройство (рис. 3).

Создается виртуальная учебная экспозиция частей и агрегатов того или иного сложного технического изделия (рис. 4).

Из перспектив технологии MotionParallax3D можно отметить технологические возможности увеличения количества пользователей путем увеличения частоты кадров стереомонитора при корректном разделении предназначаемых каждому глазу видеопотоков или проецированием изображения индивидуально в каждый глаз с помощью специальных очков.

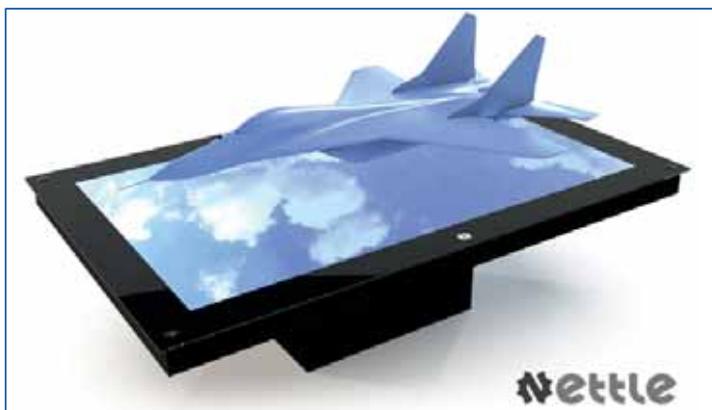


Рис. 4 Виртуальный экспонат учебной лаборатории частей и агрегатов планера ЛА

Важным является также упрощение интеграции систем визуализации с ПО для 3D-моделирования или создания трехмерного контента в различных областях, напрямую не связанных с цифровыми технологиями, включая например, промышленный дизайн. Особый интерес представляет разработка устройств для навигации и манипуляции виртуальными объектами вплоть до полного "погружения" пользователя в построенный виртуальный мир в образовательных целях (рис. 5).

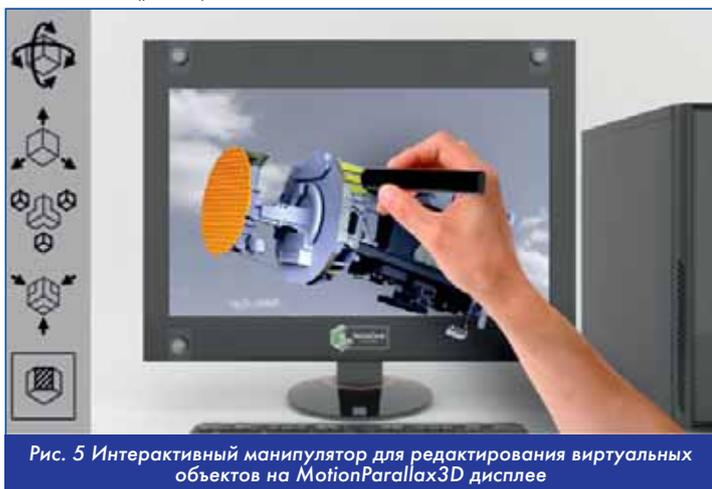


Рис. 5 Интерактивный манипулятор для редактирования виртуальных объектов на MotionParallax3D дисплее

Таким образом, с целью интенсификации процесса подготовки будущих специалистов в первую очередь инженерных специальностей, достаточно широко стали использоваться технологии персонального производства, построенные на базе машин лазерной резки, 3D принтеров, плоттеров, станков с ЧПУ и др. Для визуализации разрабатываемых объектов традиционно используются 3D видеопроекторы, стереоскопические мониторы, однако для более качественного отображения реалистичной трехмерной картины объекта, создания эффекта "присутствия" может быть весьма успешно применена технология MotionParallax3D. Практический опыт применения данной технологии в образовательных процессах инженерных специальностей позволяет сделать заключение о том, что у учащихся достаточно быстро формируется "объемное" мышление, в результате которого количество конструкторских, проектных ошибок и неточностей резко сокращается. Новые технологии трехмерного отображения катализируют переход инженерного образования с репродуктивного типа на креативный. **!**

Литература

1. Кувшинов С.В. Технологии трехмерной визуализации для преподавания гуманитарных дисциплин // Запись и воспроизведение объемных изображений в кинематографе и других областях: VI Международная конференция, Москва, 17-18 апреля 2014 г.: Материалы и доклады. - М.: ВГИК, 2014, с. 239-245.
2. Кувшинов С. В. EduBrication -инновационный тренд европейского образования // Инновационные технологии в кинематографе и образовании: Научно-практическая конференция. Москва, 29-31 октября 2014 г.: Материалы и доклады. - М.: ВГИК, 2014, с. 178-184.
3. Концепция центра технологической поддержки образования / РГГУ. Институт новых образовательных технологий и информатизации. М.: РГГУ, 2013. 48 с.
4. О STEM-центрах [эл. ресурс]. http://stemcentre.ru/about_stem
5. Голографические миллионы [эл. ресурс]. <http://www.rbc.ru/newspaper/2014/05/14/56beb80f9a7947299f72d0cc>
6. MotionParallax3D [эл. ресурс] <https://ru.wikipedia.org/wiki/MotionParallax3D>
7. Голография [эл. ресурс] <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D0%B8%D1%8F>
8. Кувшинов С. В., Усков Г. Н., Применение технологий виртуальной реальности и комплексных стереоскопических 3D-систем в образовательных процессах //Международный научный журнал, №4, 2013, с.57-64.
9. Кувшинов С.В. Эйфория и риски тотальной трехмерной дигитализации культурно-образовательного пространства // Современное состояние культуры и общества: особенности и перспективы развития России: сб. науч. статей / отв. ред. А.В. Костина. - М.: Изд-во Моск. гуманит. ун-та, 2013, с. 129-134.

Связь с авторами: kuvshinov@rggu.ru



К 110-ЛЕТИЮ ВЫХОДА ПЕРВОГО НОМЕРА ЖУРНАЛА "ДВИГАТЕЛЬ"

Уважаемые коллеги!

2017 год - 110 лет с тех пор, как увидел свет первый номер журнала «Двигатель». Это было издание, призванное объединить всех интересующихся техническими новациями в самых различных областях техники и промышленности, транспорта и спорта. Его организовали на свой страх и риск инженеры, предприниматели, военные, спортсмены (стоит помнить, что тогда автомобиль, а уж тем более – аэроплан – были по большей части спортивными снарядами). Это прежде всего известный инженер, спортсмен, репортер и предприниматель Андрей Платонович Нагель и бывший его бессменным главным редактором талантливый русский инженер Николай Григорьевич Кузнецов – автор известнейшего "Курса автомобилизма" – самого издаваемого в течении 20 лет учебника по автоделу.

В таком виде, меняясь сообразно времени, журнал просуществовал почти ровно 10 лет – до февральской революции 17-го года, когда существовавшая государственная система пошла вразнос. И хотя в журнале не было ни слова о политике – только о технике и людях – барьера двух революций и гражданской войны он не преодолел. Первоиздатели успели выпустить почти две с половиной сотни номеров. Естественно, что в полном объеме этот журнал до нас дойти не смог – сколько разных казусов случилось за это время! Но и по тому, что можно сейчас видеть понятно, что взгляд на пути развития техники и свое место в этом процессе у нас совпал почти без зазоров. И не удивительно: состав редакции и авторов уж больно повторился по качеству: инженеры, ученые, военные, спортсмены. Профессионалы. И все – любители. Своего дела. Так же как и те, чьими статьями наполнялся «Двигатель» на границе тысячелетий.

Журнала с названием «Двигатель» в России долго не было, хотя, скажем, в 30-х годах XX века, порядка 10 лет выходила многотиражная газета ЦИАМ под таким же названием. В 1999 году, когда мы начали издавать наш журнал в его теперешнем виде, практически ничего не знали о «Двигателе» начала XX века. И лишь вчитавшись (с помощью Библиотеки Политехнического музея) в сохранившиеся книжки издания начала века, мы поняли, что программа, которую мы старались выполнить, почти до мелочей совпадала с той, что была декларирована Н.Г. Кузнецовым. Нам понадобилось за почти два десятка лет выпустить более ста номеров современной версии журнала, чтобы почувствовать себя вправе равняться с нашими предшественниками. Журнал стал более научным и профессиональным. Это единственное в России издание по всем двигателям вообще, признаваемое ВАК России и единственный в мире журнал, рассказывающий о двигателях всех используемых и разрабатываемых типов в различных отраслях техники.

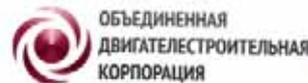
Конечно же, стараемся продолжить славную традицию связи поколений российских мотористов – инженеров, рабочих, ученых, эксплуатационников; горды сознанием того, что и нам нашлось место в этой цепочке. Связь поколений, передача плодов разума потомкам – вот на самом деле тот вечный двигатель, которым приводятся в действие и маховик прогресса и развитие цивилизаций. Вечной жизни для отдельного живого существа нет, но душа каждого, вложенная в то, что он сумеет донести до следующих поколений, будет присутствовать в этом мире, когда и память о нас самих уже давно сотрется.

Столетний юбилей нашего журнала отмечался 25 апреля 2007 года в Политехническом музее при участии широких кругов научной и технической общественности. Сейчас Политехнический на ремонте и мы не предполагаем столь объемных собраний. По крайней мере, ещё лет 40, наверное, обождем. Так что позвольте попросту поздравить всех вас: наших читателей, авторов, критиков и редакторов; тех, чьими трудами, ради кого и для кого мы существуем – с нашим общим юбилеем!

Всегда ваши, издатели журнала:

Александр Иванович Бажанов, главный редактор журнала
Дмитрий Александрович Боев, генеральный директор издательства





МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ ДВИГАТЕЛСТРОЕНИЯ 2018 4-6 АПРЕЛЯ

МОСКВА, ВДНХ, ПАВИЛЬОН 75

**ОРГАНИЗАТОР И ГЕНЕРАЛЬНЫЙ
СПОНСОР АО "ОБЪЕДИНЁННАЯ
ДВИГАТЕЛСТРОИТЕЛЬНАЯ
КОРПОРАЦИЯ"**

АО ОДК - 10 ЛЕТ

**УСТРОИТЕЛЬ - АССОЦИАЦИЯ
"СОЮЗ АВИАЦИОННОГО
ДВИГАТЕЛСТРОЕНИЯ"**

**РОССИЯ, 105118, МОСКВА,
ПРОСПЕКТ БУДЁННОГО, 19**

ТЕЛ. (495) 366-18-94, 366-85-22,

366-79-38, 366-45-38

E-MAIL FORUM@ASSAD.RU

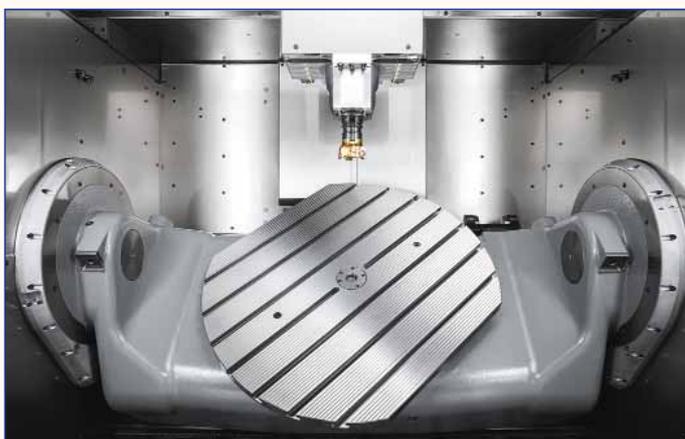
НОВАЯ МОДЕЛЬ ОБРАБАТЫВАЮЩЕГО ЦЕНТРА С 650 HERMLE



Обработка центр С 650 с наклонно-поворотным столом с ЧПУ
Ø 900 x 750 и системой управления TNC 640

Компания Hermle AG дополнила серию Performance-Line новой моделью обрабатывающего центра С 650, у которого значительно увеличена производительность. В результате чего на трёх моделях этой серии теперь можно выполнять экономичную 3-х и 5-осевую обработку. Серия Performance-Line, располагаясь "ниже" серии High-Performance (модели С 12, С 22, С 32, С 42, С 52 и С 62), практически теперь не уступает ей ни в чем. Разница заключается в вариативности оснащения, цене и, конечно, в названии.

Обработка центр модели С 650, как и модели С 250 и С 400, имеет проверенную модифицированную порталную конструкцию разработки компании Hermle. Станина изготовлена методом минерального литья на самом современном оборудовании в собственном специализированном литейном цеху Hermle в г. Циммерн-об-Ротвайль. Встроенный жесткий крепежный стол в исполнении с тремя осями позволяет устанавливать заготовки массой до 3000 кг и размерами 1050 x 900 x 600 мм. Хотя главным образом обрабатывающий центр предназначен для производства инструментов и форм, на нём также можно изготавливать различные детали машиностроения. На наклонно-поворотном столе с ЧПУ в исполнении с 5 осями с высокой точностью могут обрабатываться заготовки массой до 1500 кг (Ø 900 x 600 мм).



Рабочая зона с наклонно-поворотным столом Ø 900 x 750

Перемещение в рабочей зоне составляет 1050 x 900 x 600 мм при вертикальном зазоре стола 775 мм и проеме двери 1050 мм. Это создаёт оптимальные условия для простой и надежной загрузки с помощью крана.

С 650 имеет встроенный инструментальный магазин на 42 инструмента. Опционально могут поставляться два добавочных магазина на 50 или 88 ячеек. Пульт управления на С 650 может просто поворачиваться к позиции загрузки инструментов, так что оператор может вводить параметры



Базовая конструкция станка С 650 модифицированной порталной конструкции типа Gantry со станиной станка из минерального литья



Станок С 650 с дополнительным магазином ZM 88 k

инструментов прямо в таблицу инструментов системы управления. Установленная на станции загрузки платформа высотой 200 мм обеспечивает оптимальную и удобную для оператора высоту при загрузке и выгрузке инструментов.

Обработка центр С 650 серийно оснащен системой управления Heidenhain TNC 640 и обладает всеми функциями программирования этой качественной системы управления. Пульт управления оборудован 19-дюймовым цветным сенсорным тонкопленочным дисплеем, которым теперь оснащаются все обрабатывающие центры Hermle.

В качестве опции С 650 может быть оснащен эргономически регулируемым пультом управления комфортного типа. В системе управления имеется проверенный в производственных условиях модуль настройки собственной разработки Hermle, обеспечивающий эффективную информационную поддержку при выполнении различных фрезерных операций.

В качестве опций для обрабатывающего центра С 650 имеется также широкий набор цифровых модулей Hermle, в том числе информационно-мониторинговое программное обеспечение HIMS (Hermle Information-Monitoring-Software) и автоматическая система управления HACS (Hermle Automation-Control-System).

Для сервиса имеется "система технического обслуживания и диагностики" (WDS) от Hermle, которая постоянно отслеживает состояние обрабатывающего центра, что обеспечивает быструю диагностику и определение необходимых работ по техническому обслуживанию в зависимости от состояния станка.

Основные параметры обрабатывающего центра С 650

Пути перемещения X-Y-Z	1050-900-600 мм
Линейный ускоренный ход X-Y-Z	35-35-35 м/мин
Линейное ускорение X-Y-Z	6 м/с ²
Число оборотов	15 000/18 000 об/мин
Наклонно-поворотный стол	Ø 900 x 750 мм
Зона поворота	± 115°
Тип привода оси С	червячный
Число оборотов оси С	25 об/мин
Число оборотов оси А	25 об/мин
Грузоподъемность стола макс.	1500 кг

Основные параметры жесткого крепежного стола

Крепежная площадь	1250 x 982 мм
Грузоподъемность стола макс.	3000 кг
Система управления	TNC 640

Опции для индивидуальной и экономичной эксплуатации расширяют диапазон использования С 650. Благодаря этому можно адаптировать различные системы охлаждения и отвода стружки, вытяжки, измерения инструмента и контроля его поломки, а так же систему управления измерительным щупом.

127018, Москва, ул. Полковая, д. 1, стр. 4.
Тел.: +7 495 627 36 34.
Факс: +7 495 627 36 35.

Сайт представительства: www.hermle-vostok.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА RICARDO WAVE ДЛЯ СИМУЛЯЦИИ РАБОТЫ ДВИГАТЕЛЯ С ТУРБОКОМПРЕССОРОМ ГОНОЧНОГО БОЛИДА КЛАССА "ФОРМУЛА СТУДЕНТ"

Марк Георгиевич Татаров,
аспирант ФГБОУ ВПО "Московский политехнический университет"

В статье рассмотрены результаты одномерной симуляции компонентов системы впуска мотоциклетного двигателя KTM 450 с турбокомпрессором Garrett GT1241 с рестриктором перед входом в компрессор. Двигатель применяется на гоночных болидах класса "Формула Студент".

The article considers the intake system 1D simulation results of turbocharged motorcycle engine KTM 450 with the restrictor before compressor inlet.

Ключевые слова: ДВС, турбонаддув двигателя, рестриктор, ограничительный патрубок.
Key words: ICE, turbocharger, restrictor, the restrictive nozzle.



Болид класса "Формула Студент"

Введение

В любых автоспортивных соревнованиях в целях безопасности применяются какие-либо ограничения на двигатели: по мощностям, объемам и т.п. Один из видов ограничителей это воздушный рестриктор (ограничительный патрубок определенного диаметра проходного сечения). Он создает ограничения по количеству воздуха, попадающего в двигатель, в связи с чем возникают дополнительные проблемы при проектировании и расчете систем впуска гоночных двигателей. Одним из решений по минимизации ограничивающего эффекта рестриктора является установка агрегата турбонаддува, что не запрещено техническими регламентами спортивных соревнований. Одним из программных комплексов, широко применяемых для проведения подобных расчетов, является RicardoWAVE. С помощью этого комплекса были проведено моделирование рабочих процессов двигателя с турбокомпрессором с рестриктором и получены графики крутящего момента и мощности.

Двигатель KTM RF4 без агрегата турбонаддува

В качестве силового агрегата за основу был взят двигатель KTM RF4, так как он имеет малый вес и при этом хорошие показатели крутящего момента и мощности на низких оборотах. Четырехтактный двигатель объемом 477,5 кубических сантиметров имеет четыре клапана на цилиндр, является короткоходным (диаметр и ход поршня соответственно 100 мм и 60.8 мм), поэтому отлично подходит под гоночное использование, требующее быстрого отклика двигателя на изменение угла дроссельной заслонки.

В варианте без агрегата турбонаддува двигатель с рестриктором имеет следующие характеристики.

Из рис. 1 видно, что крутящий момент (46 Нм) имеет очень неровную характеристику, что затрудняет управление автомобилем и плохо сказывается на приемистости двигателя. Рестриктор является одной из основных причин подобной характеристики момента, поскольку из-за его присутствия во впускном тракте более сильное влияние на характеристику двигателя начинают оказывать резонансные явления. Одним из эффективных способов борьбы с этим явлением является установка агрегата турбонаддува. На рис. 2 представлен график мощности двигателя с рестриктором без турбокомпрессора. Ее значение равно 38 кВт.

Система турбонаддува с рестриктором во впускном тракте

С помощью программного комплекса Ricardo Wave была построена расчетная модель ДВС с агрегатом турбонаддува Garrett GT1241 с рестриктором.

Как видно из рис. 3 характеристика момента значительно улучшилась в количественном отношении, максимальное зна-

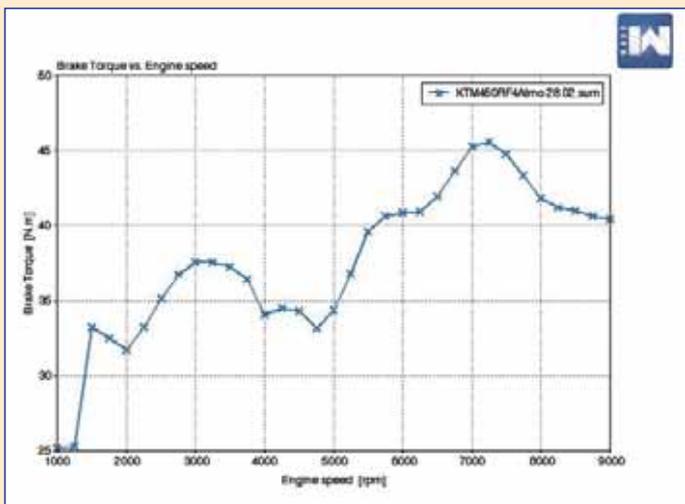


Рисунок 1 - Крутящий момент ДВС без ТК

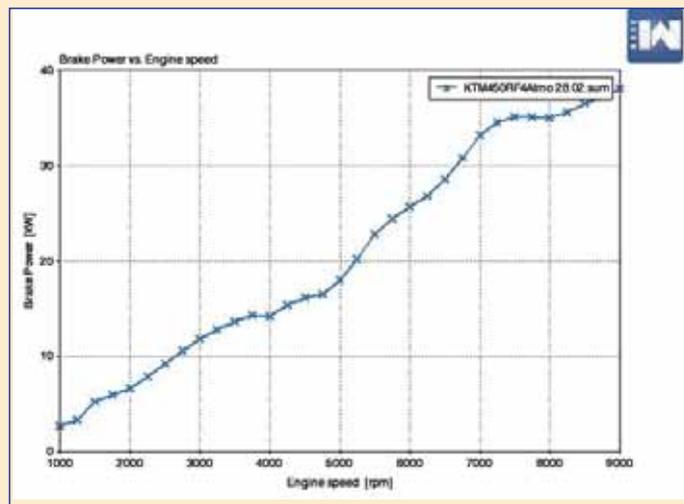


Рисунок 2 - Мощность ДВС без ТК

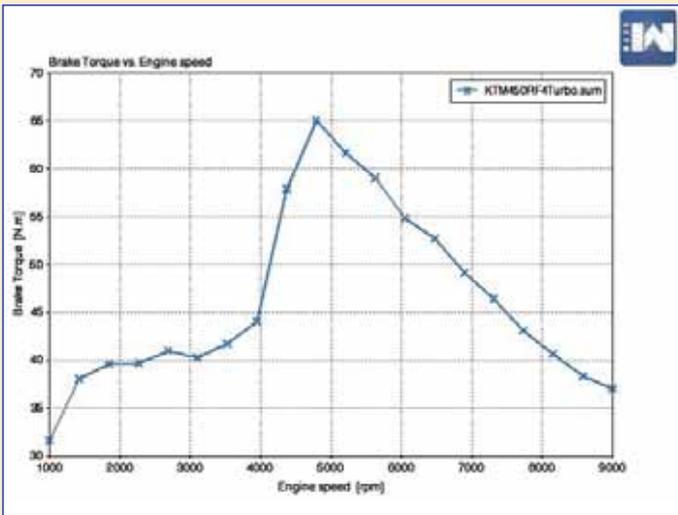


Рис. 3 Крутящий момент ДВС с ТК

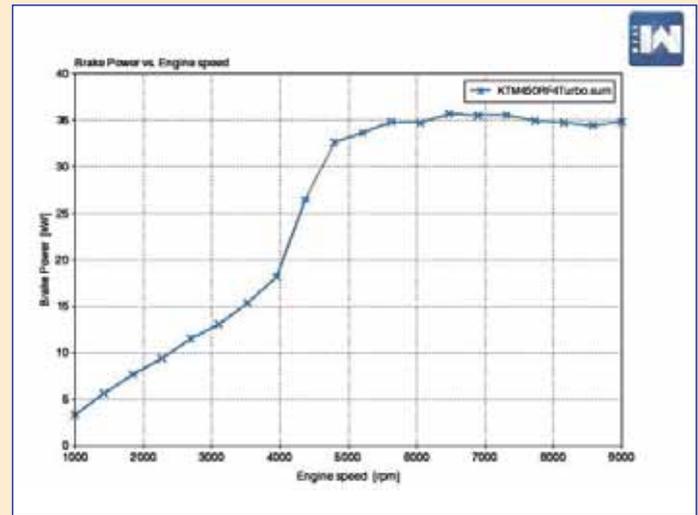


Рис. 4 Мощность ДВС с ТК

чение составило 65 Нм. Однако в качественном отношении оставляет желать лучшего, поскольку в середине рабочего диапазона на оборотах двигателя 4000 об/мин видно резкое увеличение крутящего момента, такое явление имеет не совсем положительный эффект, поскольку резко возросший крутящий момент способен вызвать потерю сцепления колес с дорожным покрытием, а также возникнут ударные нагрузки на трансмиссию и кривошипно-шатунный механизм. В то же время это говорит о том, что система турбонаддува может быть вполне эффективна, хотя и требует регулировки и более тщательного подбора турбокомпрессора под конкретный ДВС. На Рис. 4 представлен график мощности двигателя с турбокомпрессором с рестриктором на входе в компрессор.

Заключение

Описанная выше система двигателя с агрегатом турбонаддува (с рестриктором) четырехтактного двигателя гоночного болида класса

"Формула Студент" показала значительное преимущество перед вариантом двигателя без наддува. Так, двигатель без турбонаддува имеет 38 кВт и крутящий момент 46 Нм, тогда как двигатель с агрегатом турбонаддува показывает характеристики в 35 кВт и 65 Нм, что дает значительное увеличение динамики гоночного автомобиля.

Литература

1. Brian Beach, Stoyan Hristov, Patrick Napier, Brian Robie, Paul Smith, Zachary Wilson, 2010, Fsaе Turbo-System Design.
2. Habib Aghaali, 2012, On-Engine Turbocharger Performance Considering Heat Transfer.
3. A. Romagnoli, R. Martinez-Botas, 2012, Heat Transfer A nalysis In A Turbocharger Turbine: An Experimental And Computational Evaluation.
4. Ulrica Renberg, 2008, 1D engine simulation of a turbocharged SI engine with CFD computation on components.

Связь с автором: angelo92@mail.ru

ИНФОРМАЦИЯ

27 октября 2017 г. состоялись первые испытания сверхзвукового автомобиля Bloodhound Supersonic Car (Bloodhound SSC). Они прошли в Англии на аэродроме городка Ньюквей, что на полуострове Корнуолл. Были проведены два заезда, в которых он, как и ожидалось, разогнался до 200 миль в час (322 км/ч).



Bloodhound SSC на ВПП 27.10.2017 г.

Этой скорости Bloodhound SSC достиг за девять секунд с момента старта. Большой скорости достичь не позволила взлетно-посадочная полоса, длина которой всего три километра. В ходе этого заезда Bloodhound SSC использовался реактивный двигатель EJ200. Двигатель разработан и производится консорциумом Eurojet Turbo GmbH, основателями которого стали Rolls-Royce (Великобритания), FiatAvio (Италия), ITR (Испания) и MTU Aero Engines (Германия). При

массе двигателя 1038 кг он обеспечивает тягу на форсаже 9 тс. В настоящее время EJ200 устанавливается на реактивный истребитель Eurofighter Typhoon.

Управлял Bloodhound SSC Энди Грин, которому принадлежит мировой рекорд скорости для авто, установленный им в октябре 1997 г. на болиде Thrust SSC в пустыне Блэк-Рок в США. Тогда он разогнался до 1228 км/ч и преодолел звуковой барьер.

Bloodhound SSC создаётся для того, чтобы стать первым в мире автомобилем, которому удастся преодолеть скорость в одну тысячу миль в час (1609 км/ч). Это должно произойти на 19-километровом участке ровного солончакового дна пересыхающего озера Хэкскин-Пэн в ЮАР.

Кроме авиационного двигателя на Bloodhound SSC будет установлен ракетный двигатель, изготовленный компанией Nammo. Тяга ракетного двигателя будет около 12,3 тс. Ракетный двигатель находится под реактивным, и при совместной работе их суммарная тяга составит 21,3 тс, что соответствует суммарной мощности в 135 тысяч л.с.

Ракетного двигателя пока нет, однако в ближайшие годы норвежская аэрокосмическая и оборонная компания Nammo производит для болида два двигателя. Один из них

будет работать на однокомпонентном ракетном топливе и ориентировочно в 2019 году должен будет позволить Bloodhound SSC установить абсолютный рекорд скорости в 800 миль в час (1287 км в час). А второй, гибридный, планируется собрать к 2020 году. Он как раз и будет тем самым двигателем, который и позволит болиду преодолеть 1000-мильный барьер скорости.

Помимо реактивного EJ200 и ракетного двигателей на Bloodhound SSC установлен поршневой двигатель F-Type R от Jaguar. Он предназначен для подачи топлива в ракетный двигатель. Во время рекордного заезда ракетный двигатель должен будет включиться при достижении 1050 км/ч.

Длина автомобиля Bloodhound SSC порядка 13 м, а масса около 7 т. Кузов изготовлен из карбоновых и формованных титановых листов, которые крепятся к шасси при помощи специального клея и заклепок.



ТУРБУЛЕНТНОСТЬ

ТЕНЗОРЫ И ХАОС

Юрий Михайлович Кочетков, д.т.н.

Изложено новое представление о хаосе как универсальной упорядоченной структуре с неизменными детерминированными свойствами. Описание хаоса идентифицируется с помощью математического объекта – тензора и с помощью оператора дивергенция показана его эволюция в пространстве. Установлено, что временная зависимость конфигурации хаоса определяется граничными и начальными условиями. С научной точки зрения объяснена "Тепловая жизнь Вселенной".

A new concept of chaos is described as a universal ordered structure with invariable deterministic properties. The description of chaos is identified with the help of a mathematical object – the tensor and with the help of the divergence operator, its evolution in space is shown. It is established that the time dependence of the chaos configuration is determined by the boundary and initial conditions. From the scientific point of view, the "Thermal life of the Universe" is explained.

Ключевые слова: хаос, турбулентность, тензор.
Keywords: chaos, turbulence, tensor.

Турбулентность и хаос – два фундаментальных понятия, две философские категории физической науки термодинамики. Что это такое? Есть ли между ними прямая связь? Определяют ли они друг друга или дополняют? Прежде всего следует сказать, что, как было уже показано [1], турбулентность не хаос, а тонкоорганизованная структура. А сам хаос? Это что? Случайность или нет? Оказывается, нет. Это далеко не случайность. Это тоже – тонкоорганизованная структура. Бог не делал ничего случайно. Это мы, люди, породили это понятие – "случайность". Случайность в нашей голове, наших ощущениях. Великий природный процесс происходит независимо от нас. Мы лишь случайно включаем наши органы чувств, чтобы хоть как-то зафиксировать во времени и пространстве ситуацию в природе. И естественно, что это стохастическое включение выводит нас на случайные граничные и начальные условия. И конечно же мы случайно попадаем в разные пространства с бесконечной вариативностью. Действительно, если рассматривать газ как некоторую совокупность молекул, отличающуюся в согласии с Больцманом только индивидуальными скоростями, то все будет зависеть от того, в какой случайный момент времени мы включили систему интеллектуальной регистрации. После включения мы получаем пространственную картину для данного среза по времени. Другими словами, время мы случайно зафиксировали. А вот дальше все не случайно, а по законам природы, то есть все по Закону Божьему. За бесконечно малое по времени приращение dt каскад столкновений молекул и функция распределения Больцмана (Максвелла) преобразуется. И это прогнозируется. Ведь мы же предполагаем, что знаем начальное распределение и так далее. Другими словами, если бы у нас был необходимый инструмент расчета (жалко, что мы его не имеем), то при современных темпах развития вычислительной и измерительной техники мы легко смогли бы предсказать любую последующую комбинацию функции распределения и для $2d\tau$, и для $3d\tau$, и для $nd\tau$. А значит, наш хаос в принципе предсказуем. То есть он не случаен. Итак, хаос – не случаен, и он представляет из себя набор разнонаправленных векторов в пространстве, казалось бы, не связанных друг с другом, а на самом деле связанных и даже очень жестко, которые при столкновениях частиц меняют свое направление и абсолютное значение локального параметра движения. Вот и все. Хаос – это субстанция, мудро зашита в единое целое. Каждая частица этой субстанции (молекула, атом, электрон и т.п. – не важно) является составляющей общего, и её свойства работают на коллективное образование. А мы-то раньше думали, что частица как ненормальная несется непонятно куда, а главное – непонятно зачем. Теперь-то мы поняли, что броуновское хаотическое движение детерминировано. Просто Перрен не в то время включил свой микроскоп второй раз. Поэтому он и не получил картины движения частиц, в точности совпадающей с картиной, полученной им же при первом включении.

Итак, если не привязываться ко времени, то можно сказать, что картина движения частиц внутри системы уже давно записана.

Уже известно, какая частица столкнется с другой. А хаос – это и есть та самая запись. Интересно, существует ли математическая интерпретация этого явления? Явления хаоса. Можно ли с помощью математических символов его описать? Конечно да! Если Бог создал что-то, то он создал под него и математику – те интеллектуальные и духовные связи, которые осуществляют взаимодействия в пространстве и времени.

Тензор – верховный математический объект

Впервые систематическое изложение тензорного исчисления было выполнено итальянскими математиками Г. Риччи и Т. Леви-Чивита.

Тензор – это некоторый математический объект, который может линейно преобразовывать элементы одного линейного пространства в элементы другого. Это наиболее плотная математическая модель информации. Все процессы физики, механики и других наук описываются тензорными уравнениями. Частными случаями тензоров являются векторы и скаляры.

Так, например, скаляр – это тензор, но без индексов (a). Он имеет одну компоненту и является обыкновенным числом, которое несет свойство количества.

Вектор – это направленное количество и представляется в виде математической структуры через проекции, являющиеся скалярами:

$$A = a_x i + a_y j + a_z k,$$

где a_x, a_y, a_z – проекции (скаляры); i, j, k – орты.

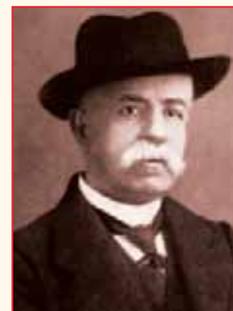
По аналогии тензор представляется как совокупность векторов:

$$P = \vec{P}_x i + \vec{P}_y j + \vec{P}_z k,$$

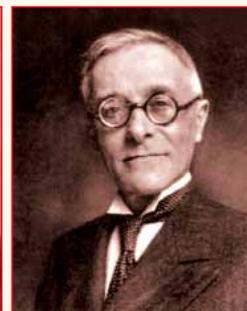
где $\vec{P}_x, \vec{P}_y, \vec{P}_z$ – совокупность векторов (для тензора второго порядка их три), аффинно преобразующихся из одной системы координат в другую.

Таким образом, скаляр – это число и в пространстве (на плоскости) обозначается точкой, вектор – это точка в пространстве, имеющая определенное направление (обозначается стрелкой), и тензор – это линейная взаимозависимая комбинация из векторов, направленных в общем случае в разные стороны или матрица из скаляров (в пространстве не воспроизводится).

Условие изображения тензора в пространстве в виде разнонаправленных векторов – это не что иное, как геометрическая интерпретация детерминированного хаоса, равно как и вектора, интерпретирующего



Георгио Риччи-Кубастро.
Итальянский математик



Туллио Леви-Чивита.
Итальянский математик

направленный поток, так и скаляра - равновесного состояния системы. Остается только сказать, что хаос не может быть недетерминированным. Мы уже показали, что он не случайный, а случайны лишь начальные и граничные условия - суть субъективные понятия. Вот это да! Тензор - математический объект хаоса! Ну а если хаос универсален и всегда один и тот же, то его производные - направленные потоки и состояние равновесия - есть результат внедрения внешнего механизма. Стоит только воздействовать каким-либо внешним механизмом на хаос, как он (хаос) немедленно отреагирует и не позволит его беспокоить. Вступят в действие релаксационные механизмы. И нет необходимости говорить здесь о Божьем промысле. Это и так понятно. Как говорил в любимом фильме великолепный советский разведчик Штирлиц шефу гестапо Мюллеру: "Стану ли я, имея такой большой опыт работы в разведке, возиться с рацией?" Конечно. На сложившуюся ситуацию отреагирует именно Его слуга математика, а точнее математическая символика, в которую заложены законы природы.

Вспомним о двух универсальных операторах. В предлагаемом понимании хаоса, они приобретают новый физический смысл.

Это - оператор дивергенция и оператор градиент. Они связаны друг с другом формальной связью:

$$\operatorname{div} \varphi \mathbf{I} = \operatorname{grad} \varphi,$$

где φ и \mathbf{I} - потенциал и единичный тензор.

Дивергенция - это математическая операция, которая может быть наложена на тензор и вектор. Эта операция понижает статус тензорности. Воздействие дивергенции на тензор, переводит его в вектор, а при воздействии на вектор - в скаляр. Чтобы взять дивергенцию от вектора, надо взять бесконечно малый объем, определить поток вектора сквозь замкнутую поверхность, охватывающую этот объем, и найти отношение этого потока к объему. Отмеченное соответствует математическому положению о том, что всякое векторное поле дает некоторое скалярное поле дивергенции, а именно поле расходимости. В гидродинамике дивергенция вектора скорости жидкости физически означает ее сток при отрицательном значении дивергенции и источник при положительном.

В данном случае дивергенция определяет скалярный параметр расход.

Воздействие дивергенции на тензор приводит к направленно-му потоку - импульсу.

В отличие от дивергенции оператор градиент повышает тензорность. Он переводит скаляр в вектор, а вектор - в тензор.

Тогда в результате проделанного рассмотрения напрашивается обобщение: тензорное поле под воздействием оператора дивергенция превращается в векторное, векторное в скалярное, а под воздействием оператора градиент скалярное поле может быть переведено в векторное, а векторное в тензорное.

Другими словами, дивергенция переводит хаос в направленное движение, а направленное движение под воздействием дивергенции превращается в поле скалярных величин (поле скаляров). И все наоборот для операции градиент.

Для наглядности введем понятие дивергентные и градиентные сферы. Это такие абстрактные замкнутые геометрические формы, прохождение через которые из одного объема в другой превращает субстанцию хаоса в движущуюся субстанцию и в субстанцию покоя. На рис. 1 и 2 эти сферы изображены для дивергенций и градиентов.



Рис. 1 Дивергентные сферы

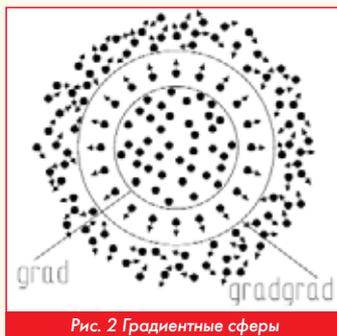


Рис. 2 Градиентные сферы

По аналогии можно ввести в обиход и роторные сферы (рис. 3). Они переводят векторные поля \vec{V} в поля вращений $\operatorname{rot} \vec{V}$ и кручений $\operatorname{rot} \operatorname{rot} \vec{V}$ - в поля турбулентности.

В ранних работах автора уже было показано, что атрибутами турбулентности являются именно такие атрибуты, как вращение и кручение.

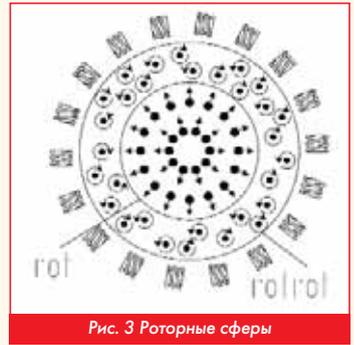


Рис. 3 Роторные сферы

Энтропия - мера хаоса

В работе [2] уже было сказано, что энтропия является мерой хаоса потому, что является дисперсией функции распределения в уравнении Больцмана. Большая дисперсия предполагает большой хаос. Но как можно определить количественно хаос? Очень просто - в процентах. Если дисперсия большая, то по правилам существования функции распределения, она (функция распределения) - маленькая. При значении дисперсии, стремящейся к бесконечности, эта функция стремится к нулю, так как произведение бесконечности на ноль дает единицу. Можно для наглядности привести аналогию с коллективами людей. Если в стране для коллектива людей, наполняющих её (страну) общественным содержанием, существуют законы, права, правила общежития, общественный порядок, то это, по крайней мере, страна, имеющая цивилизованное государство. Но если в государстве отсутствует установленный порядок, не выполняются законы, попираются права его граждан, а люди живут по понятиям, то это не государство, это - демократия в худшем ее проявлении, попросту анархия, махновщина.

Другими словами: если есть коллектив, то это - порядок. Если каждый сам за себя - это хаос. Хаос - это тоже порядок, но не для коллектива. Только хаос не предполагает структур. Хаос предполагает либо разрушение структур, либо безразличное к ним отношение, объективно приводящее к разрушению. И тогда что же энтропия, мера хаоса [3]? Получается, что ее увеличение также приводит к разрушению структур? Патриарх Московский и Всея Руси Кирилл в одной своей проповеди перед паствой так и говорил: "Никакая система не может преодолеть энтропию, опираясь на свой собственный внутренний ресурс. Энтропия - это хаос, нарастание беспорядка, разрушение. Только божественная сила может предотвратить ее нарастание".

Вне всяких сомнений Владыко прав. Только божественная сила, сила законов природы, которые установил Бог, способны повлиять на рост энтропии.

В книге [4] говорится о компенсации рассеянной энергии ростом энтропии: "Поступление энергии в какую-либо систему недостаточно для ее упорядочения, необходимо присутствие специальных механизмов, которые бы могли преобразовать эту энергию в пригодную для ее использования форму". Энергия - это необходимое условие. А достаточным условием, как говорится в той же книге, является "сознательный проект". Да, именно сознательный, а не случайный. Проект, который является отражением строгого закона природы, а не стохастический, вероятностный.

Нобелевский лауреат Илья Пригожин высказывал свои предположения относительно возможности образования упорядоченности из хаоса [5]. С этими высказываниями можно согласиться, если принять положение о том, что, как было показано выше, хаос - это строгий порядок, описываемый тензором высокого ранга. И этот порядок можно перевести в понимаемый человеком порядок - векторное поле или скалярное поле. Перевод можно осуществить с помощью оператора дивергенция, того математического инструмента, благодаря которому сложные нелинейные процессы превращаются в линейные, осязательные. Именно линейные процессы способны предсказать человек. Нелинейные процессы, трансцендентные, человеку предсказывать очень сложно.

Другими словами, всё что линейно - от человека, всё что нелинейно - от Бога.

"Тепловая жизнь Вселенной"

В поле исключительного внимания ученых за последние несколько десятков лет оказалась наука о нелинейных процессах. Это прежде всего нелинейная математика, а также оптика, газовая динамика, механика твердого тела и даже медицина. Везде искали солитоны, такие локализованные решения, которые получаются в результате баланса диссипативных и дисперсных сил. Ученые знали, что реальные процессы происходят с потерей энергии, с ее обесцениванием. Она (энергия) превращается в тепловую и рассеивается. И всегда задавались вопросом, восстанавливается ли она? И если понимали, что она восстанавливается, то неизбежно наткнулись на солитоны. Так, например, Джон Скотт Рассел случайно "наткнулся" на солитон, который назвал уединенной волной (пространственный солитон). А вот исследования А.А. Андропова и А.А. Витта привели к открытию временного солитона, который они назвали автоколебаниями. И в том, и в другом случае математическая физика была одна и та же. Конкурировали две силы: диссипации и дисперсии. И только при их сбалансированности наступало равновесие. Появлялось новое качество. Так, что же это за силы? Ну, силы диссипации понятны. Стоит только сказать, что это силы, раздвигающие функцию распределения. Дисперсия при этом увеличивается! Вот! А значит увеличивается энтропия. А силы дисперсии? К ним относятся силы, порождаемые таким математическим свойством как нелинейность. Помните нелинейные дифференциальные уравнения? Так вот, математическая нелинейность приобретает строгий физический смысл [6]. Во многих задачах газовой динамики и др. это свойство определяет процесс локализации функции распределения. Дисперсия при этом уменьшается. Значит падает энтропия? Да! Но сначала о том, почему уменьшается дисперсия. Это происходит потому, что процесс упорядочивается. Процесс поглощения поступающей извне энергии, потерянной при диссипации, строго дозируется системой. Система может забрать из всего массива энергий только ту и столько, сколько ей позволяют внутренние формы освобожденного объема, фракталы (топологические размерности). В случае автоколебаний, только ту энергию, частота поступления которой соответствует частоте собственных колебаний системы (аналогия с резонансным методом Ленгмюра в электрофизике плазмы).

Возвращаясь к понятию автоколебаний, отметим, что они могут возникнуть только в том случае, когда будут выполнены три условия:

1. Наличие колебательного контура (в ЖРД - это продукты сгорания, заполняющие камеру).
2. Поступающая в контур внешняя энергия для компенсации всяких потерь (энергия горения топлива).
3. Регулятор поступления дозированной энергии для компенсации потерь.

Последнее условие выполняется благодаря нелинейности процессов. И опять не обошлось без промысла Божьего. Кто бы мог заранее предсказать, даже подумать, что какая-то абстрактная неочевидная нелинейность вернула энтропию в исходное положение.

Теперь остается поговорить о "Тепловой смерти Вселенной". Точнее о "Тепловой жизни Вселенной". Клаузиус показал, что энтропия растет, а значит энергия обесценивается. Все придет в конце концов к абсолютному нулю температуры. Но! Ведь все говорят,

что система Вселенной незамкнута. Это значит, что, как минимум, в нашу Солнечную систему есть доступ внешней энергии. В первую очередь это энергия самого Солнца (рис. 4) до тех пор, пока оно не погасло. Кроме



Рис. 4 Энергия Солнца



Рис. 5 Звёзды



Рис. 6 Термоядерная энергия космических столкновений

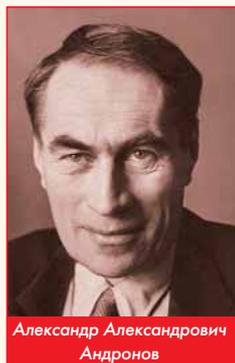
того, энергия от Вселенной поступает от бесконечного количества звёзд (рис. 5). И конечно - это энергия от ядерных и термоядерных реакций, происходящих во Вселенной. Различные тела: звезды, планеты, спутники, кометы, астероиды, метеориты благодаря всемирному тяготению движутся навстречу друг другу. Они развивают огромные скорости и не застрахованы от столкновений. Возможно, более того весьма вероятно, что при столкновениях могут реализоваться условия для термоядерных реакций (рис. 6).

Теперь о том дозаторе энергии, который необходим, чтобы пополнить дефицит потерянной энергии из-за роста энтропии. Что же это за аппарат, который приведет тот образовавшийся новый хаос в первоначальный Вселенский? В тот универсальный хаос, который царит везде и на протяжении веков. Который описывается высоковалентным фундаментальным тензором, являющимся единственным во все времена. Этот математический аппарат есть аппарат, описывающий нелинейность, трансцендентность и в первую очередь это - дивергенция. Именно она (дивергенция) отражает нелинейные свойства Вселенной. При этом восстанавливается потерянная энергия и "Тепловая жизнь Вселенной" продолжается. Во веки веков. □

Литература

1. Ю.М. Кочетков. Турбулентность - не хаос, а тонкоорганизованная структура // Двигатель №6, 2004.
2. Ю.М. Кочетков. Турбулентность. Закон пси от кси // Двигатель №2, 2017.
3. Я.М. Гельфер. История и методология термодинамики и статистической физики. // М. Высшая школа, 1981.
4. А.В. Фомин. Доказательства существования Бога // М. Новая мысль, 2005.
5. I. Prigogine, I. Stengers. Order Out of Chaos // New York. Bantam Books, 1984.
6. Ю.М. Кочетков. Турбулентность. Градиентные волны Кельвина-Гельмгольца // Двигатель №2, 2014.

Связь с автором: swgeorgiy@gmail.com



Александр Александрович Андронов



Александр Адольфович Витт

XXVII
ОЛДТАЙМЕР-ГАЛЕРЕЯ
Илья Саракина

СКОРО!

ВЫСТАВКА СТАРИННЫХ АВТОМОБИЛЕЙ



А. ТРАВЕНКО 2017

РЕКЛАМА

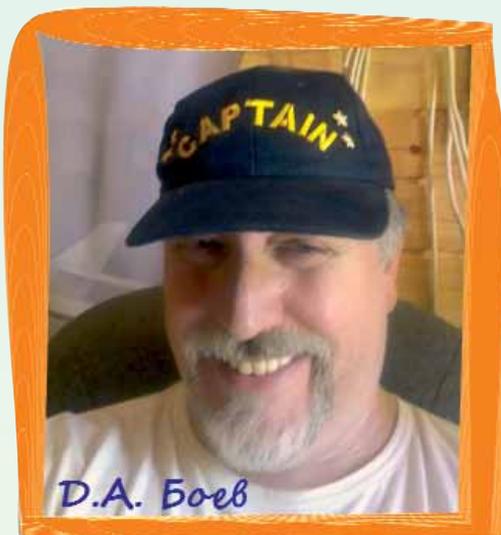
7-11 КВЦ "СОКОЛЬНИКИ"
МАРТА В ДОН
OLDTIMER.RU

телеканал
JAZZ 89.1 FM **Москва 24**

 LIVEJOURNAL

ФИЗИКИ И МАТЕМАТИКИ

Александр Григорьевич Прудников, д.т.н., ЦИАМ, начальник сектора
Дмитрий Александрович Боев, помощник проректора МАИ по научной работе



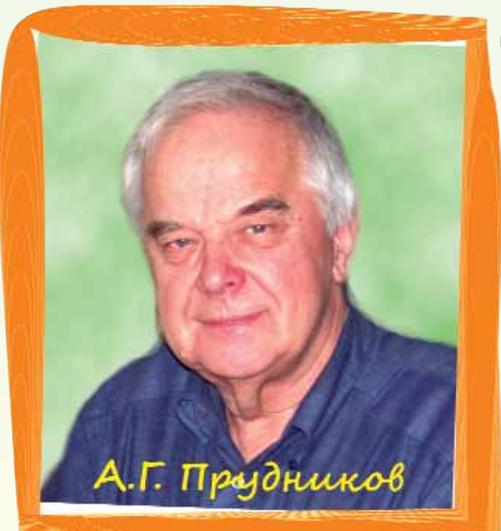
Представленная на ваш суд статья - а точнее, некий развёрнутый план исследования, составленный нашим частым и весьма уважаемым автором, сотрудником ЦИАМ, доктором технических наук Александром Григорьевичем Прудниковым, пролежал в редакционном портфеле, пожалуй, существенно дольше остальных. Не один год я пытался найти ответ на вопрос: почему для деления людей по стилю мышления взяты уважаемым Александром Григорьевичем не привычные нам с 50-х годов "физики и лирики", а непременно и именно "физики и математики". И что есть в таком подходе совершенно уникального (а чувствовалось: есть, но вот что именно есть - совершенно было непонятно), из-за чего он не даёт покоя как глубиной анализа, так и явной своей какой-то незавершённостью. Вместе с тем, при всей определённости, глубина слоя мысли была явно намного больше пласта, вспаханного самой поставленной задачей.

...И, как уже говорил, ответы на эти вопросы искал очень долго. И мне кажется, что нашёл. Своё объяснение я попробовал дать в самом кратком послесловии.

Сильно изменённую, дополненную (и лишённую вследствие недостатка места части наименее существенных на мой взгляд положений) статью - да простит меня А.Г. Прудников - я и предлагаю вашему вниманию

Д.А. Боев

Войны "физиков" и "лириков", отгремевшие в вокруг-и-около-научной творческой среде в 60-х годах прошлого века (надеюсь, есть среди читателей мафусаила, помнящие это - остальным придётся поверить) касались скорее не столько способностей самого человека, сколько восприятия им мира. Иначе говоря, в них было гораздо больше этики, то есть продукта воспитания, чем самого человека.



Но там ли было произведено расслоение общества? По тем ли критериям? Не есть ли это, на самом деле сличение "тёплого с квадратным"? Именно из этого сомнения исхода и считаем, что гораздо интереснее и полезнее для дела - исследование возможностей человека по его природным, врожденным умственным способностям.

Предположим, что более реально считать, что все люди делятся только на две категории: на "Физиков" (Ф.) и "Математиков" (М.) При этом, "лириками" могут быть и те, и другие. Более того, "лиричных физиков" видели все - как и не менее лиричных математиков, кстади говоря. Мы имеем право провести рассмотрение именно по этим направлениям, поскольку физиологи уже много десятилетий именно так и считают, связывая такую дихотомию с различием в функционировании двух - правого и левого - полушарий мозга. Для физиологов любой человек в любой сфере деятельности: либо более Физик, либо более Математик, хотя название и род приложения способностей того и другого могут быть разными.

Когда человек, вне зависимости от рода его деятельности, воспринимает жизнь, как явление, требующее осмысления, он - Физик. Если же для него жизнь - процесс, требующий расчёта и дальнейшего его уточнения, то он - Математик. При этом - каждый из таких людей одинаково интересен и каждый может быть Творцом (при наличии творческих способностей). Причём, зачастую, друг без друга они просто не могут существовать в этом мире.

Так, в колхозе, пахарь - это Физик, а учетчик трудодней - Математик. Хотя это и достаточно условно.

В шоу-бизнесе, певец, обычно - Физик, а его продюсер чаще всего - Математик. Хотя бывает и наоборот.

В политике есть и Физики: например - Махатма Ганди, и явные Математики: положим, Маргарет Тетчер.

В поэзии: Данте Алигьере - Физик, его инквизитор кардинал

Бертрандо дель Подженто - Математик. Или, Пушкин - Физик, а его постоянный критик (и надзиратель) Бенкендорф - Математик. И, скажем, полководцев оказывается тоже можно безошибочно выписать в две разные колонки: первая колонка (Физики) А. Македонский, Чингиз-Хан, А. Суворов, М. Скобелев, К. Рокоссовский и вторая колонка (Математики): Ганнибал, Тамерлан, Бонапарт, Жуков. Таким образом, Ф. и М. имеются во всех областях человеческой деятельности: на производстве, в науке, в политике, в религии, обороне, торговле, спорте, играх, охоте и рыболовстве, хотя и называются по-разному.

По каким признакам составлены эти примеры? Те же физиологи утверждают, что есть прямые и косвенные признаки, отличающие Физиков и Математиков (но об этом чуть погодя). Теми же исследователями принято считать, что врожденное разделение умственных способностей на Ф. и М. - это побеждающая защитная реакция организма в борьбе за выживание, в результате которой деятельность человека направлялась правым или левым полушарием мозга - доминирующим в его организме. Удивительно, что и предстатели животного мира делятся по особенностям ума на Ф. и М. (до растительного мира физиологи, как-то еще не добрались). Впрочем, чаще бывает "Ф. и М. в одном лице", причём в различных пропорциях.

Очень мало людей имеют обоюдоострые способности Ф. и М. и, как правило, они бывают у них средними, поскольку интеграл их пропорциональный числу нейронов, для всех людей, примерно одинаков (примеры Леонардо да Винчи, Исаака Ньютона, Льва Давидовича Ландау, Дмитрия Ивановича Менделеева или Ричарда Фейнмана - редчайшее исключение). Поэтому залог успеха в любой сфере деятельности - в динамичном равновесии Ф. и М. Надо понимать, что тот, в ком больше от М. - неизбежно будет нести меньше черт Ф. И наоборот. Всякий перекокс, как отмечает история государств, ведет к революциям и/или стагнации. В науке (любой из наук, лишь бы это была живая душа, а не сборник догм), да и, скажем, в экономике государств, действуют те же законы динамического равновесия Ф. и М., статистической кинетики Ф. и М. Хотя математическая или другая форма этих законов для металла, процессов и разной разумной плоти может быть разной.

Отличительные особенности поведения Физиков и Математиков в различных жизненных связях и обстоятельствах

♦ У Физика - образное многомерное многопараметрическое мышление. У Математика - цифровое многопараметрическое функциональное (графическое, табличное, сеточное) познание природы вещей и явлений.

Например, Ф. спокойно признаёт в многофазных средах столько -мерные среды, сколько сможет выделить отдельных явлений - и до 26, и больше. М. "зашкаливает" уже на 4D и "для правильности" пытается свести все наблюдаемые явления к минималистской системе измерений, изобретая для этого сложные формулы привязки отдельных явлений. Потому, Физик спокойно снимает в эксперименте параметры исследуемого объекта, который можно характеризовать и по трём, и по четырём и по большему числу влияющих факторов, а Математик столь же спокойно строит получившиеся в эксперименте характеристики на двумерном (плоском) графике, воспринимая остальные систематически влияющие факторы как "расслоение характеристик" и их многокартинные параметры. И такими, достаточно представительными эмпирическими картинками мир полон и все - и Ф. и М. - прекрасно пользуются. Мало того, М. строит математические зависимости исследуемых факторов по результатам предыдущих экспериментов и ранее полученным зависимостям и получает возможность строить априорные, теоретические зависимости для таких процессов и сравнивать их с полученными эмпирическими. Многопараметричность Физика - от многомерности явления, которое он наблюдает; многопараметричность Математика - от выбранного алгоритма решения или счета.

♦ У Физика все сложное в начале изучения явления - все возможно простое - в конце; у Математика наоборот: в начале берутся достаточно простые соотношения и, в результате учёта взаимных влияний отдельных элементов изучаемого, в конце всё сплетается в гениально сложную картину.

Картинки предполагаемого протекания процессов, при их достаточно корректном построении, обладают изрядными предикторскими свойствами. Они позволяют планировать будущие экспериментальные исследования и изменять сам объект исследований... до того, как он реально появится "в металле" (дереве, пластмассе, композитном материале...). Это позволяет экономить время, средства и нервы конструкторов и исследователей. Впрочем, это справедливо только до тех пор, пока предполагаемый объект не сильно отличается от того, что ранее позволило получить используемые при построениях математические зависимости и соотношения. Если же вдруг в новой конструкции плавность хода физических процессов каким-то образом нарушается, начинают действовать бифуркационные изменения параметров или проявятся активное влияние факторов, ранее не учитываемых - картина теоретически построенного может весьма и весьма отличаться от того, что удивлённый экспериментатор увидит при исследовании построенного по предполагаемым зависимостям объекта. Этим характерны многосвязные науки: ядерная физика, гидро- и аэродинамика, теплотехника, прочностные и электрофизические исследования многокомпозиционных материалов, в том числе и микроэлектроники.

♦ Различны интересы в процессе решения и в его результате: у Физика - новые уравнения, параметрические решения и "что вам вообще-то нужно считать?"; у Математика - функциональные (программные) решения, в основе которых давным-давно полученные Физиками в лабораторных экспериментах уравнения (для газовой динамики - так 130 лет тому назад), но: новые способы их решения и методы расчёта (в лоб ли, или с матмоделями - и т.п.).

Действующий эффект этого мы уже описали в предыдущем абзаце. Примерно тогда, когда рассуждали о действии ранее не учтённых факторов.

♦ Разные предметы гордости, отсюда и разные критерии оценки самих Ф. и М. ценности (товарности) своей и чужой работы:

например, гордость Физика-термогазодинамика - умение абстрагировать, оставив три фактора из десятка, (например, из 253 уравнений молекулярной кинетики оставить, следуя Я.Б. Зельдовичу, пять уравнений); гордость Математика - это умение близко к реальности посчитать все 100 факторов (с появлением ЭВМ - ещё на 3-6 порядков больше этих факторов, да ещё и в динамике).

♦ Моделирование у Физика и Математика тоже разное - физическое и математическое (компьютерное).

По-современному и физический и математический эксперимент считаются на одних и тех же машинах. Но дело в том, что Ф. считает математические модели для подтверждения состоятельности полученных им в эксперименте данных, а М. проводит физический эксперимент для подтверждения правомочности используемых им при расчётах теоретических зависимостей (в исходе, на самом-то деле - всегда эмпирических) и их аппроксимаций и допущений.

♦ Некая интуитивная алогичность мышления Физика (его "опыт - парадоксов друг"), и логичность мышления Математика.

Все новое, исходящее от Ф., для М. алогично, пока он не приспособит его под свою логику или просто поверит Физика, оставаясь в душе только верующим - но тем не менее, скептиком. Так же и Ф. свято верит программам М., хотя он их никогда не видел (как "закрома Родины", "продовольственную програм-

му", "программу ускорения и перестройки", "500 дней", предлагаемые Математиками от политики). И потому, при несовпадении математической модели и эксперимента, Ф. скорее будет пытаться построить (или требовать такого построения от М.) другую, а М. скорее пойдёт рассуждать о некорректности эксперимента и требовать от Ф. переснятия и перепроверки полученных результатов.

♦ **Физик ищет и находит единственное наиболее вероятное решение; Математик требует доказательства его единственности и находит спектр собственных решений уравнений Физика** (пример взаимодействия Физика Зельдовича и Математика Скобелкина).

♦ **Диалектичность мышления Физика и метафизичность мышления Математика.**

Для М. "да" всегда "да" как и $(2+2)$ - всегда 4. Для Ф.: "При одном Рейнольдсе - да, при другом - нет" и " $(2+2)$ не равно 4, если 2 и 2 - только матожидания". Зная реальную точность каждой модели, Ф. всегда окружает, и потому небрежен к точным значениям; М. без юмора пишет результат во втором и третьем знаке после запятой... при точности самой матмодели 50%.

Косвенные признаки особенностей мышления Физика и Математика

♦ **Способность Математика и неспособность Физика к многогодовым играм (картам, шахматам, и др.).**

Отточенный Математик, великий поэт Некрасов, всегда выигрывал в карты и... покрывал убытки "Современника", а Физики и великие писатели и поэты Пушкин и Достоевский, играя, были всегда в долгах. Однако же, выход больших публикаций у Пушкина позволил ему не только рассчитаться с долгами отца и выкупить заложенные тем родовые имения, но и неплохо на этом существовать. То же можно сказать и о Фёдоре Михайловиче, вынужденном постоянно создавать новые произведения, для покрытия своих долгов - в немалой степени, карточных.

♦ **Способность Математика к другим языкам и неспособность к тому Физика.**

При этом, неформализуемые на самом деле языки искусства - драматургии, поэзии, живописи, музыки - доступны обоим в равной (обычно) мере, но воспринимаются Ф и М каждым на свой манер. Поэтому все, не знавшие языка Математики: Шекспир, Пушкин, Бетховен и все другие великие писатели, музыканты и художники - реалисты (материалисты), включая импрессионистов, по градации психологов - это величайшие Физики. А весь знаменитый авангард с его квадратами, кубами геометрическими мазками и смыслодержущей абстракцией - Малевич, Кандинский и др. - это определённо Математики, (за исключением присоединившегося к ним лукавого Физика Пикассо и его подражателей, последователей и эпигонов).

♦ **У Физиков - признание материальности мира, чувство и любовь ко всему материальному, в том числе и, особенно, ко всему живому. У Математиков идея превыше всего, любовь к идее, высокому духу идей, голосу свыше.**

Вспомним идеи политиков - посредственных Математиков: Зго Рейха, философствующего выпускника Парижского университета Пол Пота, безупречно логичного Маргарет Тетчер и др.

По этому критерию все женщины-матери по жизни - Физики (хотя среди них есть и по профессии Математики, достойные глубокого уважения, вроде Софьи Ковалевской). Увы, в этой половине человечества бывают и расчётливо-бессердечные лица (будь это не так, женские тюрьмы закрыли бы за невостребованностью).

Все жрецы Великих Идей (например, инквизиторы) - Математики. Так, один из них - Борджиа - хотел сжечь даже останки Данте Алигьери через 8 лет после его смерти. Мадлен Олбрайт

- (генотип колониального мышления: предложила оставить 15-25 млн. русских для обслуживания нефтегазовой трубы и колониальной Сибири. По опыту колониальной Индии) мыслит бесчувственными идеями Математика, а Махатма Ганди на себе чувствовал боль каждого битого индуса. Так же, как Суворов, Скобелев, Рокоссовский - боль своих солдат. И если романтики и философы больших идей - явно Физики, то те, кто решился провести эти идеи в жизнь - абсолютно математически расчётливы. Идея блага для своей страны неожиданно оборачивалась кошмаром нацизма, когда к нему добавляли - за счёт всех остальных, допуская величайшие преступления в силу того, что за скобки выносились люди, которых не брали в расчёт. И почти точно так же получилось с насильственным введением всеобщего братства, равенства и счастья - что во французской революции, что в русской. По этим признакам к "Математикам" относится и Никита Хрущев, и Маргарет Тетчер: первый по уже совершенным преступлениям и готовности ради своих идей скакать по чужим головам, вторая по готовности совершить их (если верить прессе, в Фолклендской войне, например, она отдала приказ о применении ядерного оружия и лишь благодаря руководителем английской армады, он не был исполнен).

Чистые ученые-Математики, как Перельман, как и чистые Физики (С.П. Королев, Е.С. Щетинков и др.), к деньгам равнодушны. Но кто и где в наше время видел чистых Физиков и чистых Математиков? А отчитываться нечистому Математику "всё стерпящей" бумагой легче, чем нечистому Физика его "грязным" экспериментом с его изрядными материальными, временными и людскими затратами. Поэтому шансов попасть в книгу рекордов Гиннеса по максимальной зарплате у Математиков на много порядков больше, чем у Физиков. Так оно и получается наяву: - зарплата у них разные. Этим "рекордам" также способствует разное положение ученых Ф и М в обществе: одни большую часть времени пребывают на сцене, другие - в "яме" (оркестровой, информационной, режимной, стендовой); одни - выездные; другие - хронически невыездные; одни пашут и достают (добывают), другие - продают, перепродают, получают степени и звания. В результате: из четырех личностей, имеющих звание "Отцы русской космонавтики", два М. были выездными, а два Ф. - невыездными. Впрочем, "Нобеля" не получил никто. Видимо, из-за вставшей в середину определения национальной принадлежности.

♦ **Отличия Физиков и Математиков по прозвищам и самолюбию.**

СМИ, состоящие, как правило, из эстрадных М., величают сами себя и всех других М. "яйцеголовыми". При этом, явно имея в виду Свифтофских "остроконечников" в архиважном вопросе - "с какого конца разбивать яйца" - оставляя для Ф. альтернативное прозвище: "тупоконечников" или попросту "тупоголовых". Так оно в действительности и есть: М. - новации понимает сразу - потому как ему не важна суть нового математического выражения, главное, что оно есть, связано и смотрится красиво. А Ф. - долго не может взять в толк. Для него - без понимания сути нового, нет понимания вообще. Но, когда поймет Ф., то его уже не понимает М. - и это "уже" - на всю его оставшуюся жизнь. И нечего обижаться: "тупой" не значит "глупый". Это означает не более, чем долго думающий. "Густомысл". Характерный пример: явного Ф. - Ньютона за "тугодумность" чуть не выгнали из школы. Вообще, крайние Ф. и М. - гордятся своими тройками в школе, а средние Ф и М - своими пятёрками.

♦ **Отличия Физиков и Математиков по отношению к инакомыслящим и к "братьям по цеху".**

О плохом отношении властных М. к творческим Ф. уже говорилось. "Сожжение" - реальное или условное, но от того не менее жёсткое - Математиками еретиков-Физиков (Торквемада - Д. Бруно, кардинал Пондженго - костей Данте А., Иосиф Джугашвили - современных ему некорректно мыслящих с его точки зрения русских поэтов и др.). А вот редкий обратный пример, достойный под-

ражания. Граф Бенкендорф полный расчётливый Математик - действительный герой первой Отечественной войны с числом жандармов, не более двух десятков, обеспечивал госбезопасность всей Российской империи и еще успевал читать Физика А.С. Пушкина и (оберегая его) сделал его "невъездным", и потому - крайне плодотворным. Что случилось бы, имея Александр Сергеевич возможности свободного путешествия по миру можно предположить из его "Путешествия в Арзурум" - несомненно, встречал бы в любую мало-мальскую мировую заварушку - и неизвестно, насколько бы его хватало. И так-то не больше 37...

Вернемся, однако, к физиологии отношений "братьев по цеху моторостроения". У высших Математиков к Математикам-механикам оно такое же ревнивое и нетерпимое, как и к Физикам. Из современных примеров можно составить сборник рассказов, легенд и анекдотов, не уступающих известному фольклору о Сталине, Чапаеве и др. Ограничимся только известными примерами, о которых уже мягко упоминал в своих воспоминаниях наш учитель академик Г.Г. Черный: Это отношение великого Математика А.Н. Колмогорова к механико-Математикам и великому аэромеханику Л.И. Седова к великому Физика Я.Б. Зельдовичу и своему близкому коллеге механику Г.И. Баренблатту. Поучительно-любопытен и другой исторический пример разного отношения нашего праучителя Исаака Ньютона (великого Физика и Математика одновременно): уважительное отношение к своим учителям Кеплеру и Галилею, и ревнивое отношение к своему современнику великому Математику Лейбницу, и совсем нетерпимое отношение к своему коллеге и предшественнику на посту Президента Академии наук Физика Гуку (Ньютон приказал уничтожить все портреты Гука и теперь, на самом деле, мы даже толком не знаем, как он выглядел). Вспомним также более близкий нам пример нашей истории: придирчивого отношения ученика-Математика Чаплыгина к своему учителю Физика и Математику Н.Е. Жуковскому. Есть и еще более близкие и более удивительные примеры.

У Физиков обычное отношение к братьям по цеху терпимое и даже радостное (как же: нашелся еще один "тупоголовый"!) И, скажем, отношение "обобранных" Физиков к перекупщикам от науки - Математикам до поры терпимое, но близкое к известному молодежному протесту.

Отличительные признаки Физиков и Математиков по отношению к "новым воротам"

Перед новым все люди - бараны, но... Физик упрется в "новые ворота" и будет ломиться пока не проломит их, не найдет лазейку (калитку), или пока не поймет, что ворота-то были открыты, или открывались в другую сторону (тот, кто пролезал уже до него, потому и считает его тупоголовым). Математика же "ворота", как физический предмет не интересуют вообще, (пока ими не овладел Физик), так как Математик творит вне физических интересов и может "не замечать" физических открытий ("новых ворот") десятилетиями и даже столетиями. Вспомним историю физических "открытий" - "слонов" и "китов", удерживающих Землю. М. - было плевать и на "слонов" и на "китов". Главное для него, чтобы этих "держателей" было всегда трое. Поскольку опора на три точки всегда не шатается: "через три точки можно провести плоскость и притом - только одну". А четыре опоры надо выстраивать по плоскости. С большим сожалением и людскими потерями и Ф. и М. отказались от такой красивой идеи.

То же можно сказать и о "многостолетней" истории перехода с геоцентрической на гелиоцентрическую систему взглядов. Об аналогичных историях заблуждений в двигателестроительной сфере XX и XXI века, кому интересно - расскажем в другой раз.

Наша задача напомнить читателю, что Математики, находящиеся вне физических интересов (института, фирмы, завода), могут не замечать "новых ворот" десятилетиями, даже если Физики нетактично суют им под нос эти ненавистные "новые ворота". Но - только до тех пор, пока они эти "новые ворота" не обчисляют во всех 3D (а если Физики обнаружили, что "ворота" на одной опо-

ре и потому еще и трясутся, то и в 4D). Далее по современным правилам пиратского и рейдерского рынка происходит закономерное продолжение "безденежных" торгово-рыночных отношений. После того, как Математик обчисляет "новые ворота" и обчисляет Физика, он выпустит за год десятки расчетных публикаций материальных работ по результатам деятельности Физиков, сделанных последними за последние десятилетия. Самодовольные Математики автоматически считают все "новые ворота", открытые Физиками, своей собственностью. Для оценки меры их самодовольства вспомним: "Математика - мать всех наук", "Математика умнее нас" (в подтексте: умнее вас, Физиков), "Механика Ньютона не фундаментальная наука" и т.д. и т.п. А законодательство, составляемое тем же "М-генотипом", по всем своим статьям будет на их, М-стороне.

Послесловие от Дмитрия Боева

Как и обещал, приведу вкратце некое положение, встраивающее рассмотренный нами вопрос в традиционную систему мироосмысления. Разница в мышлении Физиков и Математиков - в примате того, что именно они рассматривают в качестве своей жизненной среды. Дело в том, что мир, в котором мы обитаем, непрерывен и конкретен (физичен). Мало того, в этом мире все (абсолютно все) объекты в той или иной мере связаны друг с другом. Только сила этих связей неодинакова: одни действуют сильнее и заметнее, а другие настолько слабы, что порой не поддаются анализу и ими можно пренебречь без вреда для оценки события. Любое живое существо - и человек в том числе - обитая в этом мире и планируя в нём какие-то свои действия, создаёт у себя в мыслительном аппарате (в мозгу, если существо одарено им, или просто в собрании нервных клеток, если эволюция не посчитала для этого существа необходимым мозгом обладать) некую картину внешнего мира. Эта картина состоит из рефлексии органов чувств, предыдущего жизненного опыта и анализа и осмысления результатов своих действий в нём. При этом, сложившаяся картина мира - абстракция какой-то знакомой нам (узнанной нами) части этого мира и наиболее влияющих (и понятых нами) связей между его, знакомыми нам, частей и явлений. Именно они и запоминаются, прочие - отбрасываются за малозначительностью. Сложившаяся у нас зарисовка с картины мира, в силу особенности работы как органов чувств, так и мозга и всей нервной системы в целом - дискретна, то есть математична. Это уже особенность работы живого организма, оперирующего последовательностями нервных импульсов. Следовательно, если мы воспринимаем мир, как созданную в нашем восприятии структуру - принимая именно её за первоначальную и исходную, то мы в любом случае - Математики. Если же мы пытаемся сопоставить полученную картину с исходным миром, считая его источником информации и не слишком зацикливаясь на его оценках, то хотим мы или нет - мы Физики. И это зависит как раз от построения нервной системы данного существа. О чём и говорилось в самом начале данной статьи. К стати - именно в наличии такого двойственного положения каждого живого существа и возникает вероятность - которой, как таковой, в окружающем нас мире нет, но каковая есть в нашей воспринятой картине мира как следствии влияния не учитываемых нами при анализе картины мира связей. (© Д.А.Б.)

ТРИДЦАТЬ ТРИ ГОДА В РАКЕТНОЙ ТЕХНИКЕ: УСПЕХИ, РАЗНОГЛАСИЯ, КОНФЛИКТЫ

Вячеслав Фёдорович Рахманин,
Лауреат Государственной премии СССР, к.т.н.

(Продолжение. Начало в 4-6 - 2015, 1-6 - 2016, 1-5 - 2017)

ПЕРЕОХЛАЖДЁННЫЙ КИСЛОРОД И ПРОВЕДЕНИЕ ЛКИ

Формально наземная отработка ракетных систем завершилась, теперь предстояло проверить и подтвердить выполнение требований Тактико-технического задания циклом лётно-конструкторских испытаний (ЛКИ). Но фактически по некоторым ракетным системам, включая двигатель первой ступени, требовалось продолжить автономную наземную отработку.

Выявленное при подготовке и проведении ОСИ несоответствие температуры кислорода, заправляемого в бак ракеты и на входе в двигатель, а также проведении всей наземной отработки двигателя на кипящем кислороде, показало, что один из основных технических факторов для начала проведения ЛКИ на переохлаждённом кислороде оказался неподготовленным. Письмо Королёва в адрес Глушко от 13 февраля 1961 г. свидетельствует, что он узнал о сложившемся положении слишком поздно. При подготовке письма по имеющимся в ОКБ-1 документам он мог выяснить, что такая ситуация является следствием требований технической документации, выпущенной ОКБ-1, и что на протяжении всей отработки двигателя в ОКБ-456 об этом было известно работникам ОКБ-1. Более того, в ответ на его письмо от 13.02.61 г. Глушко в своём ответе от 17.02.61 г. продолжает отстаивать принятую им методику заключительного этапа тестирования двигателей, отработанных на кипящем кислороде, используя для этого стенды НИИ-229. Отказ же Курбатова в письме в Главное управление ГКОТ от разработки и монтажа в ОКБ-456 оборудования для получения переохлаждённого кислорода Королёв мог расценивать как подрыв основ его технической политики о перспективах разработки последующего ряда кислородных ракет. А этого он даже в мыслях допустить не мог и 20 марта 1961 г. Королёв сам подготовил текст письма в адрес Глушко. В этом письме он демонстративно, чего не бывало раньше, обращается к адресату "академик", впрочем, и сам подписывается в ранге этого высшего научного звания. Текст письма приводится полностью:

"Главному конструктору ОКБ-456 ГКОТ академику тов. Глушко В.П. Копия: Начальнику ГУРВО генерал-лейтенанту тов. Семёнову А.И.

Непонятна и труднообъяснима неожиданная позиция ОКБ-456 в части применения переохлаждённого жидкого кислорода для изделия Р-9А.

Вы, видимо, позабыли, что в нашем совместном докладе ЦК КПСС в апреле месяце 1959 года, подписанном Вами, в качестве основного и единственного варианта топлива для Р-9А докладывался именно переохлаждённый жидкий кислород и керосин.

Вызывает удивление, что за прошедшие два года ОКБ-456 не удосужилось создать у себя соответствующие установки для переохлаждения жидкого кислорода, хранилища и системы с малыми потерями. Вы пытались отмахнуться от этих важнейших вопросов и даже прямо противодействовали первым огневым испытаниям 8Д716 на стенде на 1 ступени Р-9А, ссылаясь на "некий риск" первого запуска.

Но именно ОКБ-456 само и во всём виновато, что заблаговременно, и даже до сих пор не провело ни одного испытания на переохлаждённом жидком кислороде у себя на стендах и даже сейчас для этого не имеет у себя необходимой базы.

Мы настаиваем на скорейшем создании в ОКБ-456 необходимой технической базы для этих работ. Мы категорически отвергаем Ваши перестраховочные письма по этому вопросу.

20.03.61 Главный конструктор ОКБ-1 академик С. Королёв."

Письмо вызывает ряд вопросов. Первый из них относится к содержанию, явно выходящему за принятые рамки деловой переписки, да ещё с копией в Управление МО, что можно расценивать как "вынос сора из ведомственной избы".

Второй вопрос касается агрессивного стиля письма Королёва, но упрекать его в несдержанности или восхищаться остротой постановки вопросов бессмысленно. Такой он был человек и это одна из черт его характера. Как относиться к такому проявлению в сфере служебной переписки - дело сугубо индивидуальное, каждый из нас имеет право на собственную оценку.

Вот с одной такой оценкой, сделанной заслуженным лётчиком-



М.Л. Галлай

испытателем и писателем М.Л. Галлаем в его очерке "С человеком на борту", ознакомим читателя: *"Однако в интересах истины нельзя не сказать, что Королёв обладал немалым умением сам создавать себе недругов и что бывало ещё досаднее - ссориться с друзьями. Обидно было видеть, как из-за своей вспыльчивости, ревности, властности он иногда создавал конфликты между собой и людьми, бывшими для него без преувеличения, родными братьями по таланту, по масштабу мышления, по сложившейся судьбе, наконец, по одному и тому же делу, которому оба преданы служили. Конфликты - для обеих сторон тяжёлые,*

но тем не менее затяжные - на многие месяцы и годы".

Однако пора вернуться к реакции Глушко на этот образец "делового эпистолярного жанра". Глушко поручил конструкторам подобрать всю переписку ОКБ-456 по вопросу работ с переохлаждённым кислородом. Об основных документах, включая правительственные Постановления, ТЗ ОКБ-1 и переписку ОКБ-456 с ОКБ-1, ГКОТ и ГУРВО, в которой изложена принятая ОКБ-456 методика наземной отработки двигателя 8Д716, читатель знает из предыдущих статей нашего цикла. В совещании у Глушко участвовали ведущие конструкторы и испытатели, включая Курбатова. Глушко внимательно прочитал все представленные ему документы, обращая внимание на сделанные им "адресовки" на этих документах и задал только один вопрос: начиная с выдачи 10 апреля 1959 г. ТЗ на разработку двигателя и до письма Королёва от 13 февраля 1961 г. кто-нибудь из ОКБ-1 в устной или письменной форме возражал против проведения испытаний двигателя 8Д716 в ОКБ-456 на кипящем кислороде? Получив отрицательный ответ, Глушко отпустил всех собравшихся на совещание, кроме Курбатова. Ни на совещании, ни после разговора с Курбатовым поручений подготовить ответ не последовало.

Ответа не было, но и не было принято каких-либо решений по организации работ для проведения испытаний двигателя на переохлаждённом кислороде на стенде ОКБ-456. Этому, видимо, способствовало успешное проведение второго ОСИ на переохлаждённом кислороде - методика ОКБ-456 сработала! Не лишне напомнить, что в конце марта - начале апреля 1961 г. у всей королевской кооперации были "горячие денёчки". Шла подготовка к пуску Гагарина, на полигоне готовилась к проведению ЛКИ первая ракета Р-9А. К этому следует добавить, что в конце марта 1961 г. оборудования для получения переохлаждённого кислорода на полигоне ещё не имелось, в связи с чем было принято решение проводить первые пуски ракет 8К75 на кипящем кислороде. Об этом Королёв информировал Глушко письмом 3 марта 1961 г.: "Ставлю вас в известность, что, начиная с изделия 8К75 №13 (8-й пуск ракет по плану проведения ЛКИ - В.Р.) ОКБ-1 принимает для заливок в бак и работы изделия переохлаждённый кислород с температурой минус 188 ± 2 °С. Прошу также сообщить, когда будут окончательно уточнены "Основные характеристики двигателя 8Д716".

В этой обстановке Глушко, видимо, решил не поднимать брошенную ему "перчатку" и не усугублять ситуацию переводом технических неувязок между двумя ОКБ в русло личного конфликта, хотя поводов для выдвижения встречных обвинений в адрес ОКБ-1 и лично Королёва было более чем достаточно. Агрессивный стиль письма Королёва невольно свидетельствовал о стремлении автора перевести стрелку ответственности на другого участника, опять требование внесения изменений в ТУ-ОХ вместо уточнения собственного ТЗ. Принцип - "Нападение - лучшая защита" в действии.

В качестве информации о реальном положении дел с отработкой двигателя 8Д716 воспользуемся "Заключением военного представительства 1-го Управления ГУРВО при ОКБ-456 о состоянии отработки двигателя 8Д716 и пригодности его к проведению ЛКИ изделия 8К75" и приведём некоторые фрагменты этого заключения: "До настоящего времени разработка камер сгорания для мощных ЖРД, особенно кислородного класса, связана с большими трудностями по обеспечению устойчивого процесса горения в камерах, что обусловлено отсутствием научно обоснованных рекомендаций и методики инженерного расчёта рабочего процесса в камере.

Вся обработка камер ведётся преимущественно экспериментальными путём, а полнота её оценивается по результатам большого количества огневых испытаний двигателей.

К настоящему времени в процессе доводочных работ набрана статистика огневых испытаний двигателей с камерами, имеющими схему установки форсунок, близкую к сотовой. На 15-ти таких двигателях проведено 26 огневых испытаний, из них на шести отмечено появление ВЧ-колебаний давления газов: на 2-х случаях за пределами рабочего режима, 2 случая - на запуске. Схема запуска изменена, дефект устранён.

ОКБ-456 проведён анализ материалов огневых испытаний и выдано предварительное заключение по устойчивости, которым двигатель 8Д716 допускается к установке на изделие 8К75 и проведению лётных испытаний.

Военное представительство согласно с этим заключением и считает, что двигатели, поставленные для первых лётных испытаний, по своим характеристикам и параметрам соответствуют требованиям технической документации и ТТЗ, за исключением номинальной величины удельной тяги, средняя величина которой на 1 % ниже требований ТЗ.

Таким образом, разработка двигателя 8Д716 ОКБ-456 в основном завершена.

Однако в настоящее время ещё не полностью решён ряд вопросов:

- не завершена доводка камеры, как в части обеспечения необходимого запаса по устойчивости, так и в части получения требуемой экономичности;

- отработка двигателя проведена на кипящем кислороде.

Проверка работы двигателя на переохлаждённом кислороде проведена лишь при одном стендовом испытании блока изделия 8Д75".

Главным выводом заключения на основании изложенного материала стало:

"Решением главного конструктора ОКБ-456 от 11 марта 1961 г. двигатели 8Д716 допущены к ЛКИ в изделиях 8К75.

На основании положительного результата 13-ти огневых испытаний доводочных и 7 испытаний товарных двигателей 8Д716, а также 2-х стендовых испытаний блоков "А" изделия 8К75, военное представительство с этим решением ОКБ-456 согласно".

Несмотря на согласие военного представительства с допуском двигателя 8Д716 к проведению ЛКИ, Глушко опасался, что указанные замечания могут вызвать негативную реакцию в ОКБ-1 и послужить поводом для задержки начала проведения ЛКИ. Чтобы исключить такое нежелательное для него развитие событий, Глушко 15 марта 1961 г. обращается к Королёву с письмом (приводится с сокращениями): "В настоящее время двигатели 8Д716 имеют несколько сниженную удельную тягу: на земле - 268 сек (по ТЗ - 269 сек), в пустоте - 309,5 (по ТЗ - 312 сек). ОКБ-456 продолжает вести работы для обеспечения требований ТЗ, однако имеется задел камер с указанным уровнем удельной тяги. В связи с этим ОКБ-456 просит согласия ОКБ-1 на поставку двигателей с указанными камерами для 17-ти первых лётных изделий 8К75 (из общего числа 25-ти изделий)".

Кроме указанного в письме несоответствия требованиям ТЗ по удельному импульсу тяги, нужно было бы отметить ещё и отдельные случаи возникновения неустойчивого горения в камерах как на режиме запуска двигателя, так и на основном режиме работы. Но об этом в письме ОКБ-456 ничего не говорится, т.к. предлагать для проведения ЛКИ двигателя, разрушающиеся в процессе их работы, было бы по меньшей мере странно. Специалисты ОКБ-456 исходили из предположения, что "неустойчивые" экземпляры двигателей с сегодняшним вариантом камеры будут отбраковываться после КТИ по осциллографическим записям переменной составляющей давления в камере, либо по факту разрушения камер, а проводимые работы с новой камерой внушали надежду на скорое положительное решение проблемы, как по обеспечению экономичности, так и устойчивости рабочего процесса.

Этим письмом Глушко предложил Королёву компромисс: ЛКИ начать с тем, что имеется, а полученное дополнительное время использовать для стендовой отработки кондиционных двигателей. Королёв ответил письмом 31 марта 1961 г., в котором согласился с предложением Глушко, но количество двигателей с пониженным удельным импульсом сократил с 17 до 10, при этом не преминул напомнить, что Глушко на совещании Главных конструкторов гарантировал поставку двигателей с заданным удельным импульсом тяги.

С такой вот весьма ограниченной положительной статистикой стендовых испытаний, с рядом ещё не решённых технических вопросов подошли к началу ЛКИ двигатели ОКБ-456. Но это не противоречило принятой в то время в ОКБ-1 методике "Научим ракету летать". Считалось, что имеющиеся недоработки автономной доводки ракетных систем и выявленные в процессе ЛКИ новые дефекты будут быстрее устраняться, чем это было бы при продолжении только автономной наземной отработки. Но если в начале



Двигатель 8Д716 в составе первой ступени ракеты Р-9А

1961 г. все ракетные системы имелись в наличии и ракету можно было испытывать, то штатная наземная стартовая позиция ещё не была построена. В связи с этим для ускорения начала ЛКИ в 1 квартале 1961 г. был сооружён "Приспособленный наземный стартовый комплекс (площадка № 51)". С целью экономии времени и средств на сооружение этой временной стартовой позиции место её расположения было выбрано примерно в полукилometре от основного старта № 1 для ракет Р-7. Это позволило широко использовать имеющуюся наземную инфраструктуру коммуникаций топливных трубопроводов и электросиловых кабелей для питания стартовых сооружений площадки № 51. По сравнению с грандиозным сооружением старта № 1 для пусков ракет Р-7, площадка № 51 имела упрощённое оборудование: пусковой стол представлял собой стартовую "гумбу" с газорассекателем, к которой по рельсам специально разработанный установщик доставлял горизонтально расположенную ракету и устанавливал её в вертикальное положение, после чего начиналась заправка баков топливом. В период проведения ЛКИ на кипящем кислороде заправка проводилась из вагонов-заправщиков и вагона-подпитчика. На этапе работ с переохлажденным кислородом заправка баков велась через передвижную переохлаждающую установку.

Первый экземпляр ракеты 8К75, предназначенный для проведения ЛКИ, поступил на полигон в НИИП-5 в марте 1961 г. По графику подготовительных работ, а он при ежесуточном контроле строго выполнялся, пуск "вышел" на 9 апреля 1961 г., на полгода позже определённого Постановлением срока начала ЛКИ. Не нужно, наверное, напоминать, что в эти же дни на соседней площадке № 1 параллельно велась подготовка пуска ракеты Р-7 "Восток" с первым космонавтом Земли. Учитывая огромное международное и политическое значение этого пуска, основное внимание главных конструкторов ракетных систем Р-7, а они же - разработчики систем ракеты 8К75, уделялось подготовке пилотируемого полёта.

В связи с этим некоторые члены Госкомиссии по проведению ЛКИ ракет 8К75 предлагали начать ЛКИ после пуска ракеты "Восток". Но Королёв считал, и не без основания, что, во-первых, при такой последовательности, первый пуск ракеты 8К75 пройдёт незамеченным у высшего руководства страны, а это нежелательно, и, во-вторых, в неизбежно возникшей эйфории после успешного полёта первого космонавта возможны ошибки на заключительной стадии подготовки ракеты 8К75 к пуску, что недопустимо. В этом Королёва поддержал председатель Госкомиссии по проведению ЛКИ ракет 8К75 генерал-лейтенант А.И. Семёнов, хотя новый Главком РВСН маршал К.С. Москаленко склонялся к решению отложить пуск до окончания работ с "Востоком".

Возобладала позиция Королёва и Семёнова, и график пусков ракет 8К75 не пересматривался. Благодаря территориальной близости площадок № 1 и № 51, Главные конструкторы, являясь одновременно членами двух Госкомиссий, успевали решать все технические вопросы, возникающие при подготовке ракет "Восток" и 8К75. Основную работу выполняли представители предприятий, которые только в необходимых случаях подключали своих "Главных".

Первый пуск ракеты 8К75 состоялся 9 апреля 1961 г. в 12 часов 15 мин. Первая ступень ракеты, отработав свои 100 секунд,

после разделения потеряла скорость и закружилась в зону отчуждения в районе падения ступеней. Вторая ступень, нормально включившись, на 55 секунде работы потеряла стабилизацию и была отключена задолго до штатного окончания работы. Поэтому успешным первым пуск оценить нельзя, но считать его положительным результатом есть все основания, т.к. была проверена совместная работа всех систем как самой ракеты, так и наземного комплекса, включая работу полигонной команды по подготовке и обслуживанию пуска.

Второе ЛКИ ракеты Р-9А состоялось 21 апреля 1961 г., замечаний к работе двигателей не зарегистрировано. Людей, не задействованных в технологических работах по проведению пуска, присутствовало ещё меньше, чем при первом пуске. Большинство всё ещё находилось в Москве, участвовало в торжествах по поводу полёта Ю.А. Гагарина.

К концу апреля ажиотаж в связи с полётом Гагарина поутих и при проведении третьего пуска ракет 8К75 присутствовали Королёв, Глушко и другие Главные конструкторы ракетных систем. Пуск проводился 25 апреля 1961 г. всё с той же временной 51-й площадке на кипящем кислороде. Для верящих в существование "генеральского эффекта" (возникновение аварии из-за присутствия высокого начальства) этот пуск является подтверждением их веры в приметы. На выходе на режим одна из камер двигателя 8Д716 на 4-й секунде работы разрушилась. Потеряв необходимую тягу, едва приподнявшись с пускового стола, ракета упала на стартовое сооружение и основательно его разрушила.

Падение ракеты 8К75 с разрушением временного стартового сооружения поставило под сомнение правомерность расположения площадки № 51 вблизи стартовой позиции № 1. Рассматриваемая ранее как положительный фактор близость площадки № 51 и старта № 1, дающая возможность иметь общие коммуникации, теперь становилось недостатком. Повторение подобных аварий ракеты 8К75, а их исключение нельзя было гарантировать, могло привести к временному выходу из строя старта № 1 и этим сорвать плановое ведение пусков ракеты Р-7.

Однако построенная к этому времени на полигоне НИИП-5 по проекту ГСБ "Спецмаш" штатная стартовая позиция типа "Десна" оказалась малопримгодной для пусков ракет 8К75. Главным недостатком этой стартовой позиции являлась длительная, более двух часов, подготовка ракеты к пуску из-за отсутствия автоматизированной системы установки ракеты на пусковой стол и последующей заправки.

Такое время подготовки к пуску не соответствовало требованиям к боеготовности ракеты 8К75: по правительственному Постановлению - не более 40 мин, и по требованиям технического задания ОКБ-1 - не более 25 мин. Королёв настоял на изменении проекта этой стартовой позиции, потребовав широкого применения автоматизации технологических процессов подготовки ракеты к пуску. А до сооружения новой стартовой позиции ЛКИ продолжались с площадки № 51.

Но до продолжения ЛКИ нужно было разобраться в причинах аварийной работы двигателя. Председателем комиссии по выявлению причин аварийного пуска ракеты совместным приказом Госкомитета и Минобороны был назначен главный конструктор ОКБ-456 Глушко. Кроме пофамильно указанных в приказе специалистов, к работе комиссии широко привлекались сотрудники подразделений предприятий и организаций, принимающих участие в разработке и изготовлении аварийной ракетной системы, в данном случае - двигателя 8Д716.

По сложившейся в ракетостроительной отрасли практике, назначение председателя комиссии и формирование её состава опре-



Ракета Р-9А на пусковом устройстве



Транспортировка ракеты Р-9А на стартовый стол

делялось по результатам аварийной работы соответствующей ракетной системы. А до определения очередных "именинников" сразу же после падения ракеты все участники пуска лихорадочно всматривались в результаты записей телеметрических измерений, пытались определить степень их достоверности, внимательно исследовали остатки матчасти, доставленной с точки падения, придирчиво изучали положение дел у "соседей". Так, двигателистов в аварийных ситуациях всегда интересовала работа ракетных систем питания двигателя и качания камер, температура компонентов топлива, подача команд системой управления на органы регулирования режима работы двигателя и ещё ряд характеристик работы различных ракетных систем, могущих привести к нерасчётному режиму работы двигателя. "Соседи" занимались тем же. В подготовке и анализе пусков ракет от каждого ОКБ-разработчика ракетных систем принимали участие хорошо технически подготовленные специалисты, знающие в подробностях особенности функционирования элементов "своих" систем. В то же время они имели достаточно полное представление и о работе смежных систем и могли почти профессионально определить нарушения в их работе. Такой перекрёстный анализ работы практически всех ракетных систем поощрялся руководством Госкомиссии по проведению ЛКИ, т.к. это позволяло достаточно быстро и объективно выявить ракетную систему, вызвавшую аварию ракеты.

На заседании Госкомиссии рассматривались все предлагаемые версии причин аварии, из них выбиралась одна, наиболее подкреплённая фактическими материалами и определялся состав комиссии для выявления причин аварийного пуска. После выхода приказа о назначении комиссии, в работу включались специалисты: конструкторы, технологи, изготовители матчасти, научные сотрудники НИИ, представители заказывающих и контролирующих структур Минобороны.

Аварийные комиссии обычно работали достаточно продолжительное время, как правило, до трёх недель, иногда имелись случаи и более месяца. За это время на основе первичного анализа разрабатывалась одна или несколько версий причин аварийной работы двигателя и проводилось углублённое исследование возможности реализации каждый из них, пытались определить степень их достоверности. Необходимость устранения технических недостатков являлось мощным стимулом для научного изучения процессов, ранее не известных. В ходе работ аварийной комиссии происходило объединение трёх составляющих научно-технического исследования: научный анализ - разработка конструкторских или технологических решений - экспериментальная проверка эффективности устранения причин аварии. В некоторых случаях для подтверждения правильности определения предполагаемой причины аварии проводились огневые испытания экспериментальных двигателей с провоцированием получения аварии по предполагаемой причине. На заключительном этапе работы комиссии проводится несколько испытаний двигателей с разработанными мероприятиями дня исключения повторения аварийных ситуаций и выпускается заключение с выводами и рекомендациями по дальнейшему ведению изготовления двигателей и продолжению ЛКИ.

В процессе работы комиссии, как правило, вскрываются и недостатки организационно-технологического порядка, не имеющие прямого отношения к причинам аварии. Они тоже включались комиссией в перечень мероприятий по устранению недостатков. Так расследование аварий даёт вторичный положительный эффект в сфере организации работ и выполнения требований различных инструкций, стандартов и других нормативно-технических документов.

В утвержденном 18 мая 1961 г. председателем Госкомиссии по проведению ЛКИ заключении по аварии указывалось, что *"причиной аварийного полёта ракеты 8К75 № 02Т является разрушение камеры двигателя 8Д716 вследствие появления пульсаций давления высокой частоты, причину возникновения которых однозначно установить в настоящее время не представилось возможным"*.

Тем не менее были разработаны конструкторские мероприятия, эффективность которых была проверена проведением 2-х

стендовых испытаний. Доработанные двигатели были установлены в ракеты и ЛКИ продолжены. Следующий, четвёртый по порядку пуск, состоялся 29 мая 1961 г. и прошёл без замечаний к работе двигателя. А вот в процессе полёта ракеты при пятом пуске 2 июня 1961 г. на 30-й секунде по данным телеметрических измерений одна из камер двигателя 8Д716 разрушилась, что привело к последующему падению ракеты.

На этот раз председателем комиссии по выявлению причин аварийной работы двигателя был назначен заместитель главного конструктора ОКБ-456 по лётным испытаниям двигателей В.С. Радутный. На эту должность в ОКБ-456 он был назначен в ноябре 1960 г., заменив погибшего 24 октября 1960 г. при аварии ракеты Р-16 заместителя главного конструктора Г.Ф. Фирсова.

Радутный пришёл на работу в лабораторию огневых испытаний ОКБ-456 после окончания МАИ в 1949 г., затем работал в отделе стендовых измерений. С февраля 1958 г. по июнь 1959 г. работал на авиационном предприятии в Тушино, а в июле 1959 г., вернувшись в ОКБ-456, возглавил отдел лётных испытаний двигателей. В этой должности он основное внимание уделял работам по двигателям ракеты Р-7.

В связи с этими особенностями биографии Радутный подробностями стендовой отработки двигателя 8Д716 практически не владел, что быстро выяснилось в процессе работы комиссии. Установив эту "слабину", присутствующие на одном из заседаний комиссии Королёв и Мишин сразу же начали "воспитательную" работу в присутствии всей комиссии. Попав под "королёвский пресс" конкретных вопросов, Радутный пытался выйти из положения путём общих рассуждений, что ещё больше раздражало Королёва. В этой обстановке заседание комиссии пришлось прервать, но и это не спасло её председателя от продолжения неприятного разговора: Мишин в присутствии работников ОКБ-456, не выбирая выражений, употребляя ненормативную лексику, давал характеристики профессиональным способностям Радутного и другим руководителям ОКБ-456. Главный мотив недовольства руководителями ОКБ-1 - назначение председателем аварийной комиссии некомпетентного по их мнению работника свидетельствует о нежелании ОКБ-456 серьёзно заниматься повышением надёжности двигателя 8Д716.

В результате этого разговора Королёв позвонил Глушко и потребовал заменить Радутного в качестве председателя аварийной комиссии и предложил Глушко самому её возглавить. Но поскольку председателем комиссии Радутный был назначен приказом ГКОТ, согласованным с Минобороны, то заменять его не стали, приняли во внимание заверения руководства ОКБ-456 оказывать техническую помощь в руководстве работой комиссии. В дальнейшем, при организации межведомственных комиссий, связанных с работой двигателей 8Д716, председателями комиссий назначались либо Глушко, либо Курбатов, ставший после ухода в августе 1961 г. В.А. Витки на пенсию первым заместителем Главного конструктора ОКБ-456, сохранив за собой руководство экспериментальными работами. И в то же время, по предложениям руководства ОКБ-456, с учётом занимаемой должности, а может быть и в "пику" руководству ОКБ-1, в состав практически каждой комиссии наряду с другими работниками ОКБ включался и Радутный.

Основное бремя анализов результатов аварийной работы двигателя, выявления причин аварии и составления технического заключения ложилось на ведущего конструктора по разработке двигателя А.Д. Дарона и начальника отдела лётных испытаний двигателей ОКБ-456 А.П. Июдина. Следует отметить, что к докладом на аварийных комиссиях Дарона и Июдина, к их оценкам работы двигателя и других ракетных систем Королёв относился с доверием и не раз подчёркивал объективность и принципиальность их подхода к выявлению причин аварии. На положительное отношение Королёва к этим работникам ОКБ-456 оказывало влияние, видимо, и то, что с Июдиным он был знаком с ноября 1942 г. по совместной работе в Казани (Июдин не был в заключении, он работал в ОКБ-16 4-го Спецотдела НКВД СССР в качестве вольнонаёмного), а с Дароном познакомился в период лётной отработки двигателей для Р-7.

На мой взгляд, представляет интерес оценка положения дел в тот период, сделанная А.А. Голубевым, бывшим ведущим конструктором ОКБ-154 по разработке двигателя 8Д715 для второй ступени ракеты 8К75, в докладе на чтениях в 1998 г., посвящённых 90-летию со дня рождения В.П. Глушко: *"Мы с Дароном всегда знали, что и как нужно докладывать на комиссиях после очередного падения ракеты, но не всегда знали, что нам нужно делать"*.

Несмотря на острую конфронтацию руководства ОКБ-1 и ОКБ-456 по поводу кандидатуры председателя аварийной комиссии, главный вопрос по определению причин аварии и рекомендациям по дальнейшему изготовлению двигателей и проведению ЛКИ удалось разрешить относительно просто. Анализ телеизмерений однозначно свидетельствовал о разрушении камеры от ВЧ-колебаний давления. Имелись случаи возникновения неустойчивого горения и при стендовых испытаниях, при этом причины этого явления установить не удавалось. Однако в рассматриваемом нами случае вопрос о принятии мер для повышения устойчивости был хорошо подготовлен. В ОКБ-456 с марта 1961 г. велась отработка двигателей с новой смесительной головкой, оснащённой большим количеством мелких однокомпонентных форсунок, устанавливаемых по шахматной схеме. Применение нового смесеобразования позволило существенно увеличить удельный импульс тяги двигателя и, как попутно выяснилось, запасы по устойчивости горения топлива на основном режиме. К концу мая 1961 г. было проведено более десяти стендовых огневых испытаний двигателей с новой смесительной головкой, показавших хорошую стабильность внутрикамерных характеристик рабочего процесса. Наиболее нетерпеливые участники доводки двигателя предлагали прекратить дальнейшие работы со "старыми" камерами, однако руководство ОКБ-456, уже столько раз обжигавшееся на послешном выборе "окончательного" варианта смесеобразования, не спешило с внедрением новой смесительной головки, стремилось проверить её в как можно более широком диапазоне изменения параметров и увеличить статистику успешных стендовых испытаний двигателя.

Такой подход к оценке первых результатов нашёл понимание и у руководителей ОКБ-1. На этом этапе работ ОКБ-1 в первую очередь беспокоило пониженное значение удельного импульса тяги и поэтому полученные повышенные результаты по экономичности были восприняты с удовлетворением. Я специально обращаю внимание на эту, казалось бы, естественную реакцию, т.к. в декабре 1959 г. на заседании "Комиссии К.Н. Руднева", при обсуждении проектов двигателей 8Д716 и НК-9 Королёв заявил, что для ракеты Р-9А повышения удельного импульса тяги у двигателя 8Д716 не требуется. Видимо, тогда это было сказано сгоряча, в полемическом запале, т.к. повышенная экономичность ЖРД никогда не вредила ракетчикам. Так было и на этот раз. Руководство ОКБ-1, разделяя позицию ОКБ-456 о необходимости более глубокой проверки работоспособности двигателей с новым смесеобразованием, в то же время было вынуждено доводку двигателя увязывать с жёсткими сроками отработки ракеты 8К75. Это нашло своё отражение в письме ОКБ-1 от 27 мая 1961 г., направленном в ОКБ-456 на имя Глушко и, в копии, председателю ГКОТ К.Н. Рудневу. Приводим фрагмент этого письма: *"В связи с сокращением количества пусков до сдачи изделия 8К75 в наземном варианте заказчику и целесообразностью проверки двигателей с улучшенными характеристиками не менее, чем на 3-х изделиях до испытаний на предельную дальность, ОКБ-1 считает необходимым с изделия 8К75 № 18 (что соответствует с 14 двигателя от начала поставок для лётных испытаний - В.Р.) устанавливать двигатели 8Д 716 с удельной тягой 276 сек у земли и 318 сек в пустоте"*.

Учитывая, что до 27 мая 1961 г. было испытано в составе ракет 8К75 всего 3 двигателя 8Д716, предложение внедрить новую смесительную головку с 14-го поставочного двигателя давало возможность ОКБ-456 набрать представительную статистику стендовых испытаний двигателей 8Д716. Но авария при ЛКИ 2 июня 1961 г. показала необходимость немедленного перехода на новое смесеобразование, что нашло своё отражение в выводах и предложениях аварийной комиссии.

Решение аварийной комиссии послужило основанием для Глушко направить 19 июня 1961 г. письмо Королёву с информацией о положении дел с отработкой камер двигателя с новым смесеобразованием. Письмо приводится с сокращениями.

"В соответствии с выводами комиссии по выявлению причин аварийного полёта изделия 8К75, двигателя 8Д716 с камерами, изготовленными по штатной документации, признаны недостаточно надёжными и потому дальнейшее их изготовление, поставка и испытания прекращены. Впредь будут поставляться двигатели 8Д716 с камерами, имеющими новые форсуночные головки."

Накопленная до настоящего времени статистика показывает, что в этих двигателях обеспечивается достаточная устойчивость рабочего процесса и что удельная тяга по результатам испытаний 19-ти двигателей 8Д716 имеет следующие осреднённые величины: у земли - 276,9 сек, в пустоте - 319,4 сек."

Не перечисляя причин, по которым ОКБ-456 не может считать статистику испытаний двигателей достаточной, предлагается временно для первых поставочных двигателей 8Д716 с новыми камерами принять значение удельной тяги равными: для земли - 276 сек, для пустоты - 318 сек. По накоплению статистики Вам будут сообщены уточнённые значения удельной тяги, которые безусловно будут не меньше указанных".

В финальной части письма высказывается просьба ускорить согласование временного документа на изменение основных характеристик двигателя, т.к. при работе двигателя с новыми камерами расходы компонентов топлива и величина удельного импульса тяги не соответствовали указанным в конструкторской документации, что препятствовало приёмке этих двигателей заказчиком. В соответствии с принятыми решениями весь задел двигателей был переоснащён камерами с новыми смесительными головками. Этому способствовало хорошо отработанная на заводе № 456 технология замены смесительных головок на готовых камерах.

Следующий пуск ракеты 8К75 по программе ЛКИ был проведён 25 июля 1961 г. Это было первое лётное испытание двигателя 8Д716 с новым смесеобразованием и, начиная с этого пуска, претензий к работе двигателя на основном режиме больше не отмечалось как при проведении ЛКИ, так и при последующих экспериментальных отстрелах ракет 8К75.

Однако этого нельзя сказать о работе двигателя на режиме запуска. При испытании 3-го августа 1961 г. на выходе на режим в одной из камер возникли ВЧ-колебания давления газов, камера разрушилась и ракета упала вблизи стартового сооружения площадки № 51. Эта авария произошла при первом пуске ракеты 8К75 на переохлаждённом кислороде.

Аварийную комиссию возглавил Глушко. Работа комиссии не имела побочных организационных эксцессов, представители ОКБ-456 вынуждены были согласиться с предложенной работниками ОКБ-1 причиной аварии - неотработанность принятой схемы запуска. Надежды на повышение устойчивости на режиме запуска установкой новой смесительной головки не оправдались и двигателисты продолжили поиски более надёжной схемы запуска.



Старт ракеты Р-9А

Так уж получилось, что авария ракеты 8К75 третьего августа 1961 г. завершила первый этап проведения ЛКИ. В связи с этим 11 августа в ГКОТ состоялось совещание Главных конструкторов в расширенном составе: С.П. Королёв, В.П. Глушко, М.С. Рязанский, Н.А. Пилюгин, В.П. Бармин, Ю.А. Ишлинский, В.П. Мишин, Б.Е. Черток, Л.А. Воскресенский, С.С. Крюков, В.И. Курбатов и др., на котором были подведены промежуточные итоги отработки боевого ракетного комплекса 8К75, проанализированы вскрытые в процессе ЛКИ недоработки отдельных ракетных систем и ракеты в целом, а также отмечено отсутствие штатного наземного стартового комплекса. Не будем касаться других систем, сконцентрируем внимание на работе двигателя 1 ступени.

Из восьми пусков три завершились авариями по причине отказа двигателя 8Д716. Такой процент отказов только по одной ракетной системе недопустимо высок даже для первого этапа лётной отработки ракеты. Тем более, что отказы двигателей явились следствием конструктивных недостатков, проявившихся в неустойчивом горении, причина которого оставалась не выясненной. То же наблюдалось и при проведении испытаний двигателей на стендах в ОКБ-456. Объективная и бескомпромиссная статистика показывала, что, несмотря на все принимаемые меры, обеспечить устойчивый запуск двигателя не удаётся. Такое положение дел вызвало серьёзные опасения за успешное завершение отработки всего ракетного комплекса. В связи с этим одним из главных вопросов на совещании Главных конструкторов стало сообщение Глушко "О ходе отработки двигателей 8Д716 для изделия 8К75".

В своём выступлении Глушко высказал уверенность, что внедрение новой смесительной головки гарантированно обеспечивает как существенное повышение удельного импульса тяги, так и устойчивое горение на основном режиме работы двигателя. По запуску двигателя ведётся отработка новой схемы. В итоге этого сообщения совещание постановило: *"Принять к сведению заявление Глушко, что к 16 августа с.г. ОКБ-456 примет решение об изменениях в схеме запуска для товарных двигателей. Просить В.П. Глушко 17.08 с.г. информировать Главных конструкторов о принятых мерах по обеспечению надёжности двигателя"*.

Был ещё один вопрос по отработке двигателя, не вошедший в протокол совещания. В конце выступления Глушко Королёв спросил о готовности ОКБ-456 вести стендовые испытания двигателя на переохлаждённом кислороде. Ответить на этот вопрос Глушко поручил Курбатову. Однако вместо выступления у Курбатова произошёл диалог с Барминым, который в связи с разработкой в ГСКБ "Спецмаш" наземного оборудования для хранения переохлаждённого кислорода в ёмкостях стартового сооружения, из всего состава Главных конструкторов был наиболее подготовлен по этой технической проблеме.

Первое же упоминание Курбатова, что для получения переохлаждённого кислорода в ОКБ-456 необходимо провести длительную реконструкцию стендовых систем с введением теплообменника и дополнительного хладагента вызвало бурное возмущение у Бармина, который в достаточно грубых выражениях, с использованием ненормативной лексики, отозвался об уровне знаний законов физики и технической подготовке работников ОКБ-456. Закончив с критикой, Бармин сразу же изложил простой способ получения переохлаждённого кислорода путём вакуумирования газовых подушек в стендовых баках. Упоминание Курбатова об отсутствии вакуумных насосов немедленно было парировано репликой Королёва: *"Давно надо было их иметь. Я думаю, что мы поможем Вам добыть вакуумный насос"*. Но и после этой реплики Бармин не успокоился и продолжал "добывать" Курбатова: *"Не нужны ОКБ-456 вакуумнасосы"*.

Каждая новая ссылка Курбатова на сложность создания стендового оборудования вызывала бурный протест у Бармина. Poleмическое напряжение с каждой минутой нарастало... Участники совещания с интересом слушали Курбатова, но при этом с любопытством поглядывали на Глушко. А он сидел с непроницаемым видом и смотрел прямо перед собой, как будто происходящее его вовсе не касалось. Глушко, конечно, понял, в какую ситуацию он попал

вместе со своим "главным испытателем". И, видимо, решил, в наказание дать возможность Курбатову испытать всю чашу позора до дна. Наконец, попытки Курбатова "сохранить лицо" надоели Глушко, и он спокойным тихим голосом предложил закончить "обсуждение" вопроса о внедрении в ОКБ-456 стендовой системы для получения переохлаждённого кислорода. В заключение своего выступления Глушко заверил, что Курбатов всё понял и теперь примет самые энергичные меры для обеспечения испытаний двигателей в ОКБ-456 на переохлаждённом кислороде.

Известно, что после совещания Глушко беседовал с Курбатовым, но поскольку разговор шёл без свидетелей, то остаётся только догадываться, как шла эта "беседа". Во всяком случае, на следующий день Курбатов провёл оперативное совещание с руководителями испытательных подразделений и объявил, что создание системы переохлаждения кислорода является первоочередной задачей и будет им контролироваться самым жёстким образом ежедневно.

Специалисты ОКБ-456 по разработке стендового оборудования оперативно ознакомились с имеющимися наработками по системе переохлаждения кислорода в ОКБ-1, НИИ-229, на предприятиях Главкислорода и разработали приемлемое для огневого стенда ОКБ-456 оборудование. Разработка схемы и конструкции, изготовление и монтаж системы вакуумирования заняли не более полутора месяцев и в начале октября 1961 г. состоялось первое в ОКБ-456 стендовое огневое испытание двигателя 8Д716 на переохлаждённом кислороде. Дальнейшие испытания показали, что в ряде случаев запуск двигателей по отработанной для кипящего кислорода циклограмме приводит к возникновению неустойчивого горения и разрушению камер.

Положение дел указывало на необходимость отработки схемы запуска двигателя заново, а для этого требовалось определение фактического диапазона уровня температур кислорода, поступающего в двигатель в момент его запуска. Разумеется, ОКБ-1 должно было определить это экспериментально ещё до начала испытаний двигателей на переохлаждённом кислороде, однако методическим планом наземной отработки ракеты такие работы не предусматривались. Но не одному же ОКБ-456 ошибаться в проведении работ с переохлаждённым кислородом...

Вернёмся, однако, к сообщению Глушко. Его уверенность в возможности уже через две недели после аварии 3-го августа принять решение о новой схеме запуска основывались на том, что уже с середины июля в ОКБ-456 велись работы в этом направлении. В течение месяца, с 19-го июля по 15-е августа, были проведены десятки укороченных огневых испытаний двигателей. Не всё шло гладко, но к 15-му августа схема была выбрана и её надёжность подтверждена 20-ю укороченными испытаниями двигателей. Столь убедительная статистика безаварийной схемы запуска позволила аварийной комиссии выпустить заключение со следующими выводами:

"1. В ОКБ-456 принята и достаточно надёжно проверена новая схема запуска, обеспечивающая более "мягкий" выход двигателя на режим. Работоспособность новой схемы запуска подтверждена 39 стендовыми испытаниями 17 двигателей, из которых 15 испытаний 7 двигателей производства серийного завода № 24.

2. Состояние отработки новой схемы запуска и положительные результаты испытаний двигателей 8Д716 принятой в настоящее время модификации позволяют рекомендовать продолжить лётные испытания изделий 8К75".

Генерал А.И. Семёнов это заключение утвердил 6 сентября 1961 г.

В соответствии с рекомендациями комиссии 10 сентября 1961 г. началось проведение второго этапа ЛКИ. Этот этап продолжался до 26 сентября 1961 г. и включал 7 пусков ракет 8К75, из них два аварийные: в двигателях 8Д716 на выходе на режим разрушились камеры. Создаётся комиссия: В.П. Глушко - председатель.

Предварительное заключение было подготовлено достаточно быстро, т.к. сомнений в причинах аварии ни у кого не было: наличие ВЧ-колебаний давления газов на запуске двигателя. И опять вопрос - что делать дальше?

Поскольку следующая подготовленная к пуску ракета впервые была укомплектована двигателем 8Д716, изготовленным в составе установочной партии на серийном заводе, принимается решение провести этот пуск. Стремление как можно раньше опробовать при лётных испытаниях продукцию серийного завода закономерно и в данном случае оправдывает нарушение сложившейся методики - не проводить пуски ракет, пока не будет определена и устранена причина предыдущей аварии.

Шестой пуск второго этапа с двигателем завода № 24 прошёл без замечаний и это в какой-то мере сгладило негативное впечатление от предыдущего аварийного пуска и вселило надежду, что причиной аварии явилось неблагоприятное для запуска сочетание отдельных параметров, присущих только аварийному двигателю.

Видимо, это позволило Госкомиссии принять решение продолжить ЛКИ и 26 октября 1961 г. был проведён очередной пуск ракеты 8К75. Запуск двигателя, отделение ракеты от пускового стола, кратковременный полёт и падение вблизи стартового сооружения - полная аналогия предыдущего аварийного пуска 8 октября. По результатам пуска 26 октября полигоном был выпущен оперативный отчёт, в выводах которого указывается, что "причиной аварийного пуска изделия явилось разрушение двигателя вследствие возникновения и развития ВЧ-колебаний давления газов". Новую комиссию создавать не стали, поручили продолжавшей работать комиссии под председательством Глушко объединить оба аварийных пуска в одно расследование причин аварии.

Первое, на что обратили внимание члены комиссии, было проведение обоих аварийных пусков с заправкой баков ракеты переохлаждённым кислородом. О том, что это могло явиться причиной возникновения ВЧ-колебаний давления газов свидетельствовало появление в момент зажигания в камерах жёсткого "хлопка", наблюдавшегося при запусках двигателя в составе ракеты на переохлаждённом кислороде, в то время как такого явления при запусках двигателей на кипящем кислороде не происходило... Основываясь на слуховом восприятии "хлопков", за неимением на ракете малоинерционных датчиков для регистрации быстропеременной составляющей давления в период запуска, были сделаны выводы о существенных отличиях в протекании процессов в камере в момент зажигания при работе двигателя на переохлаждённом или кипящем кислороде. Здесь не лишне напомнить, что все предыдущие сдвиги запуска двигателя отработывались на кипящем кислороде, но, судя по результатам разрушения камер на запуске на переохлаждённом кислороде, оказались не пригодными. Это наблюдение легло в основу дальнейшей работы аварийной комиссии.

Однако эти планы не были реализованы, работа аварийной комиссии была прекращена и дальнейшее развитие событий пошло по другому сценарию. Не удовлетворившись только определением фактов возникновения аварий, изложенных в предварительном заключении аварийной комиссии и оперативном отчёте полигона, Председатель Госкомитета Л.В. Смирнов решил в ноябре 1961 г. на заседании коллегии Госкомитета заслушать состояние дел с отработкой двигателя. Это был не первый случай подключения руководства Госкомитета к отработке двигателя 8Д716. И К.Н. Руднев, и Л.В. Смирнов, в недавнем прошлом руководители предприятий, интересовались ходом отработки, критиковали руководство ОКБ-456 за срывы графика работ, но одновременно стремились оказать помощь и дать технические советы по устранению недостатков в работе двигателя.

На этот раз на коллегии Госкомитета основной доклад от ОКБ-456 было поручено сделать ведущему конструктору разработки двигателя А.Д. Дарону, содокладчиками были директор НИИ-229 Г.М. Табаков и начальник лаборатории №8 НИИ-1 А.П. Ваничев. Кроме них выступили также представители ОКБ-1, ОКБ-2, НИИ-4 МО и ГУРВО. Все отмечали, что организовать запуск несамовоспламеняющихся компонентов топлива без промежуточной ступени (для обеспечения пусков ракет из шахтного сооружения) с впервые используемым переохлаждённым кислородом является сложной научно-технической задачей. Предложения выступающих были практически единые: дать ОКБ-456 возмож-

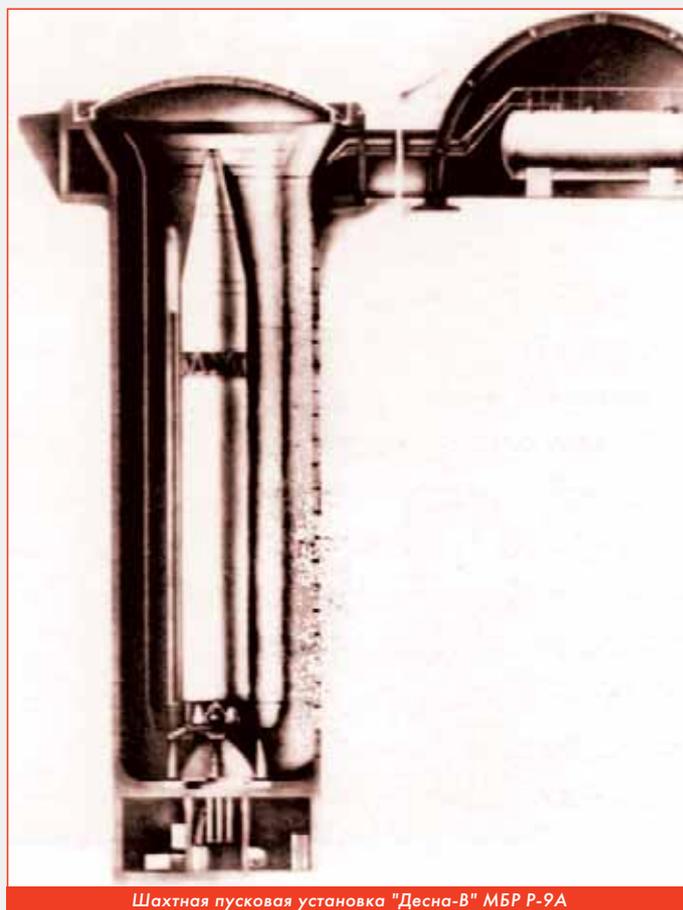
ность в разумно назначенный жёсткий срок с участием специалистов отраслевых НИИ провести отработку запуска двигателя 8Д716 на соответствие требованиям технического задания ОКБ-1. Кроме того, в процессе проведения ЛКИ было установлено, что при задержках пуска, даже в пределах, оговорённых документацией, происходит "разогрев" кислорода, находящегося в баках без вакуумирования, и на входе в двигатель переохлаждённый кислород, вопреки мнению, господствующему в ОКБ-1, переходит в состояние кипящего. В связи с этим, по предложению Глушко, коллегия Госкомитета поручила ОКБ-1 по специально разработанной программе провести "холодные" испытания блока "А" ракеты 8К75 для уточнения требований к температуре кислорода, поступающего в двигатель в момент запуска в зависимости от времени начала пуска с учётом его задержки в пределах, оговорённых в эксплуатационных документах ОКБ-1.

В результате проведенных экспериментальных работ по "Программе испытаний по определению параметров окислителя в магистралях блока "А" было установлено, что в зависимости от вида кислорода его температура на входе в двигатель составляет:

- у переохлаждённого кислорода - минус 184,5 °С;
- у кипящего кислорода - минус 178,5 °С.

Учитывая допустимую по документации задержку пуска ракеты на 1,5-2 часа, была определена температура кислорода на входе в двигатель и для этого случая. Она составила минус 173 °С. На основании этих экспериментальных результатов в конструкторскую документацию был внесён эксплуатационный диапазон температуры кислорода на входе в двигатель от минус 184,5 °С до минус 173 °С. Представляется интересным отметить, что это изменение ОКБ-1 внесло не в ТЗ на разработку двигателя, а в "Положение по эксплуатации изделия 8К75".

В дополнение к этому хочется обратить внимание читателя, насколько отличается экспериментально определённая температура переохлаждённого кислорода на входе в двигатель (минус 184,5 °С) от температур, полученных в результате расчётов, а скорее всего, путём "экспертной оценки" (минус 189 °С... минус 203 °С), которые настоятельно предлагались для использования



Шахтная пусковая установка "Десна-В" МБР Р-9А

при отработке двигателя (письмо Королёва от 13 февраля 1961 г. в адрес ОКБ-456).

Экспериментально установленный достаточно узкий эксплуатационный диапазон температуры кислорода позволил существенно упростить отработку схемы запуска двигателя на стенде. И в то же время, учитывая определяющее значение температуры кислорода на безопасность запуска, двигатели ОКБ-456 отработали запуск в расширенном диапазоне температур от минус 189 °С до минус 172 °С.

Объявленная пауза в проведении ЛКИ ОКБ-456 использовало максимально продуктивно. Выявленная возможность поступления в двигатель при его запуске как переохлаждённого, так и кипящего кислорода потребовала от двигателистов отработать унифицированную схему запуска, одинаково надёжную при любом состоянии кислорода в пределах определённого температурного диапазона. Отработка унифицированного запуска велась с октября 1961 г. по март 1962 г.

Кроме заново и на этот раз окончательно отработанной схемы запуска, с целью дальнейшего повышения устойчивости рабочего процесса как на основном режиме работы, так и на запуске, цилиндрическая часть камеры подверглась очередному укорачиванию, её длина стала всего 130 мм. Это привело к повышению запаса устойчивости, но удельный импульс тяги уменьшился на 2 сек.

Результаты проведенных работ в ОКБ-456 и ОКБ-1 были заслушаны на коллегии Госкомитета. Представленные материалы позволили принять решение о возобновлении ЛКИ.

Третий завершающий этап ЛКИ начался пуском 21 марта 1962 г. и продолжался до 4 февраля 1964 г. В течение этапа было проведено 39 пусков, а за всё время проведения ЛКИ состоялось 54 пуска.

Для двигателистов этот этап ЛКИ характерен использованием в ракетах двигателей, изготовленных на серийном заводе № 24. Кроме подключения к лётным испытаниям продукции серийного завода, на третьем этапе ЛКИ была начата отработка штатных наземных стартовых сооружений: 19 июня 1962 г. состоялся первый пуск со стартовой позиции - "Десна Н" (правая), 11 февраля 1963 г. с позиции "Десна Н" (левая), а 22 февраля 1963 г. - со стартовой позиции - "Долина". Двигатели с унифицированной схемой запуска надёжно запускались в любой стартовой позиции и без замечаний работали на активном участке полёта. Это позволило в течение марта-августа 1962 г. провести сертификационные испытания двигателей с выводами комиссии о пригодности двигателей 8Д716 к эксплуатации в составе ракет 8К75.

Казалось бы, теперь сделано всё, имеющиеся недостатки в работе двигателей за два с лишним года доводки уже все проявились и надёжно устранены. Работает серийный завод, его обслуживают инженеры Приволжского филиала ОКБ-456, само ОКБ переключилось на разработку новых двигателей. Однако такое течение событий продолжалось до середины октября 1962 г., когда двигатель 8Д716 опять напомнил о себе.

Для лучшего понимания происходящих событий необходимо сделать небольшое отступление. Появление и дальнейшее совершенствование ударного ракетно-ядерного оружия обязательно должно было привести к появлению средств противоракетной обороны (ПРО). После недолгих поисков специалисты в области ПРО пришли к выводу, что наиболее эффективным средством для предотвращения нанесения ракетно-ядерного удара является нарушение средств управления полётом ракеты вероятного противника и последующая "блокировка" летящих боевых головок с ядерными зарядами. И для выполнения этих задач лучше всего годятся поражающие факторы ядерного взрыва (ПФЯВ). Ведь давно известно, что клин лучше всего вышибать клином!

С целью определения помехоустойчивости бортовых и наземных устройств радиоуправления от воздействия ПФЯВ в 60-х годах в СССР проводились специальные работы по так называемым "Программам К". Две из этих программ предусматривали взрыв ядерного заряда мощностью 300 кт над Семипалатинским ядерным полигоном на высотах 300 км (Программа К-3) и 150 км

(Программа К-4). Участие и задача ракеты 8К75 в этих программах - пролететь в момент взрыва вблизи его эпицентра. Ядерный заряд доставлялся в расчётную точку взрыва ракетой Р-12, запускаемой с ГЦП Капустин Яр. Для обеспечения чёткого выполнения временного графика "Старт Р-12 - старт 8К75 - ядерный взрыв на заданной высоте - прохождение ракеты 8К75 вблизи эпицентра взрыва" была проведена громадная работа, в которой приняли участие сотни военных и гражданских специалистов.

При подготовке к пуску первой ракеты 8К75, участвующей в "Программе К-3", было допущено небольшое отступление от штатного графика работ: с целью гарантированной синхронизации запуска с ракетой Р-12 заправка баков кислородом была проведена с некоторым опережением расчётного времени. Как потом оказалось, эта "гарантия" более чем в 3 раза превышает допустимое по эксплуатационной документации время задержки пуска после окончания заправки ракеты кислородом. Имелись и запланированные отличия от штатных комплектаций предыдущих ракет: на этом пуске исследовалось влияние некоторых факторов на запуск двигателя, в том числе усиленный пиростартёр.

Первая часть достаточно сложного и важного для дальнейшего совершенствования военной техники эксперимента прошла успешно. Ракета Р-12 стартовала 22 октября 1962 г., точно в назначенное время на расчётной высоте произошёл ядерный взрыв. А вот вторая часть эксперимента, определяющая комплексное воздействие ПФЯВ на летящую ракету, не состоялась.

В согласованный с полигоном Капустин Яр момент времени была подана команда на запуск двигателя, ракета 8К75 медленно, словно нехотя, поднялась на несколько метров над стартовым столом, затем на какое-то мгновение зависла в неподвижности, опираясь на свой ослепляюще-огненный "хвост" и тяжело рухнула вниз. Взрыв, море огня.... "Десна Н" (правая) практически была уничтожена и больше не восстанавливалась.

Была авария - появилась и комиссия: В.И. Курбатов - председатель. Первичный экспресс-анализ показал, что градиент набора давления в камерах аварийного двигателя выпадает из статистики изменения этого параметра при стендовых и лётных испытаниях двигателей с последней схемой запуска. Это могло быть следствием установленного комиссией факта ошибочного проведения настройки на заниженный номинальный режим работы этого двигателя по методике, не откорректированной по последним данным.

На более глубокий анализ причин аварии двигателя времени не хватило, т.к. на 28 октября была запланирована операция по "Программе К-4". Срочно перенастроили очередную ракету 8К75 и началась подготовка к следующему совместному с ракетой Р-12 пуску. На этот раз пуск готовился с временной площадки № 51, выдержавшей до этого 22 пуска. Учитывая опыт предыдущего пуска, время гарантийного опережения заправки баков ракеты кислородом было несколько сокращено, но всё равно, как оказалось, оно почти в 2 раза превышало допустимое. Вторая ракета должна была восполнить несостоявшееся участие в "Программе К-3", а также завершить запланированные исследования по запуску двигателя. Таким образом, получалось полное повторение программы предыдущего аварийного пуска. И хотя в среде специалистов ракетной техники, связанных с испытаниями двигателей и, особенно, пусками ракет, широко распространена традиция соблюдения различных примет, воспроизводство программы пуска, ставшего аварийным, не входило в сложившийся перечень таких суеверий. Да и меры по устранению выявленных недоработок на новой ракете были приняты. Сомнений в благополучном исходе очередного пуска ни у кого не было.

О том, что произошло при этом пуске, вспоминает участник этих событий, ведущий конструктор по разработке двигателя 8Д716 А.Д. Дарон: *"В момент пуска я находился на наблюдательном пункте (НП) более, чем в километре от старта. Из тех, кто был рядом, помню только И.И. Райкова. Смотрели в бинокли, слушали трансляцию команд со старта. Пошёл запуск. Ракета поднялась чуть-чуть, зависла на мгновение и... как и прежде, совсем как в предыдущем случае, осела на "тумбу". Последовал взрыв. Не помню,*

как всё произошло далее, но я пошёл прямо от НП к старту, выражение лица у меня было, видимо, такое, что ни один из солдат меня не остановил (а может быть, они все попрятались?). Помню, пришёл на старт, там всё горит, головная часть небрежно валяется в нескольких метрах от догорающих обломков, среди которых заметны камеры двигателя. Что-то раскалено и пышит жаром, что-то догорает, картина конца света. Меня издали увидел Королёв, пошёл навстречу, посмотрел прямо в лицо сочувствующим взглядом - я всё это отчётливо помню в деталях - взял за пуговицу тужурки и твёрдым голосом сказал: "Это не ВЧ! Я сам смотрел в камеры!". Этого я никогда не смогу забыть. Он увидел моё состояние и понял, что меня необходимо вернуть к нормальной жизни. Потом уже, конечно, стало мне ясно, что он никак не мог посмотреть в камеры, это было просто невозможно. Кроме того, даже если бы он посмотрел, мог ли он понять по виду камер, были ли в них ВЧ-колебания давления, не имея в этом собственного опыта, а только по рассказам специалистов? Но как он, в тяжелейший для себя и всех нас момент, повёл себя как чуткий товарищ, как проявил своё отношение ко мне, виновнику аварии - этого забыть невозможно.

Дальше - работа в аварийной комиссии. Анализы, эксперименты, выводы... И в завершение всего чувство глубокого удовлетворения - больше аварий ракеты из-за двигателя не было, ни по его "вине", ни с его косвенным участием".

История проведения работ по "Программам К-3 и (К-4)", завершившаяся аварийными пусками ракет 8К75, имеет, в моём представлении, ряд несуразностей. В "Программе К" принимали участие ряд Министерств и ведомств и её результаты имели общевоинское значение. Выбор в качестве "подопытной" ракеты 8К75, хотя ещё находящейся на стадии ЛКИ, представляется правильным: если проверять стойкость и работоспособность - то на перспективной ракете. Но кому в голову пришла мысль совмещать эту ответственную научно-техническую и военную операцию с продолжением исследований по программе ЛКИ? Других, уже проверенных ранее при ЛКИ вариантов ракет разве не было? Вот и "прославились" на все Вооружённые Силы СССР! Авария при ЛКИ - конечно, неприятность, но сколько их уже было, и информация о них замыкалась на руководство ГКОТ и РВСН, а тут на все ВС...

Комиссия по этим авариям работала более 3-х месяцев. Имеющуюся информацию "рыли" вглубь ивширь, исследовали вдоль и поперёк, провели 52 коротких огневых испытаний на 15 двигателях. Однако причину возникновения ВЧ-колебаний давления на запуске аварийных двигателей установить не удалось. В то же время эти испытания показали работоспособность двигателей при широком изменении различных условий, параметров и характеристик, влияющих на режим запуска двигателя. В результате проведённых работ аварийная комиссия сделала вывод: "Причина ненормального запуска двух изделий 8К75 однозначно не установлена. (И, видимо от безысходности, далее констатировала -В.Р.) Наиболее вероятной причиной является сочетание при пусках этих изделий ряда неблагоприятных факторов".

Не установив причину аварийных исходов при пусках ракет путём проведения хотя и многочисленных, но всё-таки автономных испытаний двигателей, комиссия приняла решение провести ОСИ двух блоков "А" с целью:

- подтвердить работой двигателей в составе блока "А" положительные результаты автономных стендовых испытаний двигателей на режиме запуска;

- проверить работоспособность двигателей в составе ракетной ступени при сочетании предельных величин параметров и характеристик, исследованных в процессе проведения ЛКИ.

Оба испытания, состоявшиеся 25 января и 1 февраля 1963 г., прошли успешно, замечаний к работе двигателей и состоянию матчасти не было, и 13 февраля председатель Госкомиссии генерал А.И. Семёнов принял решение о продолжении проведения ЛКИ.

Так как же оценить работу аварийной комиссии? Причину аварии выявить так и не удалось и получается, что её трёхмесячная работа прошла впустую. Но в данном случае уместно вспомнить поговорку: "Нет худа без добра". Проведённые комиссией исследова-

ния не только укрепили веру в надёжность отработанного запуска, но и обогатили специалистов ОКБ-456 научно-техническими знаниями о влиянии различных условий на кинетику процессов при запуске двигателя, цена полученных знаний и опыта превышала все материальные и временные затраты на проведение экспериментальных работ.

В мемуарной литературе принято считать, что задержка в сдаче в эксплуатацию ракетного комплекса 8К75 произошла из-за затянувшихся сроков отработки двигателя 8Д716. Действительно, правительственным Постановлением от 13 мая 1959 г. предусматривалось завершение работ по созданию ракетного комплекса в 1962 г. Постановление же о принятии его на вооружение вышло только 21 июля 1965 г. Из чего же сложилось такое отставание от директивного срока разработки и какую лепту в это внесли работы с двигателем?

Для ответа на этот вопрос приведём календарь свершения значимых событий, имеющих отношение к разработке двигателя.

1. В апреле 1959 г. ОКБ-456 получило техническое задание на разработку двигателя.

2. 13 мая 1959 г. вышло Постановление о разработке ракеты Р-9, ОКБ-456 назначено главным разработчиком двигателя 8Д716.

3. В конце октября 1959 г. ОКБ-456 направило в ОКБ-1 эскизный проект двигателя 8Д716.

4. 25 ноября 1959 г. Королёв направил письмо Л.И. Брежневу с предложением прекратить разработку двигателя 8Д716. 8 декабря 1959 г. он направил аналогичное письмо в Отдел оборонной промышленности ЦК КПСС.

5. 18 января 1960 г. "Комиссия К.Н. Руднева" приняла решение продолжать разработку двигателя 8Д716.

6. 2 февраля 1960 г. вышло заключение Министерства Обороны по эскизным проектам двигателей 8Д716 и НК-9, практически определившим выбор двигателя 8Д716 для ракеты Р-9.

7. В мае 1960 г. состоялась первое огневое испытание полно-размерного двигателя 8Д716.

8. 30 мая 1960 г. вышло Постановление о разработке ракеты Р-9 с двигателем 8Д716 для запусков из шахтного сооружения, сохранив требование пусков с открытой позиции. Это привело к необходимости создания универсальной схемы запуска двигателей.

9. В феврале 1961 г. Королёв в письме в ОКБ-456 потребовал вести отработку двигателя на переохлаждённом кислороде.

10. В феврале и марте 1961 г. успешно проведено два ОСИ с двигателями 8Д716 на стенде в НИИ-229, второе ОСИ - на переохлаждённом кислороде.

11. 9 апреля проведено первое ЛКИ ракеты Р-9А, двигатель 8Д716 отработал без замечаний.

12. 25 апреля 1961 г. при проведении третьего ЛКИ произошла первая авария двигателя 8Д716 в составе ракеты.

13. В марте 1961 г. начались стендовые испытания двигателей 8Д716 с малоразмерными однокомпонентными форсунками, что обеспечило на всех последующих испытаниях устойчивость процесса горения на основном режиме работы и высокий уровень удельного импульса. Этот вариант стал штатной конструкцией.

14. Третьего августа 1961 г. произошёл первый аварийный запуск при ЛКИ на переохлаждённом кислороде.

15. В октябре 1961 г. на стенде ОКБ-456 началась отработка запуска двигателя на переохлаждённом кислороде.

16. В марте-августе 1962 г. проведена серия сертификационных испытаний двигателей 8Д716, подтвердившая их надёжную работу на запуске и на основном режиме как на кипящем, так и на переохлаждённом кислороде. Этими испытаниями была официально завершена отработка двигателей.

В результате был создан уникальный по своим техническим характеристикам двигатель. Он имел универсальный "пушечный" запуск как с наземной позиции, так и из шахты, надёжно запускался и работал на основном режиме как на кипящем, так и на переохлаждённом кислороде, боеготовность ракеты Р-9А не превышала 15 минут, причём это время определялось, в основном, продолжитель-

ностью выхода на рабочий режим приборов системы управления.

Дальнейшие ЛКИ проводились с целью набора статистики пусков и окончательной отработки шахтных пусковых установок. Отработка двигателя 8Д716 велась со времени получения ТЗ в апреле 1959 г. до завершения сертификационных испытаний в августе 1962 г., что действительно дольше намеченного времени, но уже в марте 1962 г. его конструкция полностью определилась и соответствовала требованиям ТЗ по техническим характеристикам, работоспособности и надёжности. Так что временем разработки двигателя нельзя объяснить столь позднее принятие ракетного комплекса 8К75 на вооружение. Объективные и субъективные трудности, сопровождающие создание двигателя, только частично объясняют сложившуюся ситуацию, были задержки в разработке и других ракетных систем, включая корпус самой ракеты, систему управления, строительство и оснащение шахтных сооружений, создание системы получения и длительного хранения переохлаждённого кислорода. В целом, "шахтный" этап отработки ракетного комплекса 8К75 фактически завершился в феврале 1964 г.

В августе 1964 г. состоялось подписание "Акта Межведомственной комиссии по согласованию конструкторской, технологической и эксплуатационной документации двигателя 8Д716" и пригодности его к серийному производству и эксплуатации. Однако командование Гурьёва и руководство ГКОТ утвердили этот Акт только 27 марта 1965 г.

На задержке принятия на вооружение сказалась обстановка тех лет в ракетных войсках. Ко времени окончания работ по комплексу 8К75 на боевом дежурстве уже стояли ракеты на высококипящем топливе Р-16 М.К. Янгеля и УР-100 В.Н. Челомея, на завершающей стадии отработки находились новые ракеты тяжёлого класса разработки этих же Главных конструкторов. На этом фоне ряд высокопоставленных военных не проявлял интереса к "кислородной" ракете. Королёв в это время был полностью поглощён развёртыванием работ по новой сверхтяжёлой ракете Н1.

При подготовке правительственного Постановления о принятии на вооружение комплекса 8К75 вновь возник вопрос о целесообразности эксплуатации боевых ракет, работающих на жидком кислороде. В заключении головного отраслевого НИИ-88, наряду с традиционным перечислением достоинств нового ракетного комплекса, отмечалось: "Перспективы развития ракетного вооружения лежат на пути создания ракет, работающих на высококипящих ком-



Сборочный цех ракет Р-9А

понентах и находящихся на боевом дежурстве в заправленном состоянии. Именно такие ракеты должны составлять основу наших РВНС..., т.к. применение жидкого, хотя и переохлаждённого кислорода... обусловит значительное снижение эксплуатационных характеристик и не позволит обеспечить высокую живучесть и боеготовность ракетного комплекса".

И всё-таки решение о принятии в эксплуатацию ракет Р-9А было принято. История принятия этого решения имела не традиционный характер. После смены в октябре 1964 г. политического лидера СССР, Л.И. Брежнев энергично исправлял не оправдавшие себя экономические нововведения в народном хозяйстве и ошибки организационного строения Вооружённых Сил страны. В этой обстановке бывший секретарь ЦК КПСС, курирующий военно-промышленный комплекс и этим причастный к разработке ракеты Р-9А, счёл целесообразным подтвердить правильность своей прежней деятельности и 21 июля 1965 г. ракетный комплекс 8К75 был принят на вооружение. Но в отличие от ракет разработки ОКБ Янгеля и Челомея, количество изготавливаемых ракет составляло около 70 экземпляров. И ещё, по моим сведениям, это была единственная ракетная разработка, не отмеченная государственными наградами. Но по техническим характеристикам ракетный комплекс Р-9А достоин хорошей оценки. **П**

(Продолжение следует.)

ИНФОРМАЦИЯ

Исследователями из Мичиганского университета при участии специалистов НАСА и американских ВВС создан ионный двигатель ХЗ, который во время испытаний создал тягу порядка 0,55 кгс (5,4 Н). Испытания проводились в вакуумной камере Исследовательского центра НАСА имени Гленна. Предыдущий рекорд силы тяги был равен 3,3 Н.

Двигатель ХЗ является ионным двигателем, в котором используется эффект Холла. Тяга вырабатывается путём ускорения электрически заряженных ионов, получаемых при ионизации атомов топлива. Пока двигатель ХЗ работает на уровне мощности до 100 кВт, потребляя электрический ток силой до 260 А. Максимальная мощность, на которую рассчитывалась конструкция двигателя ХЗ, составляет 200 кВт. Масса двигателя - 227 кг. Он оснащен тремя каналами выхода плазмы, что позволило значительно сократить его габариты.

В 2018 г. будут проведены испытания, во время которых двигатель ХЗ будет работать на полной мощности непрерывно в

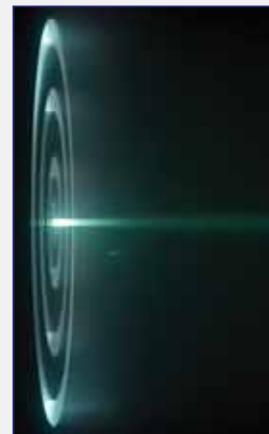
течение 100 часов. Для этого разрабатывается новая магнитная система, которая будет препятствовать контакту потока плазмы со стенками двигателя. Без этой дополнительной магнитной защиты ресурс работы существующего варианта двигателя ХЗ составляет несколько тысяч часов, а новая магнитная защита позволит двигателю работать на полной мощности непрерывно в течение нескольких лет.

По предварительным расчетам двигатель ХЗ сможет разогнать космический аппарат до 40 км/с. При этом, двигатель ХЗ имеет минимум десятикратное превосходство перед традиционным "химическим" реактивным двигателем по эффективности использования топлива.

Двигатель ХЗ станет частью электрической силовой установки XR-100, которую разрабатывает Aerojet Rocketdyne для программы NextSTEP. На разработку XR-100 в 2016 г. НАСА выделило компании Aerojet Rocketdyne \$6,5 млн, из которых \$1 млн был выделен Мичиганскому университету на двигатель ХЗ.

Основным преимуществом ионных двигателей является высокий удельный импульс, равный примерно 40 км/с, тогда как у ЖРД он не превышает 5 км/с. В результате для достижения одной и той же скорости ионному двигателю потребуется гораздо меньше топлива, чем ЖРД. Однако, из-за того, что тяга у них маленькая (так, у SPT-140, используемого для межорбитальной транспортировки, тяга порядка 0,29 Н при массе двигателя 8,4 кг), для разгона космических аппаратов требуется много времени.

Ученые надеются, что мощность ХЗ, которая сейчас составляет всего 100 кВт, в ближайшие годы можно будет довести до 0,5...1 МВт, которой будет уже вполне достаточно для полёта человека на Марс и успешного возвращения на Землю. **П**





XIV МОСКОВСКИЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ ИННОВАЦИОННЫЙ ФОРУМ

ТОЧНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ — ОСНОВА КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ

проводится в соответствии с распоряжением Правительства Российской Федерации от 5 апреля 2014 г. № 541-р

**15-17 мая 2018 г.,
Москва, ВДНХ,
павильон 75, «Россия»**

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ
ВЫСТАВКИ



ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Консолидация усилий власти, науки и бизнеса в развитии отечественного приборостроения для обеспечения нужд промышленности и оборонного комплекса страны, а также повышение эффективности российской системы измерений, совершенствование нормативной базы метрологии с учетом международных тенденций в целях поддержки инноваций и их продвижения.

ПРОГРАММА ФОРУМА



METROLEXPO

Метрология и Измерения

14-я выставка средств измерений, испытательного оборудования и метрологического обеспечения.



CONTROL&DIAGNOSTIC

Контроль и Диагностика

7-я выставка промышленного оборудования и приборов для технической диагностики и экспертизы.



RESMETERING

Учёт энергоресурсов

7-я выставка технологического и коммерческого учета энергоресурсов.



LABTEST

Лабораторное оборудование

6-я выставка аналитических приборов и лабораторного оборудования промышленного и научного назначения.



PROMAUTOMATIC

Приборостроение и автоматизация

6-я выставка оборудования и программного обеспечения для технологических и производственных процессов.



WEIGHT SALON

Весовой салон

2-я выставка весового оборудования.

Организаторы



РОССТАНДАРТ

Поддержка



Международные партнеры



Стратегический
партнер



Ключевые
партнеры выставки

Генеральный
партнер



Устроитель
и выставочный оператор



ДИРЕКЦИЯ ФОРУМА

129344, Москва, ул. Искры д. 31, корп. 1, Технопарк ВДНХ
Тел./Факс: +7 (495) 937-40-23 (многоканальный)

www.metrol.exprom.ru
E-mail: metrol@exprom.ru

НЕМНОГО ИЗ ИСТОРИИ МБР «ТИТАН»

Александр Идин

В 1955 г. командование стратегических сил ВВС США разработало комплекс требований к более тяжелой ракете, способной нести мощную термоядерную головную часть. Задание на разработку получила фирма "Мартин". Несмотря на огромные усилия, опытно-конструкторские работы по ракете LGM-25A явно затянулись. Только летом 1959 г. опытная серия ракет поступила на летные испытания. Первый пуск, состоявшийся 14 августа, был неудачным из-за неисправности, возникшей на второй ступени. Последующие испытания сопровождались многочисленными отказами и авариями. Доводка шла трудно. Только 2 февраля следующего года пришел долгожданный успех. Испытываемая ракета, наконец, взлетела. Казалось бы, что черная полоса закончилась. Но 15 июня при подготовке к старту произошел взрыв. 1 июля пришлось подрывать ракету в полете по причине большого отклонения от заданной траектории.

29 сентября был произведен запуск ракеты "Титан-1" (такое название присвоили к тому времени новой МБР) на максимальную дальность с эквивалентом головной части 550 кг, размещенном в специальном экспериментальном корпусе. Ракета, запущенная с полигона Канаверал, пролетела 16 000 км и упала в океан в 1600 км к юго-востоку от о. Мадагаскар. В ходе испытаний, длившихся до 6 октября 1961 г., был произведен 41 экспериментальный запуск ракет "Титан-1", из которых 31 был признан успешным или частично успешным.

Двухступенчатая МБР "Титан-1" выполнена по схеме "тандем". Каждая ступень имела по два несущих топливных бака из высокопрочного алюминиевого сплава. Силовой набор и обшивка хвостовых и приборных отсеков изготавливались из магниевотитанового сплава. Несмотря на солидные размеры, сухая масса ракеты не превышала 9 т. Для торможения первой ступени в момент разделения, остаток окислителя из бака выпускался через две реактивных насадки, расположенных на верхнем кольце бака. Одновременно включался маршевый двигатель второй ступени.

В момент старта на земле включался двухкамерный ЖРД LR-87, сконструированный фирмой "Аэроджет дженерал корпорейшн", развивавший тягу 136 тс. Запас топлива позволял ему работать в течение 145 секунд. Запуск ТНА, работавшего на основных компонентах топлива, производился сжатым азотом. Охлаждение трубчатых камер сгорания обеспечивалось горючим. Камеры сгорания устанавливались в шарнирных подвесах, что давало возможность создавать управляющие усилия в полете по углам тангажа и рыскания.

Вторая ступень оснащена однокамерным ЖРД LR-91, развивавшим тягу в вакууме 36,3 тс. Время его работы - 180 секунд. Камера сгорания крепилась на кардановом подвесе и имеет трубчатую конструкцию. Часть сопла охлаждалась. Остальная его часть представляла собой двухслойную насадку с внутренним слоем из фенольной пластмассы, усиленной асбестом. Отработанные газы после турбины турбонасосного агрегата выбрасывались через сопло, обеспечивавшее создание усилий по углу крена. Топливо для всех ЖРД двухкомпонентное: горючее - керосин, окислитель - жидкий кислород.

На ракете устанавливалась инерциальная система управления с радиокоррекцией на активном участке траектории с использованием наземной ЭВМ. СУ обеспечивала точность стрельбы в 1,7 км. МБР "Титан-1" несла отделяемую в полете моноблочную головную часть Mk4 мощностью до 7 Мт.

Ракета базировалась в защищенных шахтных пусковых установках и име-

ла оперативную готовность к пуску около 15 минут. Всего в период с 1960 по 1962 год было установлено 54 ракеты, которые находились на боевом дежурстве до конца 1964 г.

В начале 1960 года конструкторы фирмы "Мартин" взялись за модернизацию ракеты. Ракета «Титан-2» также была двухступенчатой, но была в полтора раза тяжелее (ее масса в заправленном состоянии превышала 150 т). Ее двигатели работали на комбинации азозина-50 и тетраоксида диазота; оба компонента могли длительное время храниться в баках ракеты и обладали высокой энергетической эффективностью. В отличие от первого «Титана», обе ступени были одинакового диаметра. Топливные баки не являлись несущими и размещались внутри решетчатого каркаса, снаружи прикрытого внешней обшивкой ракеты.

На первой ступени установили модернизированный двухкамерный ракетный двигатель LR-87 с тягой на земле 195 тс. Его турбонасосный агрегат раскручивался при помощи порохового стартера. Подвергся модернизации и маршевый ЖРД второй ступени LR-91. Увеличилась не только его тяга (до 46 тс), но и степень расширения сопла. Кроме того, в хвостовой части установили два рулевых РДТТ.

30 пусков ракет этого типа на различную дальность подтвердили правильность технических решений.

В МБР "Титан-2" изменился способ наддува топливных баков. Бак окислителя на первой ступени наддувался газообразной четырехокисью азота, баки горючего обеих ступеней - охлажденным генераторным газом, бак окислителя второй ступени вообще не имел наддува. При работе двигателя этой ступени постоянно тяга обеспечивалась путем поддержания неизменного соотношения компонентов топлива в газогенераторе с помощью сопел Вентури, установленных в магистралях топливопитания.

На ракете применили огневое разделение ступеней. Маршевый двигатель второй ступени включался при падении давления в камерах сгорания ЖРД до 0,75 номинала, что давало эффект торможения. В момент разделения включались два тормозных двигателя. При отделении головной части от второй ступени последняя тормозилась тремя тормозными РДТТ и уводилась в сторону.

Полетом ракеты управляла инерциальная система управления с малогабаритной ГСП и ЦВМ, выполнявшей 6000 операций в секунду. В качестве запоминающего устройства применили облегченный магнитный барабан емкостью 100000 единиц информации, что позволило хранить в памяти несколько полетных заданий для одной ракеты. Система управления обеспечивала точность стрельбы (КВО) 1,5 км и автоматическое проведение, по команде с пункта управления, цикла предстартовой подготовки и пуска ракеты. Так как ракета находилась в шахте в заправленном состоянии, возросла оперативная готовность к старту. Требовалось чуть более минуты для того, чтобы ракета после получения приказа устремилась к выбранной цели.

Благодаря увеличению забрасываемого веса, на "Титан-2" установили более тяжелую моноблочную головную часть Mk6 мощностью до 15 Мт. Кроме того, она несла комплекс пассивных средств преодоления ПРО.

До появления советской ракеты Р-36 МБР "Титан-2" была самой мощной в мире. На боевом дежурстве она стояла до 1987 года. Модифицированная ракета "Титан-2" применялась и в мирных целях для вывода на орбиту космических аппаратов различного назначения, в том числе космических кораблей "Джемини". На ее основе были созданы различные варианты ракет-носителей "Титан-3".



ЖРД LR-87 МБР "Титан-1"

ВКЛАД ИНЖЕНЕРА Б.Г. ЛУЦКОГО В РАЗВИТИЕ МИРОВОГО САМОЛЕТОСТРОЕНИЯ И АВИАЦИОННОГО МОТОРОСТРОЕНИЯ

Александр Владимирович Фирсов, докторант ГУ "Институт исследований научно-технического потенциала и истории науки имени Г.М. Доброва НАН Украины", к.и.н.

В статье рассмотрена деятельность выдающегося конструктора и изобретателя Б.Г. Луцкого в области самолетостроения и авиационного моторостроения.

The paper considers the activities of the outstanding designer and inventor Boris Loutzkoy in the field of aircraft construction and aircraft engine-building.

Ключевые слова: Б.Г. Луцкой, конструктор, изобретатель, самолетостроение, авиационное моторостроение.

Key words: Boris Loutzkoy, constructor, inventor, aircraft construction, aircraft engine-building.

Наш журнал уже не один номер печатает выдержки из капитального труда о замечательном инженере Б.Г. Луцком - одном из выдающихся пионеров моторостроения начала XX века. (Смотри "Двигатель" № 2, 4, 5 - 2017 г.) В этом номере мы поместили статью самого автора монографии, историка науки, А.В. Фирсова, посвященную той стороне деятельности Б.Г. Луцкого, которую мы ещё не освещали в журнале: его роли в начале мирового самолётостроения. [Редакция]

Борис Григорьевич Луцкой в конце XIX - первой половине XX века был одним из самых известных конструкторов и изобретателей Европы в области моторостроения. Ему принадлежит приоритет в создании многочисленных конструкций двигателей внутреннего сгорания. В частности, он первым в мире создал вертикальный двигатель с коленчатым валом, расположенным под цилиндром (1885), который стал прототипом всех последующих вертикальных рядных двигателей; безопасный двигатель с жиклером для распыления бензина в камере сгорания (1892); батарейный и оппозитный бензиновые двигатели (1894); двигатель с полусферической камерой сгорания (1895); двигатель с компактной камерой сгорания (1897); четырех- (1898) и шестицилиндровый (1899) рядные двигатели вертикального типа, которые до сих пор являются наиболее употребляемыми; многоцилиндровый вертикальный двигатель с распределительным валом, расположенным над головкой цилиндров (1899); нефтяной двигатель с использованием наддува (1901); реверсивный двигатель (1903); двигатель с клапанами, объединяющими в себе одновременно функции и впускных и выпускных клапанов (1904); двигатель с клапанами охлаждаемыми водой (1904).

С 1908 г. Б.Г. Луцкой стал заниматься самолетостроением и авиационным моторостроением. Его можно считать пионером отечественного самолетостроения и авиационного моторостроения, поскольку он ранее А.С. Кудашева, Я.М. Гаккеля и И.И. Сикорского построил и успешно ис-

пытал свой первый самолет. Луцкой также был наставником многих отечественных авиа- и моторостроителей. В частности, И.И. Сикорского, Б.Н. Воробьева и В.В. Киреева, которые еще до начала Первой мировой войны приезжали к нему в Германию за консультациями.

В 1908 г. немецкая компания Argus Motoren-Gesellschaft пригласила Луцкого на должность технического директора для разработки авиационных двигателей. Здесь он разработал целую серию двигателей мощностью от 50 до 150 л.с., которые с успехом использовались многими компаниями Германии и других стран.

В этом же году Луцкой познакомился с американскими авиаторами братьями Уилбуром и Орвиллом Райтами, которые 17 декабря 1903 г. совершили первый в мире управляемый полет на аэроплане с двигателем внутреннего сгорания. Встреча состоялась во время показательных выступлений Уилбура Райта в Париже в сентябре 1908 г. Аэроплан Райта, с небольшим по мощности двигателем с воздушным охлаждением (30 л.с.), мог взлетать только с помощью катапульты и длинного стартового рельса. В связи с этим Луцкой предложил Уилбуру Райту установить на аэроплане 75-сильный двигатель своей конструкции. Об этом предложении Луцкого в сентябре 1908 г. сообщили многие СМИ. В частности, Нью-Йоркская газета "The Evening World" 24 сентября 1908 г. писала: "Борис Луцкой, российский моторный эксперт, который живет в Берлине, объявил, что он договорился с Уилбуром Райтом, американским авиатором, о строительстве 75-сильного двигателя для использования на аэроплане Райта. Этот двигатель, сказал он, вдвое увеличит скорость машины Райта" [1].

В 1909 г. Б.Г. Луцкой построил в мастерских компании Daimler Motoren Gesellschaft свой первый самолет (рис. 2), который по заложенным в него концепциям на десятилетия опередил свое время. В нем впервые в мире был предусмотрен вертикальный взлет и посадка. Кроме того, он стал первым в мире многомоторным самолетом.

Самолет Луцкой оснастил тремя винтами. Один винт он расположил в носовой части фюзеляжа, а два поворотных по бокам в передней кромке крыла. Именно эти винты должны были поднимать самолет с места вверх и управлять аппаратом по крену. Винты приводились в действие двумя двигателями мощностью по 70 л.с. конструкции также Луцкого.



Борис Григорьевич Луцкой, 1907 г.



Рис. 2 Первый самолет Б.Г. Луцкого, 1909 г.

Конструкция самолета была запатентована во многих странах мира: британский патент № 3506 (рис. 3), французский патент № 412531, венгерский патент № 51277, итальянский патент № 108479).

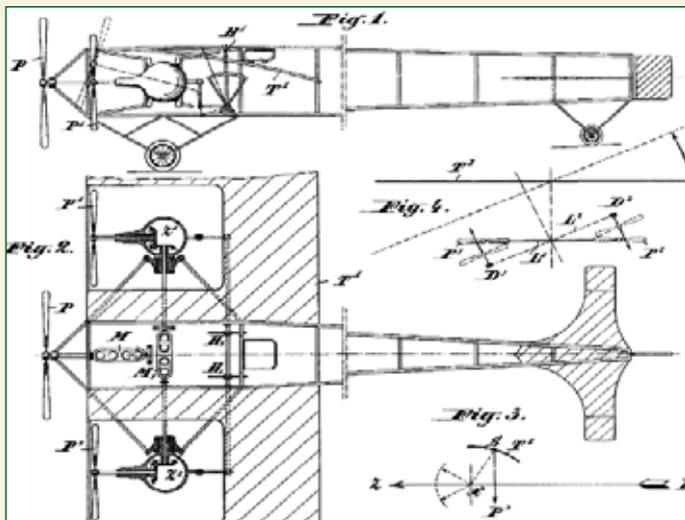


Рис. 3 Фрагмент из британского патента № 3506

В 1909 г. британский журнал "The Aero" писал: "Русский инженер Борис Луцкой завершил в Берлине строительство двухэтажного самолета с 46-футовым размахом крыльев и двумя двигателями, развивающими вместе 100 л.с. Этот самолет предназначен противостоять самым сильным ветрам и взлетать без дорожного покрытия и т.п. сразу с земли в вертикальном направлении. Вес самолета около одной тонны и изобретатель надеется, что аппарат сможет нести от 10 до 12 центнеров дополнительной нагрузки, с той целью, чтобы обеспечить возможность нахождения в кабине, кроме пилота, еще двух или трех пассажиров, а также хорошего резерва топлива и т.п." [2].

Строительством первого самолета Б. Г. Луцкой занимался тайно на территории Германии. Однако, несмотря на секретность, информация о создании им самолета для Российской империи все же просочилась в СМИ. В частности, немецкий журнал "Deutsche Zeitschrift für Luftschiffahrt" в статье "Аэронавигация в России" сообщил: "На эксперименты русского инженера Бориса



Рис. 4 Второй самолет Б.Г. Луцкого, 1910 г.

Луцкого, занимающегося строительством военного летательного аппарата для военного ведомства, возлагаются большие надежды. Хотя работы проводились в Каннштатте, были предприняты меры, чтобы информация об этом не просочилась в СМИ. Луцкой был конструктором двигателей компании Даймлер" [3].

Созданный Б.Г. Луцким самолет был самым большим самолетом того времени. Он имел размах крыльев 21 м, а длину 18 м.

В 1910 г. Б.Г. Луцкой построил второй самолет (рис. 4), который по заложенным в него концепциям также на десятилетия опередил свое время. Таких самолетов еще довольно долго никто не строил. Самолет Луцкого стал первым в истории авиации самолетом с соосными винтами. Кроме того, в нем впервые в мире было осуществлено воздушное торможение путем реверса винта, что существенно уменьшало пробег самолета после посадки.

Самолет внешне напоминал самолет типа "Голубь" известного австрийского конструктора Иго Этриха, но имел большую площадь крыла и усиленное шасси со сдвоенными колесами. Многие элементы самолета были выполнены из стали. Однако, основное новшество заключалось в конструкции силовой установки. В носовой части фюзеляжа располагались два мощных двигателя

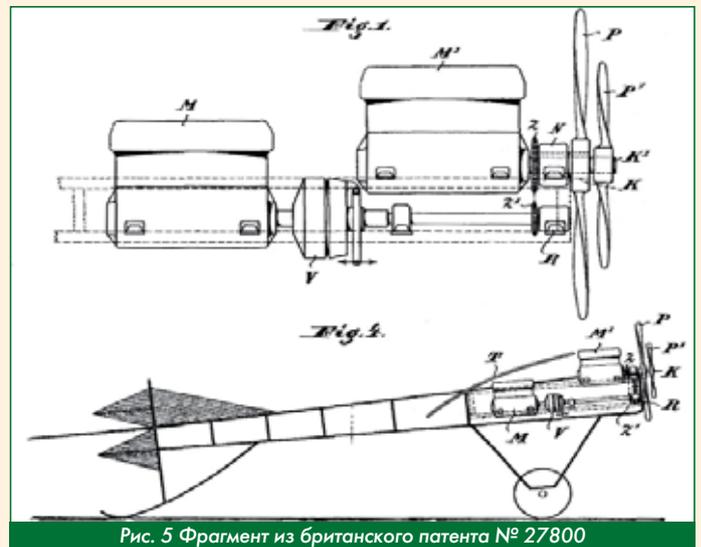


Рис. 5 Фрагмент из британского патента № 27800

"Argus" по 100 л.с. каждый. Эти двигатели были также конструкции Луцкого: на самом заводе Argus Motoren-Gesellschaft он был одним из директоров. Двигатели приводили в движение два соосно расположенных винта, действующих совершенно независимо друг от друга. Передний винт имел диаметр 260 см и делал 1350 об/мин. Задний винт имел диаметр 310 см и делал 800 об/мин.

Этот самолет Б.Г. Луцкой построил в Йоганнистале, на заводе компании Rumpler, учредителем которой был его друг Эдмунд Румплер, а сам Луцкой был в то время, в этой компании, одним из директоров. С Румплером Луцкой был знаком еще с 1897 г. Они вместе работали в немецком консорциуме Motorfahrzeug und Motorenfabrik Berlin.

Конструкция самолета была запатентована во многих странах мира: британский патент № 27800 (рис. 5), немецкий патент № 263059, французский патент № 437373, австрийский патент № 56784. В 1912 г. авиатор Гельмут Гирт в Йоганнистале на самолете с двумя соосно расположенными винтами, в присутствии представителей российского правительства, сделал ряд успешных полетов, развив колоссальную по тем временам скорость в 140 км/ч (рис. 6).

Львовский журнал "Czasopismo techniczne" в сентябре 1912 г. писал: "Директор фирмы Rumpler Борис Луцкой представил самолет с двигателями и винтами, расположенными по его системе. Это самый интересный самолет на всей выставке. Он отличается от других огромной силой моторов. На нем установлены два мотора по 100 л.с. ...Возможно, что взлеты, которые прошли с очень большим успехом, и идея с применением нескольких винтов друг за другом, поможет в будущем способствовать решению пробле-



Рис. 6 Самолет с двумя соосно расположенными винтами конструкции Б.Г. Луцкого на авиационной выставке в Берлине, 1912 г.

мы со взлетом самолетов непосредственно с места вверх" [4].

Необходимо отметить, что созданный Б.Г. Луцким 100-сильный рядный вертикальный авиационный двигатель "Argus" (рис. 7) был одним из самых успешных и наиболее используемых двигателей того времени. Его масса составляла всего 170 кг. Он был четырехтактным с водяным охлаждением и имел частоту вращения коленчатого вала - 1250 об/мин.

Интересно отметить, что в 1910 г. к Луцкому в Берлин приезжал Великий князь Александр Михайлович Романов, который в то время был Председателем секции по авиации и членом Комитета по укреплению военно-морского флота Российской империи.

Во время встречи с Романовым Луцкой подробно рассказал ему о создаваемых им самолетах [5].

В 1913 г. Луцкой построил новый двухместный самолет-моноплан по типу "Голубь" (рис. 8). Это был вполне совершенный для того времени военный самолет-разведчик. Его скорость достигала 137 км/ч. Он имел размах крыла 13,5 м и длину 11 м. Вместо двух 100-сильных двигателей "Argus", как на втором самолете Луцкого, на нем был установлен один двигатель "Stoewer" мощностью 150 л.с. (рис. 9). Этот шестицилиндровый двигатель водяного охлаждения, сконструированный Луцким, имел необычно малый для того времени удельный расход топлива (214 г/л.с. в час) и высокий КПД, который был достигнут благодаря новой компоновке кулачкового вала (над головкой цилиндров) и удачной формой камер сгорания.

О создании Б.Г. Луцким нового шестицилиндрового двигателя мощностью 150 л.с. сообщили многие газеты и журналы мира. В частности, в 1913 г. о нем сообщил журнал "Automobiltechnische Zeitschrift": "Русский инженер Луцкой построил новый шестицилиндровый авиационный двигатель мощностью 150 л.с. Двигатель построен компанией Stoewer и в настоящее время его испытания проводит авиатор Стипплошек" [6].

В компании Stoewer Б.Г. Луцкой с 1911 г. руководил авиационным отделом. Кроме 6-цилиндровых 150-сильных авиационных двигателей компания по патентам Луцкого выпускала также четырехцилиндровые 100-сильные авиационные двигатели (рис. 10).

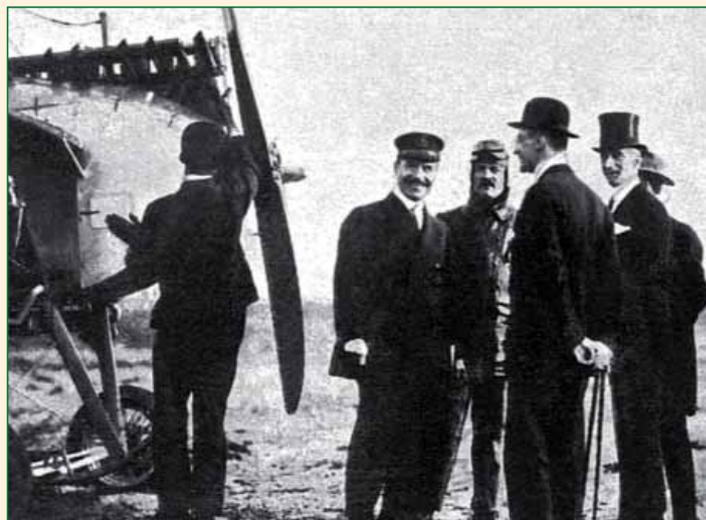


Рис. 8 Б.Г. Луцкой (в фуражке) возле своего третьего самолета. Справа от него пилот Алоис Стипплошек

В 1914 г. Б.Г. Луцкой разработал новые самолеты: биплан (дoppel-декер) [7] на базе биплана "Mars" и моноплан на базе моноплана "Jeannin Taube" [8]. Эти самолеты по заказу Луцкого, были построены компанией Deutsche Flugzeugwerke в Лейпциге. На эти самолеты Луцкой установил новые двигатели собственной конструкции. На один самолет он установил четырехцилиндровый

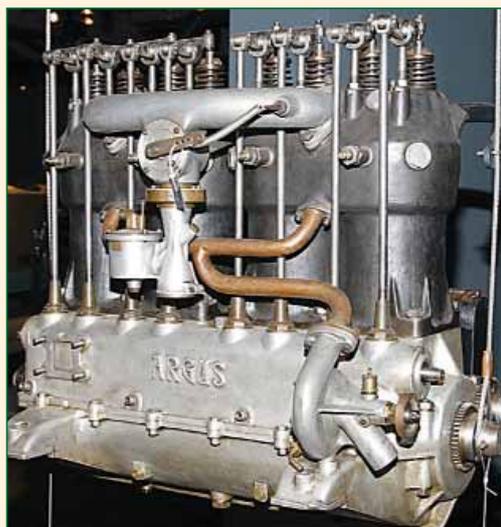


Рис. 7 100-сильный двигатель "Argus" конструкции Б.Г. Луцкого

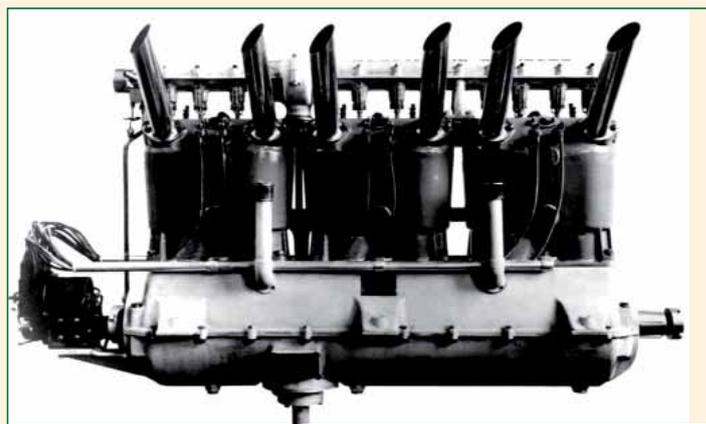


Рис. 9 150-сильный двигатель "Stoewer" конструкции Б.Г. Луцкого

100-сильный двигатель, а на второй шестицилиндровый 150-сильный (рис. 11). Эти двигатели были изготовлены по заказу Луцкого компанией Daimler Motoren Gesellschaft.

22 марта 1914 г. Б.Г. Луцкой писал Б.Н. Воробьеву: "Дорогой Борис Никитич! Двигатель в 150 сил наконец готов и находится на заводе Даймлера для испытания. На этой неделе он будет отправлен в Лейпциг, где самолет в полной готовности ждет мотор. Я

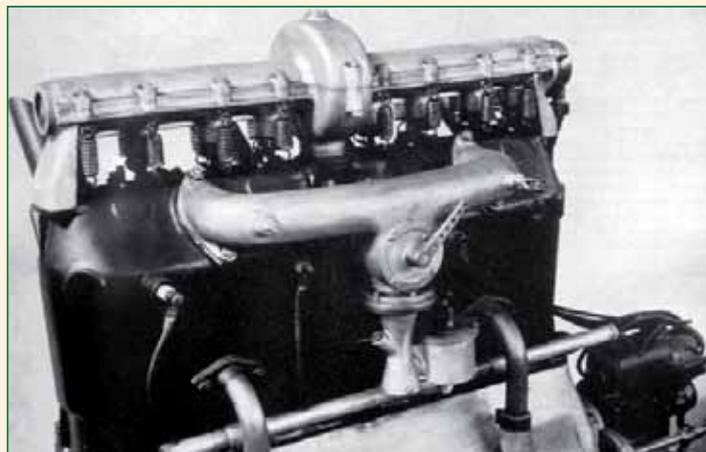


Рис. 10 100-сильный четырехцилиндровый авиационный двигатель "Stoewer F4" конструкции Луцкого

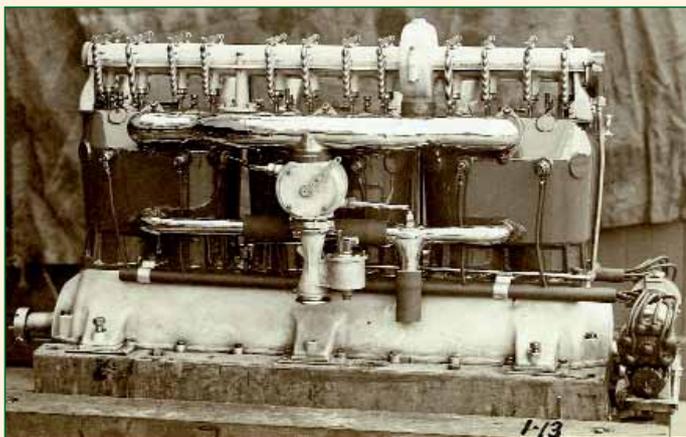


Рис. 11 150-сильный авиационный двигатель конструкции Б.Г. Луцкого, 1914 г.

совсем перестроил двигатель и его усовершенствовал, так что надеюсь, Вы останетесь довольны. Он куда проще Mercedes и, несмотря на его 150 сил, той же длины, как и Mercedes в 100 сил. Во всяком случае, конкуренцию выдержали! Кроме того, в Петербурге будет кое-что для меня сделано, так что Mercedes будет вынужден уступить нам дорогу. Несмотря на большую рекламу Mercedes, мне многое известно; будьте уверены, что не все так благополучно идет с этим двигателем, как это везде распространяют, - иначе бы Даймлер не взялся строить мой двигатель" [9].

Новые двигатели Луцкой планировал установить на самолеты и воздушным путем переправить на родину, но это ему не удалось. Б.Н. Воробьев 20 ноября 1952 г. на заседании бюро Комиссии по истории техники ОН АН СССР сообщил: "Дней за 8 до нападения на нас Германии Б. Луцкой подвергся аресту немецкими военными властями на своей квартире в Берлине и был заключен в крепость Шпандау под Берлином, а все его имущество конфисковано, в том числе и двигатели и оба аэроплана. Очевидно, цель была - не допустить возвращения в Россию выдающегося авиационного конструктора и сконструированных им новых авиамоторов. В заключении в крепости Шпандау Луцкой находился с июля 1914 года до окончания войны, когда в Германии произошла революция и Луцкой был освобожден" [10].

В 1934 г. Б. Г. Луцкой создал самолет-амфибию с использованием резиновых сферических пустотелых колес (рис. 12). Об этом уникальном самолете сообщили газеты и журналы многих стран мира. В частности, польский журнал "Swiatowid" в 1934 г. сообщил: "Известный конструктор Борис фон Луцкой из Берлина создал новую модель самолета, которая по земле движется не на колесах, а на мягких резиновых шарах. Попытки приземления с этим новым аппаратом прошли успешно даже на неровной местности. Весьма возможно, что в ближайшем будущем шары заменят устаревшие колеса. На снимке аппарат фон Луцкого, справа сверху его портрет" [11].

В целом, вклад Б. Г. Луцкого в развитие мирового самолетостроения и авиационного моторостроения был весьма значительным. Вышеупомянутый инженер Б.Н. Воробьев в докладе, который он сделал 20 ноября 1952 г. на заседании бюро Комиссии по истории техники ОН АН СССР, сказал:

"Мне поручено сегодня сделать краткое сообщение о деятельности российского изобретателя в области моторостроения и авиации инженера Б.Г. Луцкого, в связи с запросом на эту тему редакции журнала "Автомобиль". Благодаря Б.Г. Луцкому стране принадлежат весьма важные приоритеты в области моторостроения и сведения о них содержатся в нашей и зарубежной литературе, и еще больше в наших государственных архивах, но еще не приведенных никем в систему, в форме хотя бы короткой монографии о нем".

Литература

1. Wilbur Wright orders new aeroplane motor // The Evening World, September 24, 1908. - P. 18.
2. Continental News // The Aero, 1909. - Vol. 1. - № 4. - P. 60.
3. Luftschiffahrt in Russland // Deutsche Zeitschrift für Luftschiffahrt, 1911. - Vol. 15. - № 18. - P. 17.
4. Blauth, Tadeusz. Sprawozdanie z wystawy lotniczej w Berlinie / T. Blauth // Czasopismo techniczne. - Organ towarzystwa politechnicznego we Lwowie, Lwiw, dnia 15 wrzesnia, 1912. - № 25. - P. 321-323.
5. Der gefallene russische Grossfurst // Neue Hamburger Zeitung, 1915. - № 16. - P. 7.
6. Flugtechnische Chronik // Der Motorwagen, 1913. - Vol. 16. - № 12. - P. 288-289.
7. Воробьев Б. Н. Россия на взлете. - М.: Изд-во им. Сабашниковых, 2015. - 312 с.
8. Письмо Б. Н. Воробьева директору компании "Дюфлон и Константинович" П. П. Азбелеву. - Личный архив проф. Д. М. Урнова (старшего внука Б. Н. Воробьева).
9. Архив Российской академии наук (РАН). Ф. 1528. Оп. 1. Д. 127. Л. 7.
10. Доклад Б. Н. Воробьева "О выдающемся русском изобретателе инженере Б. Г. Луцком" на заседании бюро Комиссии по истории техники ОН АН СССР. - Личный архив проф. А. М. Урнова (младшего внука Б. Н. Воробьева).
11. Skrzydla na kulach // Swiatowid, 1934. - Vol. 11. - № 16. - P. 5.



Рис. 12 Самолет-амфибия конструкции Б.Г. Луцкого. Справа сверху портрет Б.Г. Луцкого

РЕЧНЫЕ СУДА НА МОНЕТАХ МИРА

Андрей Викторович Барановский

Среди наверное тысячи монет с изображениями современных и старинных боевых кораблей, знаменитых трансатлантических лайнеров, парусников и туземных лодок несколько десятков посвящено речным судам. В основном мотивы таких монет ностальгические - мы видим колесные пароходы на Миссисипи и Дунае, а также столь любимые туристами "старички" на европейских озерах.

Но начнём рассказ с пароходов, которые уже давно не плавают, а монеты им посвятили в связи с юбилеями. К таковым относится канадский колёсный пароход "Фронтенак". Своё название он получил от одноимённого французского форта на озере Онтарио. И в память 175-летия первого рейса "Фронтенака" Канада выпустила в 1991 г. серебряный доллар. А событие для Северной Америки весьма значительное - отплытием из Эрнеставуна 7 сентября 1816 г. этот колёсник стал первым пароходом, совершившим рейс по Великим озерам.

Канада 1991 г
Фронтенак

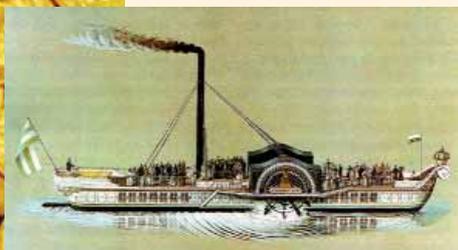


В том же году, но по другую сторону Атлантики по реке Шпрее между Берлином и Потсдамом начались регулярные рейсы первого немецкого речного парохода "Принцесса Шарлотта".

Этому колесному пароходу, а также "Королева Мария" (Koenigin Maria) Северная Корея в 2003 г. посвятила по латунной монете в 20 won.

"Королева Мария" была первым пароходом, который ходил по Верхней Эльбе. Построенный в Лейпциге в 1837 г., он проработал на линиях до 1846 г. и на нём помещалось от 300 до 500 пассажиров. Потом долгие годы, практически до Второй Мировой войны, был плавучим музеем и стоял на причале у набережной.

КНДР 1991 г
Королева Мария



Koenigin Maria - речной пароход

Чехословакия в 1991 г. выпустила серебряные 50 крон, посвященные 150-летию со дня первого регулярного рейса парохода "Богемия". Это детище инженера Джона Йозефа Растана и судовладельца Джона Эндрю совершило первый рейс в мае 1841 г.

Корпус парохода, надстройки и кожуха гребных колес "Богемии" были выполнены из дерева. Из железных угловых профилей изготавливались лишь боковые и днищевые шпангоуты. Судно имело необычно удлиненный корпус с почти прямоугольным сечением в центральной его части. На носу была установлена фигура окрашенного серебряной краской чешского льва с золотой королевской короной на голове. Во время переходов по чешской территории на кормовом флагштоке поднимался красный флаг с узкими белыми горизонтальными кромками и с серебряным чешским львом посередине. На территории Венгрии флаг заменялся красно-бело-красным с изображением шита. Мач-

Чехословакия 50 крон 1991
Колёсный пароход Bohemia



та несла длинный бело-красно-белый вымпел с надписью названия парохода. Что касается двухцилиндровой паровой машины с цилиндрами качающегося типа, то при 40 об/мин она развивала мощность 37,5 кВт (51 л. с.).

Серебряные австрийские 100 шиллингов выпуска 1994 г. посвящены плаванию по Дунаю. На аверсе монеты помещён портрет

Австрия 100 шиллингов 1994 г.
Плавание по Дунаю



австрийского императора Франца-Иосифа Первого в мундире. На реверсе - набережная Дуная с паровозом и сама река с колесным пароходом.

Выпуск австрийской серебряной монеты в 1984 г. номиналом 500 шиллингов связан со столетием австрийского коммерческого судоходства на Боденском озере. В 1884 году по нему стали плавать пароходы "Austria" (Австрия) и "Habsburg" (Габсбург).

На реверсе монеты изображен современный пассажирский теплоход "Vorarlberg" (Форарльберг). Под ним помещён герб провинции Форарльберг, название которой носит теплоход.

Первоначально изображенное на монете судно планировали назвать "Karl Renner" (Карл Раннер), в честь первого президента Австрии.

Но этот политик был очень не популярен в провинции и это вызвало недовольство и протесты. Тем не менее, австрийский министр транспорта официально объявил 1 октября 1964 года, что корабль будет называться "Karl Renner".

И вот 21 ноября, когда официальная делегация из Вены прибыла на церемонию спуска и крещения теплохода, её встретили 20 тысяч демонстрантов. Закидав приехавших помидорами и яйцами, демонстранты атаковали столичных гостей палками и те были вынуждены спасаться от толпы на теплоходе "Австрия". Оттуда они могли наблюдать, как протестующие, сорвав австрийские флаги, крестили корабль под именем "Vorarlberg". Для этого они разбили об его борт бутылку с озёрной водой.

В итоге правительству пришлось пойти на уступки, и 30 июля 1965 года судно было спущено уже под своим нынешним именем.

Венгрия серебряную памятную монету чеканки 1997 г. номиналом 1000 форинтов посвятила двум историческим пароходам "Helka" и "Kelen", которые до сих пор ходят по озеру Балатон. Они были построены в 1891 году и, несмотря на многочисленные реконструкции, суда сохранили общий облик, соответствующий концу XIX века.

Еще несколько памятных серебряных монет отчеканено в Венгрии в память колёсных пароходов, плававших по Дунаю. Это

500 форинтов с парохода "Арпад" (Arpad) чеканки



Венгрия 2000 форинтов 1997 г Суда на Балатоне



Венгрия 1000 форинтов серебро 1967 г. колёсный пароход Hableany 1867 года

1993 г., 500 форинтов 1994 г. с парохом "Каролина" (Carolina) и 1000 форинтов 1995 г. с "Хаблени" (Hableany).

Швейцария в 2017 г. выпустила 20-ти франковую монету со старинным колесным парохом "Uri". На реверсе монеты над изображением парохода в правом углу помещен герб "Ури". Этот "старичок" возит экскурсии по Женевскому

озеру с 1901 года. Он оснащен двухцилиндровым паровым двигателем Sulzer мощностью 650 л.с. и одновременно принимает на борт 800 пассажиров, которые могут разместиться как в первом, так и во втором классе.



Швейцария 20 франков 2017 г. Колёсный речной пароход Ури



Всего же воды Женевского озера бороздит флотилия

из восьми колесных судов, построенных до 1927 года и "Uri" - самый старый из них.

Из европейских монет отметим ещё датские 20 крон, посвященные самому старому в мире из ныне плавающих колесному пароходу "Hjejlen" (Хейлен). Он находится на службе с 1861 года и на нём совершаются экскурсии из города Силькеборг по реке Гудено. Билет на весь день стоит 120 датских крон (дети путешествуют за пол цены)



Дания 20 крон 2011 года пароход Хейлен Реверс

Сама монета отчеканена в 2011 г. и изготовлена из алюминиевой бронзы в количестве 700 тыс. штук, то есть она предназначена для широкого оборота.

Болгария в 1992 г. выпустила серебряные 100 левов с изображением дунайского парохода "Радецкий". Этот австро-венгерский пассажирский пароход - один из символов освобождения Болгарии от турецкого владычества. А дело было так. В 1876 году на Дунае "Радецкий" был захвачен отрядом повстанцев, возглавляемым Христо Ботевым. Ботев и его соратники угрозами вынудили капитана высадить отряд на болгарском берегу неподалёку от села Козлодуй. Отряд принял участие в битве при Враце и был уничтожен, а сам Ботев погиб. В месте высадки отряда установлена памятная стела. Спущенный в 1851 г. на воду "Радецкий" проплавал до 1914 г. В 1966 году на средства, собранные болгарскими пионерами, он был воссоздан как пароход-музей, пришвартован у специально оборудованной пристани в Козлодуде и время от времени совершает экскурсии по Дунаю.



Болгария 100 левов 1992 Радецкий

Переместимся опять в Новый Свет на Миссисипи. О колёсных пароходах, ходивших по Миссисипи, мы знаем во многом, благодаря произведению Марка Твена "Жизнь на Мис-

сисипи". Этому писателю и колёсникам посвящены несколько монет островов Кука. Это биметаллическая со вставкой из перламутра номиналом \$25, серебряная и золотая номиналом по \$50. Обе входят в серию "500 лет открытия Америки". Сами США в 2016 г. отчеканили золотые \$5 с изображением такого парохода.



50 долларов Острова Кука 1990 г. серебро Марк Твен и речной пароход



Куба в 1998 г. выпустила 10 серебряных песо с изображением парохода "Миссисипи". И в заключение о серебряной монете Парагвая 2002 года и номиналом в один гуарани. Она посвящена 50-й годовщине Центрального Банка страны, здание которого помещено на аверсе монеты.

На реверсе изображена канонерская лодка "Парагвай". Это один из старейших в мире боевых кораблей, находящихся и поныне на службе. Канонерка вошла в строй в конце 1930 г. Это было за два года до начала войны между Парагваем и Боливией (1932-1935 гг.) за обладание частью области Гран-Чако.

Эта канонерка вместе с "Умайта", которая с 2000-го года является кораблем-музеем, была спроектирована русскими моряками. Они закончили проект обеих канонерок в конце 1927 года. Для постройки кораблей была выбрана Италия. В 1929 году состоялась их закладка, в строй обе вошли в конце 30-го и в мае 31-го. Что очень важно - канонерки пришли своим ходом в Парагвай, совершив переход через Атлантику.

Руководил проектными работами капитан первого ранга князь Язон Константинович Туманов, который находился в Парагвае с 1925 года. Впоследствии князь стал основным советником флота этой латиноамериканской страны.

Язон Константинович обладал завидным опытом боевых действий в составе самых различных сил флота и на самых разнообразных театрах - от речных до океанских. И вообще войну в Гран-Чако парагвайцы выиграли во многом благодаря русским офицерам, эмигрировавшим в эту страну после октября 1917-го. Даже начальником Генерального штаба Парагвая был генерал Иван Тимофеевич Беляев (19 апреля 1875, Санкт-Петербург - 19 января 1957, Асунсьон). А всего в армии этой страны служило 80 бывших белогвардейских офицеров, эмигрировавших из России.

Коротко о тактико-технических данных обеих канонерок. Они имели по тем временам довольно большое водоизмещение - 750 тонн. Это дало возможность разместить на них достаточно мощную артиллерию из четырех орудий главного калибра в 120 мм с углом возвышения в сорок пять градусов, что позволяло вести навесную стрельбу по береговым целям. Имелась зенитная артиллерия как дальнего, так и ближнего боя. К тому же канонерки были защищены противоосколочной броней, что позволяло вступать в бой на дальних дистанциях с полевой артиллерией противника.

Но главное - они обладали большой скоростью - 18,5 узлов. Это было примерно на 4-5 узлов выше, чем у канонерок и катеров всех пограничных с Парагваем стран.



50 долларов Острова Кука 1992 г. золотой Марк Твен и речной пароход

Куба 10 песо Миссисипи



США 5 долларов золота 2016 г. Пароход на Миссисипи



Парагвай 1 гуарани серебро Канонерка "Парагвай"



ТАНКИ ОТ И ДО

Олег Никитич Брилёв,

д.т.н., профессор, Заслуженный деятель науки и техники РФ,
начальник кафедры танков ВАБТВ (1975-1987 гг.)



(Продолжение. Начало в 6 - 2014, 1-6 - 2015, 1-6 - 2016, 1-5 - 2017)

В СССР бронетранспортеры (БТР) отечественного производства были созданы уже после войны. БТР-40 и БТР-152 являлись колесными образцами БТР, а к гусеничным относился БТР-50П (БТР-50ПК).

В тот период БТР рассматривались, прежде всего, как транспортное средство доставки пехоты к полю боя, были открытыми сверху и не имели стационарного вооружения.

За основу колесных боевых машин были взяты шасси двух- и трехосных автомобилей повышенной проходимости, которая, по большому счёту, на поле боя всё же была недостаточной, да и эти БМП не были плавающими. Помимо применения броневой защиты на них была осуществлена централизованная регулировка

давления в шинах, что в какой-то мере способствовало преодолению сложных участков местности.

А вот гусеничный БТР создавался практически одновременно с плавающим танком ПТ-76, но с некоторой задержкой для того, чтобы все технические решения сначала отработать на ПТ-76. Поскольку БТР-50П был и гусеничным, и плавающим, то, по определению, обладал высокой проходимостью. Его вместимость составляла 20 человек и на него можно было погрузить тяжелое вооружение или автомобили, например, машину ГАЗ-69 и т.д.

На последних модификациях почти у всех БТР боевое отделение закрыто броневой крышей. И уже на их базе создавались многочисленные командно-штабные машины.



Так получилось, что к началу Второй мировой войны в СССР бронетранспортеры серийно не выпускались. В основном по двум причинам: отсутствовал двигатель необходимой мощности и не было разработано полноприводное грузовое шасси. Потребности войск в полноприводных машинах закрывались поставками по ленд-лизу. Война закончилась, а потребность в бронетранспортёрах сохранилась. Поэтому 19 июля 1946 г. ГАЗу были выданы тактико-технические требования (ТТТ) на лёгкий броневедомитель, в соответствии с которыми это должна быть полноприводная машина с задним расположением двигателя, боевой массой 4,5 тонны. Бронезащита машины должна была выдерживать обстрел бронейными пулями калибра 7,62 мм с дистанции 100 м. Вооружение - два 14,5-мм пулемёта КПВ в башне, допускающей ведение огня по воздушным целям и один 7,62-мм пулемёт СГ-43 в корпусе. В экипаже три человека: водитель и стрелок пулемёта СГ размещались в передней части машины; а в башне оставался один человек, который должен был наводить и заряжать оба пулемёта. Двигатель должен был обеспечить удельную мощность в 20 л.с./т и скорость 100 км/ч.

Однако работы по проекту велись медленно, и в апреле 1947 г. работы по броневедомителю были прекращены, а ГАЗу были выданы тактико-технические требования на разработку бронетранспортёра. В ТТТ, выданных ГАЗу, было записано, что за основу бронетранспортёра должен был взят американский М3А1, который поставлялся в СССР по ленд-лизу. В тех же ТТТ было записано, что бронезащита должна выдерживать попадание 12,7-мм



пулей спереди и 7,62-мм - в борт и корму, которую броня М3А1 не обеспечивала. Конструкторы ГАЗа к выполнению задания подошли творчески и не стали копировать М3А1: у первых образцов в отличие от американского аналога передние и верхние бортовые листы корпуса машины были расположены под рациональными углами наклона, вместо буферного ролика в передней части машины была установлена лебёдка. Но самым главным и принципиальным отличием от рамного М3А1 было применение бронекорпуса в качестве несущей конструкции, к которой крепились агрегаты, взятые с полноприводного грузовика ГАЗ-63.

1 сентября 1947 г. был изготовлен деревянный макет машины. По результатам рассмотрения макета было предложено строить экспериментальную машину в двух вариантах: транспортном, на 10-11 человек без вооружения; и боевом с тумбовой установкой вооружения и экипажем из 7-8 человек.

Постановлением правительства опытные образцы должны были быть построены в 1 квартале 1948 г., но требовалось решить ряд технических задач. Одна из них была связана с тем, что ещё не удалось наладить

собственного производства шарниры равных угловых скоростей (ШРУС) типа "Бендикс", и на опытные машины установили шарниры, снятые с поставленного по ленд-лизу "Студебеккера" US-6, немного их переделав. Не удалось оснастить машину и пулестойкими шинами, они не выдержали

испытания, и вместо них установили на опытные образцы обычные пневматические шины. Была ещё одна проблема - бронекорпус был изготовлен не из броневой стали (на ГАЗе отсутствовало оборудование для закалики бронекорпусов целиком), а из мягкой стали. Но, с другой стороны, это облегчало установку узлов и агрегатов "по месту".

Первую машину изготовили 18 марта, а вторую - 20 апреля 1948 года. Но и тогда вместо некоторого оборудования пришлось устанавливать габаритно-весовые макеты, причём это коснулось не только радиостанции, но и вооружения: установили пулемёт КПВ, прошедший ресурсные испытания и не пригодный для стрельбы.

Заводские испытания завершили к маю 1948 г. (к этому моменту первый образец прошёл 3700 км), и в июле 1948 г. начались испытания на НИИБТ Полигона в Кубинке. Испытания по проходимости на раскисших грунтовых просёлочных дорогах, по преодолению подъёма, спуска, брода и крена, а также максимальной скорости проводились совместно с американскими бронетранспортёром М3А1 и автомобилем "Студебеккер" US-6.

ШРУС типа "Бендикс"



Первый образец БТР-40



В ходе испытаний машину продемонстрировали министру Вооружённых сил маршалу Булганину, который предложил заменить наклонные борта корпуса на прямые, удлинить корпус на 150 мм и увеличить двери отделения управления. На заводе в течение 10 дней машины переделали и вернули на полигонные испытания, которые были завершены 9 сентября 1948 г. Комиссия посчитала, что испытания прошли успешно и рекомендовала принять БТР на вооружение. Постановлением правительства горьковскому заводу предписывалось изготовить 50 БТР уже к концу 1948 г., однако в 1949 году ушёл на доводку опытных машин. Прежде всего это коснулось вооружения: из-за того, что спаренная тумбовая установка 14,5-мм и 7,62-мм пулемётов оказалась недостаточно устойчивой при стрельбе, в июле 1949 г. ГБТУ выдало ГАЗу новые тактико-технические требования. Предлагалось делать два варианта установки, по одной из которых два 14,5-мм пулемёта КПВ устанавливались на турели в центре машины с возможностью кругового обстрела и ведения зенитного огня. Экипаж машины - 4 человека. Кроме того, военные настоятельно требовали везде увеличить толщину брони на 2 мм (до 8 мм - борта и до 6 мм - корма) и установить пулестойкие шины. При этом масса БТР не должна была превышать 5100 кг. Однако уже на момент выпуска этих требований масса опытных образцов вплотную приблизилась к этой цифре. При выполнении требований военных удельная мощность составила бы всего 14,8 л.с./т [у американского М3А1 - 22,1 л.с./т, благодаря более мощному двигателю и меньшей толщине брони]. На опытном БТР спарку пулемётов КПВ установили в конце 1949 г., после чего провели его испытания на НИИБТ Полигоне. По их результатам было принято решение о выпуске опытной партии из пяти машин для войсковых испытаний, для которых были установлены новые требования. Толщина листов бортов и кормы 8 и 6 мм, соответственно. Была допущена установка обычных пневматических шин, с условием их дальнейшей замены пулестойкими. Боевая масса устанавливалась 5250 кг. После проведения войсковых испытаний осенью 1950 г. машина была принята на вооружение с наименованием БТР-40.

Разработка зенитной установки на базе БТР-40 велась с июля 1949 года. На вооружении два 14,5-мм пулемёта КПВ на турели. Экипаж машины состоял из четырёх человек. 800 патронов размещались в коробках и лентах.

БТР-40А



Для защиты экипажа и десанта от поражения сверху был разработан БТР-40Б - вариант БТР-40 с броневой крышей.

В процессе разработки БТР-40 изучались различные способы защиты колёс машины от обстрела: шины с губчатой камерой, покрышки с утолщёнными бортами испытания не выдержали. Была экспериментальная машина БТР-40В, оборудованная системой регулирования давления в шинах с внешним подводом воздуха.

Для передвижения по железнодорожным путям на машины устанавливались опускаемые катки с ребрами. Переоборудование осуществлялось в войсках и на ремонтных заводах МО из серийных БТР-40 и БТР-40А.

БТР-40А с железнодорожными катками



Шестицилиндровый V-образный карбюраторный двигатель ГАЗ-40 по сравнению с двигателем базового автомобиля ГАЗ-63 имел повышенную мощность 78 л.с., благодаря увеличению максимальной частоты вращения коленчатого вала с 2800 до 3400 об/мин. Этой мощности было достаточно для того, чтобы 5,3-тонная машина развивала по шоссе скорость до 80 км/ч.



В баке размещалось 120 л бензина, которого хватало для преодоления 285 км. Серийное производство БТР-40 осуществлялось ГАЗом с 1950 по 1960 год.

Всего было выпущено около 8500 машин этого типа в двух основных вариантах: многоцелевого бронетранспортёра и лёгкой пулемётной ЗСУ.

БТР-152



После окончания Второй мировой войны перед руководством Советской Армии встал задача выбора оптимального типа основного бронетранспортёра, призванного значительно повысить мобильность и защищённость Сухопутных войск. В стране были развернуты опытно-конструкторские работы по созданию образцов как гусеничных, так и колесных машин. В конечном итоге предпочтение было отдано колесным машинам, имеющим меньшую стоимость производства и эксплуатации, массовый выпуск которых можно было в короткое время развернуть на конвейерах автомобильных заводов.

В мае 1946 г. на Московском заводе имени Сталина (ЗИС) начались испытания трехосного (6х6) автомобиля повышенной проходимости ЗИС-151, предназначенного для использования как в вооружённых силах, так и в народном хозяйстве. На базе этой машины уже в ноябре 1946 г. развернулись работы по созданию бронетранспортёра, получившего рабочий индекс "объект 140". Для БТР с использованием агрегатов ЗИС-151 было отработано трехосное шасси ЗИС-123 с базой, уменьшенной на 385 мм. По сравнению с исходным автомобильным оно имело усиленные и удлиненные передние рессоры, увеличенный ход подвески. Предполагалось применение односкатных, с развитыми грунтозацепами шин низкого давления и увеличенной ширины (9,00х20), с единой для всех мостов колеёй. Пулестойкость колес конструкторы планировали повысить путём применения двойных камер, в дальнейшем предусматривалось и использование системы центральной подкачки. Автомобильный двигатель был форсирован по мощности до 122 л.с. путём увеличения частоты вращения коленчатого вала и степени сжатия.

БТР-152 имел несущий броневой корпус, сваренный из катаных листов толщиной 6, 8, 10 и 13 мм. Лобовая броня, выполненная с рациональными углами наклона листов, могла выдерживать попадание пуль калибром 12,7 мм. В носовой части располагалось моторное отделение, за ним отделение управления, а в задней части БТР-152 вместились десантное отделение, открытое сверху. Для посадки и высадки десанта в задней части корпуса имелись двери. Две двери были расположены и в передней части машины, по бокам корпуса. Штатное вооружение бронетранспортёра включало 7,62-мм пулемет Горюнова СГ-47, в дальнейшем замененный на СГМ (боекомплект 1250 патронов). Пулемет можно было размещать на одном из четырех кронштейнов с вертулками, укрепленных по краям корпуса.

Первые две машины, которым был присвоено армейское обозначение БТР-152, вышли на испытания в мае 1947 г. Вскоре к ним присоединились машины еще трех опытных серий. Результаты испытаний подтвердили высокие характеристики БТР-152. Так, его проходимость оказалась выше, чем у армейского автомобиля ГАЗ-63. Бронетранспортёр развивал более высокую скорость, чем ЗИС-151, разгоняясь по шоссе до 80...85 км/ч. Запаса топлива хватало на 780 км при движении по шоссе.

Подвеска бронетранспортёра, состоящая из продольно расположенных полуэллиптических рессор с гидравлическими амортизаторами двустороннего действия переднего моста и балансирной для задней тележки, обеспечивала возможность движения по грунтовым дорогам и местности с достаточно высокой средней скоростью - до 20...25 км/ч.

БТР-152 успешно завершил испытания к концу 1949 г. и в марте 1950 г. был принят на вооружение Советской Армии. Его массовый выпуск был развернут на заводе ЗИС. В целом конструкторам удалось создать простую по устройству и удобную в эксплуатации боевую машину, не лишенную, впрочем, ряда недостатков. К их числу можно было отнести, в частности, малую удельную мощность и относительно слабую, по сравнению с гусеничными боевыми машинами, проходимость.

Дальнейшим развитием БТР-152 стал бронетранспортер БТР-152В. Основное нововведение заключалось в установке системы централизованного регулирования давления воздуха в шинах увеличенного размера (12,00х18). Это позволило значительно повысить проходимость машины, а также несколько увеличить ее боевую живучесть. БТР-152В получил также тяговую лебедку барабанного типа, обеспечивающую самовытаскивание бронетранспортера. Бронетранспортер БТР-152В1, запущенный в серию в 1957 г., имел более удобный и "живучий" внутренний подвод воздуха.



БТР-152В1
с внутренним подводом воздуха к шинам

На базе БТР-152 был создан ряд зенитных пулеметных установок (ЗТПУ). Первая из них БТР-152А (ЗТПУ-2) была запущена в производство в 1950 г., практически одновременно с базовой моделью бронетранспортера. В 1951 г. эта машина была официально принята на вооружение.



БТР-152А с двухствольным 14,5-мм зенитным пулемётом и внешним подводом воздуха к шинам

В 1952 г. на испытания вышла и более мощная счетверенная зенитная пулеметная установка ЗТПУ-4 (четыре КПВ калибром 14,5 мм) с боекомплектом 2000 патронов. Установка обладала высокой огневой мощью, однако применение четырех пулеметов увеличивало усилия в ручном механизме наведения, что затрудняло прицеливание. Было изготовлено всего несколько экземпляров ЗТПУ-4 и на вооружение она не принималась.

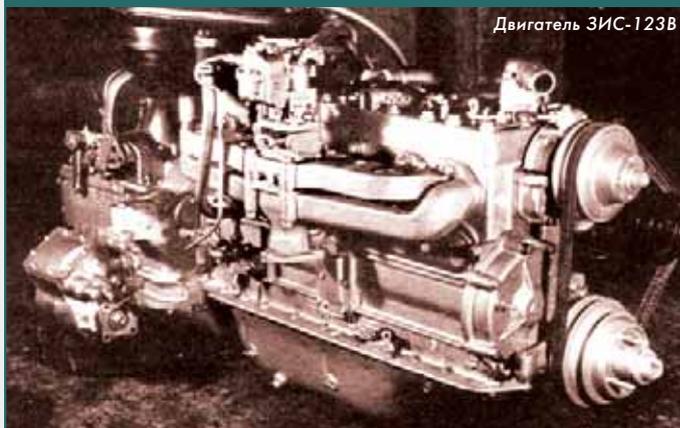
Опытная ЗТПУ-4 на базе БТР-152



На базе БТР-152В1 также создавалась машина управления БТР-152У, в которой для размещения различной аппаратуры, а также для обеспечения удобства работы операторов была увеличена высота корпуса. В 1959 г. на вооружение была принята последняя модификация бронетранспортера БТР-152К, имеющая броневую крышу над корпусом. Введение бронированной крыши значительно повысило уровень защиты десанта. Корпус бронетранспортера был увеличен по высоте на 300 мм. В крыше по всей длине имелся продольный люк, закрываемый тремя броневыми крышками. В корме машины имелась двухстворчатая дверь, на которой было закреплено запасное колесо. В отличие от бронетранспортеров семейства БТР-152 предыдущих модификаций на новой машине отсутствовали двухместные сиденья для десанта над топливным баком, что привело к уменьшению десантников на четыре человека.

На некоторых БТР-152К на крыше корпуса установили кронштейны для пулеметов СГМБ или ПКТ (основная позиция для пулемета находилась над отделением управления), а на некоторых - пулеметное вооружение отсутствовало совсем.

На БТР-152 и его модификациях устанавливался 6-цилиндровый, рядный, 4-тактный, карбюраторный двигатель ЗИЛ-123В рабочим объёмом 5,55 л. В ходе модернизации бронетранспортера двигатель также претерпевал изменения, например, он получил алюминиевые головки блока цилиндров.



Двигатель ЗИС-123В



БТР-152К1

В 1943-1945 годах при продвижении наших войск на запад форсирование рек представляло значительные проблемы. Переправочные средства, которыми оснащалась Красная армия, имели низкую подвижность. Так, понтонно-мостовой парк Н2П перевозился на тележках, буксируемых, как правило, тракторами С-65, а самоходных переправочных средств, способных двигаться сразу за боевыми порядками наступающих войск, не было вообще. Тех же плавающих танков, построенных ещё в довоенные годы, к 1943 г. практически не осталось. Частично проблема решалась поставленными по ленд-лизу американскими плавающими автомобилями Ford GPA и GMC DUKW. Это были транспортные средства без брони и вооружения. После окончания Второй мировой войны о проблеме необходимости преодоления водных преград вспомнили после речи Черчилля в Фултоне. Если вдруг начавшаяся холодная война перейдёт в "горячую", и придётся вновь преодолевать реки, то для сохранения высоких темпов наступления в войсках должны были быть комплексы переправочных средств - от классических возимых до высококомбинированных самоходных.

Особое место в программе создания переправочно-десантной техники занимали плавающие бронированные машины. Техзаданием предусматривалась разработка плавающего легкого танка и бронетранспортера с максимально возможной степенью унификации. Среди ТТП выделялись требования об установке на лёгкий плавающий танк 76-мм пушки, и о его способности перевозить на плавучий десант из 20 человек. К созданию танка привлекли завод № 112 "Красное Сормово", которе,

Американский плавающий автомобиль Ford GPA, поставленный по ленд-лизу Красной армии



Опытный образец плавающего танка Р-39



являясь судостроительным предприятием, в годы войны приобрело опыт и в танкостроении, лучше других справится с этой задачей. Проектирование боевой машины под шифром Р-39 началось в 1946 г. В 1948 году опытный образец плавающего танка представили на испытания. Движение на плаву обеспечивал гребной винт, а повороты - водяной руль - как и на довоенных плавающих танках. Во время заводских испытаний танк Р-39 затонул из-за недостаточной остойчивости, малого запаса плавучести и превышения массы. Слабое бронирование, меньшая скорость движения по воде по сравнению с требуемой, а также недостаточная прочность и надежность некоторых узлов и агрегатов привели к прекращению работ на заводе № 112 по данной теме.

После этого в 1949 г. разработку, изготовление и представление на государственные испытания плавающего танка возложили на ВНИИ транспортного машиностроения (ВНИИ-100), созданный в Ленинграде на базе филиала Опытного челябинского танкового завода № 100. Вся стендовая отработка узлов и механизмов была сосредоточена в Ленинграде, подготовка документации осуществлялась объединенной конструкторской бригадой в Челябинске. А изготавливать плавающий танк должны были на Сталинградском тракторном заводе.

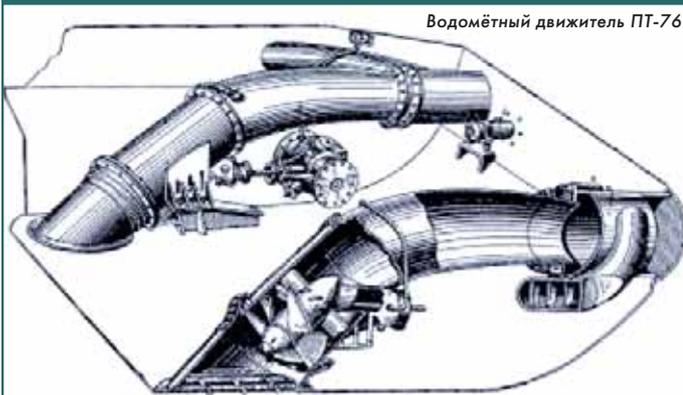
В 1950 г. были выпущены опытные образцы и начались их заводские испытания по программе, согласованной с заказчиком. По результатам этих испытаний была усилена нижняя часть корпуса и улучшена герметичность узлов ходовой. К июню 1950 года танк был готов к государственным испытаниям, а после их успешного завершения постановлением Совета министров СССР от 6 августа 1951 г. он был принят на вооружение Советской армии как плавающий танк ПТ-76.



Танк ПТ-76 первых серий

Герметичный корпус машины сваривался из броневых катаных листов толщиной 8...16 мм. Ему придали форму, обеспечивавшую снижение сопротивления при движении на плаву. В сварной башне, имевшей вид усеченного конуса, устанавливалась 76-мм танковая пушка Д-56Т с дульным тормозом реактивного типа и спаренный с ней 7,62-мм пулемет СГМТ. Боекомплект пушки составлял 40 выстрелов, а пулемёта - 1000 патронов. В задней части ПТ-76 монтировался 6-цилиндровый рядный дизельный двигатель В-6 мощностью 240 л.с. с эжекционной системой охлаждения и механизмом защиты от попадания воды. Пятискоростная коробка передач была заимствована у танка Т-34. Пустотелые опорные катки ходовой части придавали дополнительный запас плавучести. Движение на плаву осуществлялось при помощи водомётного движителя. Максимальная скорость движения по шоссе составляла 44 км/ч, на плаву - 10,2 км/ч. Запас хода по шоссе - 370 километров, на плаву - 120.

Водомётный движитель ПТ-76



Танк был способен вести огонь на плаву, чему способствовал водоизмещающий корпус большого размера. Одновременно такой корпус обеспечивал перевозку десанта: 20 пехотинцев с оружием.

Танк ПТ-76 неоднократно подвергался модернизации, связанной в основном с улучшением вооружения, приборов наблюдения, средств связи, установкой дополнительного оборудования и изменением формы и размеров бронекорпуса. Так, с 1957 г. на танк стали устанавливать пушку Д-56ТМ, имевшую двухкамерный дульный тормоз и эжекционное устройство для продувки канала ствола. Кроме того, высота корпуса была увеличена на 130 мм, что увеличило водоизмещение танка. Для лучшего схода воды задняя часть крыши корпуса приобрела небольшой уклон. Увеличение массы привело к тому, что при движении на плаву расход горючего возрос и запас хода уменьшился до 60...70 км.

Модернизация 1959 г. была направлена на обеспечение возможности действовать в условиях применения ядерного оружия - танк оснастили нагнетателем и системой ПАЗ. Кроме того, было установлено орудие Д-56ТС с двухплоскостным стабилизатором СТП-2П. Запас хода танка увеличили дополнительной установкой одного внутреннего и двух наружных кормовых баков, доведя общую ёмкость всех топливных баков до 580 л. Танки данной модернизации получили обозначение ПТ-76Б.

На всех танках ПТ-76, выпущенных до 1957 г., при ремонте устанавливалась пушка Д-56ТМ. А с 1967 г. на всех танках спаренные пулеметы СГМТ стали заменять на ПКТ. При капитальном ремонте старые гладкие опорные катки ходовой части заменялись новыми - с выштамповками.



ПТ-76Б

Производство ПТ-76Б продолжалось по 1969 год. Всего было выпущено 4127 танков ПТ-76 и ПТ-76Б, из которых 941 был поставлен за рубеж.

На базе ПТ-76 были созданы и серийно производились бронетранспортер БТР-50П, пусковые установки тактических ракетных комплексов 2К1 "Марс" и 2К6 "Луна", дивизионная установка разминирования УР-67.

Тактический ракетный комплекс 2К1 "Марс"



ПТ-76 - десант на берег



БТР-50П на параде 7 ноября 1960 г.



Одновременно с выдачей тактико-технического задания на разработку плавающего танка тем же ТЗ ленинградскому ВНИИ-100 поручалось проектирование бронетранспортера, получившего обозначение "объект 750".

Танк и бронетранспортёр должны были иметь максимальную унификацию. Причём конструктивные решения вначале испытывались на танке, а затем использовались на БТР.

БТР-50 должен был вмещать 20 десантников, а на крыше перевозить до 2 тонн груза (например, миномёт или 85-мм орудие, причём из них и на плаву при необходимости можно было вести огонь). Особые затруднения были связаны с разработкой погрузочного устройства, способного поднять на машину тяжелое вооружение вплоть до дивизионной пушки и автомобиля типа ГАЗ-69. Было предложено два варианта погрузочного устройства: лебедка с приводом от основного двигателя для погрузки грузов по откидным аппаратам и кран с электроприводом. Выбрали первый вариант.

Первый опытный образец бронетранспортера изготовили в апреле 1950 г., в июле прошли его заводские испытания. После изготовления на ЧКЗ ещё двух экземпляров БТР, они в августе 1950 г. были предъявлены на госиспытания. Однако в сентябре 1950 г. бронетранспортёры не смогли пройти гарантийный километраж. ВНИИ-100 и ЧКЗ обязали устранить недостатки и изготовить к маю 1951 г. два БТР для повторных испытаний.

Доработанный опытный образец БТР-50



И хотя машины изготовили к июлю, они на августовских государственных испытаниях подтвердили соответствие основным параметрам тактико-технического задания.

Для проведения войсковых испытаний ещё три машины изготовили к августу 1952 г. Во время испытаний в сентябре-октябре того же года по инициативе конструкторов были проведены стрельбы на плаву и на суше из установленных на БТР 57-миллиметровой пушки ЗИС-2 и 85-миллиметровой Д-44.

Испытания стрельбой прошли успешно. Запас плавучести был достаточным для ведения огня без затопления или опрокидывания, что только подтвердило исключительные амфибийные качества бронетранспортера. Госкомиссия рекомендовала БТР к принятию на вооружение СА и Постановлением СМ СССР № 175-89сс от 30.01.1954 бронетранспортер был принят на вооружение под обозначением БТР-50П.

Броневого корпуса бронетранспортера БТР-50ПК имеет три отделения: управления, десантное и моторно-трансмиссионное. Отделение управления расположено в носовой части корпуса. В нем кроме механика-водителя располагаются командир бронетранспортера и командир десанта. В средней части верхнего лобового листа находится люк механика-водителя. Десантное отделение занимает среднюю часть корпуса машины. Над ним есть



Бронетранспортер БТР-50П с 57-мм противотанковой пушкой ЗИС-2

БТР-50ПК на плаву



два люка для выхода десанта. Там же размещен пулемет ПКБ в положении "по-походному". Для стрельбы пулемет вместе с турельной установкой крепится или на крыше десантного отделения, или на откидывающемся листе задней стенки. Установка обеспечивает стрельбу по курсу в секторе 113° и на корму в секторе 93°. Боекомплект пулемета состоит из 1250 патронов. Моторно-трансмиссионное отделение (в том числе двигатель и трансмиссия) и ходовая часть (в том числе водоходный движитель) такие же, как у танка ПТ-76. Для транспортировки на бронетранспортере БТР-50П можно разместить один из следующих видов вооружения с боеприпасами и оружейными расчётами: три 82-мм безоткатных орудия Б-10 и 24 выстрела; три 82-мм миномета обр. 1937 г. и 120 мин; одно 107-мм безоткатное орудие Б-11; один 120-мм миномет и 32 мины; одну 57-мм или 76-мм пушку и 25 выстрелов; одну 85-мм пушку. Перечисленное вооружение размещается в десантном отделении бронетранспортера или над ним. Кроме того, на БТР-50П можно погрузить для транспортировки легковой автомобиль высокой проходимости ГАЗ-69.

На БТР-50П устанавливался 6-цилиндровый, 4-тактный дизель жидкостного охлаждения В-6В с валом отбора мощности (привод на лебедку, с помощью которой по аппаратам втягивалось орудие). Мощность двигателя составляла 240 л.с. Этой мощности было достаточно для того, чтобы БТР массой 14,2 т развивал по шоссе скорость до 45 км/ч, а на плаву - 10,2 км/ч.



Дизель В-6ПГ с БТР-50ПК

Изготовителем новой машины, как и ПТ-76, был определен Сталинградский тракторный завод, который был обязан в 1954 г. изготовить 10 машин.

В 1955 г. началось массовое производство БТР-50П.

На серийных машинах, в отличие от прототипов, штатным вооружением являлся пулемет СГМБ калибра 7,62.

На базе БТР-50П в 1955 г. была предпринята попытка создания самоходных зенитных установок ЗТПУ-2 и ЗТПУ-4. ЗТПУ-2 представляла собой бронетранспортер БТР-50П, в десантном отделении которого устанавливалась тумба в форме усеченного конуса. На неё устанавливались пулеметы КПВТ. Для ведения огня по воздушным целям использовали коллиматорный прицел ВП-4, а по наземным - телескопический ОП-1-14. Боекомплект пулеметов 1280 патронов. Скорострельность - 484 выстрела в минуту. ЗТПУ-2 обеспечивала эффективное уничтожение воздушных целей, летящих со скоростью до 600 км/ч на высоте от 500 до 1000 м. Горизонтальная дальность эффективной стрельбы составляла 2000 м. Установку обслуживали один наводчик и два заряжающих.

На ЗТПУ-4 устанавливалось четыре КПВТ, что потребовало усиления тумбы и увеличения боекомплекта. Эффективность огня повысилась, другие характеристики остались прежними. Серийного производства ни ЗТПУ-2, ни ЗТПУ-4 не было, всё ограничилось только опытными образцами.

Серийное производство наиболее массовой модификации бронетранспортера - БТР-50ПК (объект 750ПК) началось в 1958 году. Основным его отличием от базовой версии была крыша над десантным отделением, в которой имелось три люка для посадки/высадки десанта. Установка бронекрыши на БТР-50П была осуществлена, как и у других БТР с открытым верхом, для защиты от стрелкового оружия и гранат при боевых действиях в городских условиях. Важно отметить, что у плавающих БТР с закрытыми полностью корпусами повысилась плавучесть во время волнения.

БТР-50ПК по-прежнему был способен взять до 2 тонн груза или 20 десантников, но перевозить на себе пушки и автомашины он уже не мог. Отсутствие погрузочного устройства обусловило установку двигателя 8Д6-ПГ без коробки отбора мощности на лебедку.

На базе БТР-50ПК в 1958 году сконструировали командно-штабную машину БТР-50ПУ (объект 750К), которая предназначалась для обеспечения управления в мотострелковых и танковых соединениях и частях.

Серийное производство БТР-50ПК завершилось в конце 1960-х годов. Кроме советской армии бронетранспортеры БТР-50 поставлялись в армии 27 стран.



БТР-50П, поставленный на экспорт

В тот же период в СССР по существу прекратилось развитие САУ. Были созданы всего два образца: СУ-85 на оригинальной базе для воздушно-десантных войск и СУ-122 на базе танка Т-54. На последней машине был впервые в советском танкостроении установлен оптический дальномер. В рассматриваемый период была произведена существенная модернизация выпускавшихся в годы войны тяжелых самоходных установок ИСУ-152 - машин с самым мощным для того времени вооружением - 152-мм пушкой-гаубицей. В результате внутренней перекомпоновки и применения эжекционной системы охлаждения удалось в полтора раза увеличить боекомплект и заметно повысить запас хода машины по топливу. Кроме того, применена автоматическая система противопожарного оборудования, повышена надеж-

ность трансмиссии и ходовой части за счет дополнительных конструкторских и технологических мероприятий.

Однако выяснилось, что в новых условиях уровень огневой мощи и защиты, который ранее достигался на САУ, может быть реализован на основных танках, а недостатки САУ, связанные с ограниченной маневренностью огня, стали весьма ощутимы, и данное направление дальнейшего развития не получило. Отметим, что САУ не следует путать с современными бронированными машинами артиллерии - БМА. Последние имеют легкую броню, ведут огонь с закрытых позиций, организационно используются в артиллерийских частях. САУ же являлись безбашенными танками, оружием передней линии.

(Продолжение следует.)



СУ-122-54

В июне 1948 г. конструкторскому бюро Омского завода №174 поручили к июлю того же года разработать на базе танка Т-54 эскизно-технический проект самоходной артиллерийской установки (САУ), оснащенной 122-мм пушкой Д-25. К этому моменту омский завод прекратил выпуск САУ СУ-100 и мог заняться новой машиной. Но с проектом задержались на полгода, т.к. несвоевременно получили от завода №9 чертежи 122-мм пушки Д-49. Доработав по замечаниям Министерства транспортного машиностроения проект, его вместе с макетом САУ в июле 1949 г. представили макетной комиссии, заключение которой заказчик утвердил в августе 1949 г. Завод был готов приступить к изготовлению чертежей для производства опытного образца, но не мог из-за недоведенности конструкции базового танка Т-54. А затем началась чехарда: в октябре 1949 г. было принято решение о передаче работы по САУ с завода №174 на нижнетагильский завод №183. Здесь решили изменить компоновку САУ, но не успели, в мае 1950 г. проектирование САУ было возвращено на Омский завод. Проектируемое САУ должно было иметь мощную пушку, противоснарядную бронезащиту и обладать хорошей подвижностью. Наличие механизма заряжания, дальномера, продувки канала ствола при помощи сжатого воздуха, а также свободное общение между членами экипажа являлись благоприятными условиями для ведения эффективного артиллерийского огня и поражения как бронетехники, так и мощных укрепсооружений противника. Установка крупнокалиберного зенитного пулеметов КПВ, спаренного с пушкой, повысили защищенность САУ в ближнем бою. Первый опытный образец САУ, изготовленный в декабре 1950 г., прошел заводские испытания до конца года. В июне-июле 1951 г. он прошел первый этап государственных испытаний на ГНИАП ГАУ, и в начале августа поступил на полигон НИИБТ для проведения второго этапа. В ходе испытаний были выявлены недостатки в работе пулемета КПВ и неудовлетворительная продувка канала ствола. Но, в целом, самоходная установка госиспытания выдержала. В конце 1951 г. были проведены дополнительные ходовые испытания, в ходе которых самоходная установка прошла 1000 километров. Сразу после этого были внесены изменения в рабочие чертежи для

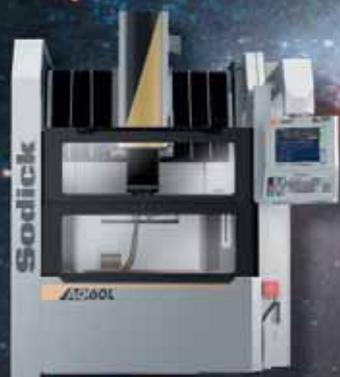
производства установочной партии. До 1 января 1952 года чертежи были выполнены и переданы в производство. В I квартале собрали второй образец САУ, который с июня по июль прошел заводские испытания. Но изготовление опытных образцов самоходной установки на заводе №174 так и не начали, так как отсутствовали 122-миллиметровые пушки Д-49. И хотя в соответствии с Постановлением Совета Министров СССР №438-194 от 15 марта 1954 г. самоходную установку на базе Т-54 под именем СУ-122 (часто обозначается как СУ-122-54, чтобы отличить её от САУ СУ-122 периода II Мировой войны) приняли на вооружение, её серийное производство начали лишь в 1955 г. Конструктивно СУ-122 являлась закрытой самоходной артиллерийской установкой с передним расположением броневой рубки. Отделение управления и боевое отделение были совмещены, поэтому все 5 членов экипажа могли свободно общаться между собой. Размещение в боевом отделении рабочего места механика-водителя позволило уменьшить высоту линии огня до 1505 мм и, следовательно, улучшить устойчивость машины во время ведения огня. Моторно-трансмиссионное отделение находилось в кормовой части. Основное оружие - 122-мм нарезная пушка Д-49 (длина ствола 48,7 калибра). Пушка имела клиновый горизонтальный полуавтоматический затвор с электромеханическим досыланием и эжекционной продувкой канала ствола (для 122-мм пушек эжектор устанавливался впервые). Орудие являлось модернизированным вариантом пушки Д-25Т танка ИС-3. Пушка устанавливалась в рамке, закреплённой на лобовом листе бронерубки. Огонь прямой наводкой вёлся на дальности до 6 км. При придании стволу угла возвышения на 20° дальность стрельбы составляла 13 400 м. Углы горизонтальной наводки в секторе 16°. Электромеханический досылатель обеспечивал 4-5 выстрелов в минуту. Справа от пушки был установлен спаренный 14,5-мм пулемет КПВТ. Также имелся второй пулемет КПВТ, имеющий зенитную установку. Боекомплект САУ состоял из 35 выстрелов и 600 патронов к пулеметам КПВТ. Противоснарядная бронезащита сварного корпуса самоходной установки выполнялась из катаных бронелистов. Силовую установку, трансмиссию с системой управления и ходовую часть с некоторыми конструктивными изменениями заимствовали у танка Т-54. За 1955-1957 годы было изготовлено 77 машин.



Советские танки первого послевоенного поколения							
Показатель	Т-54	Т-55	Т-62	ИС-4	Т-10М	ПТ-76Б	СУ-122
Год принятия на производство	1946	1958	1961	1947	1957	1958	1954
Масса, т	36	36,5	37	60	50	14,6	36
Экипаж, чел.	4	4	4	4	4	4	5
Калибр пушки, мм	100	100	115	122	122	76,2	122
Начальная скорость снаряда, м/с	895	895	1615	781	950	655	795
Боекомплект к пушке, выстр.	34	43	40	30	30	40	35
Толщина брони корпуса, мм	200	200	200	280	220	15	160
Максимальная скорость, км/ч	50	50	50	43	50	44	50
Запас хода по шоссе, км	400	500	650	200	350	370	400
Мощность двигателя, л.с.	520	580	580	750	750	240	520

Таблица 8

Sodick

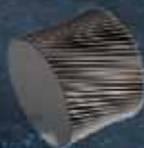


45000 линейных электроискровых станков в эксплуатации

(свыше **700** в России, Украине и др. государствах
бывшего СССР; на 06.2017 г.)

Единственный в мире изготовитель электроискровых (электроэрозионных) станков с проверенным 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:

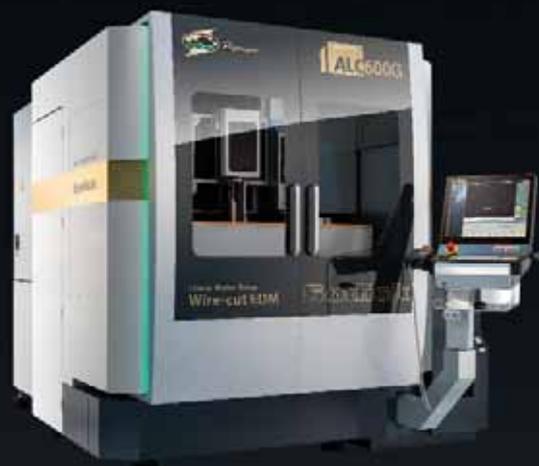
гарантия **10** лет

Впервые в отрасли!

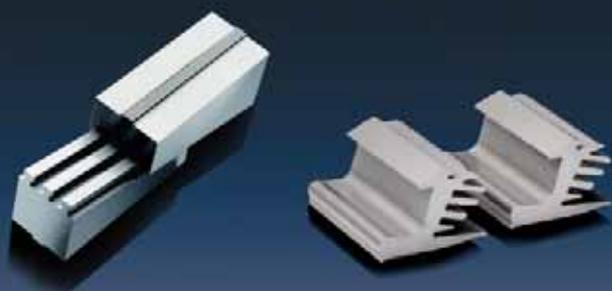
60 лет опыта производства ЭИ станков!

Smart Pulse & Smart Linear

ЛИНЕЙНЫЕ ЭЛЕКТРОИСКРОВЫЕ ПРОВОЛОЧНО-ВЫРЕЗНЫЕ СТАНКИ

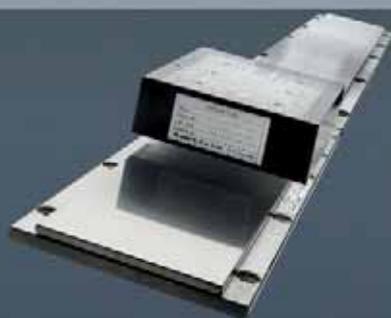


**УЛУЧШЕННАЯ
ШЕРОХОВАТОСТЬ**



ALC400G

ALC600G



**ЭИ станки с жесткими
плоско-параллельными
линейными приводами.**

**45 000 ЭИ линейных
станков – с 1998 года.**

Sodick



7 ARGUMENTE
FÜR EINE HERMLE

Попадание с первого раза – что касается выдерживания заданной точности

Обработывающие центры с непревзойденной
точностью.

Когда речь идет о безупречном функционировании готового изделия, зачастую решающую роль играет микрометрическая точность отдельных компонентов. Обработывающие центры Hermle подкупают своей высокой механической точностью типичной для Hermle в пяти или трех координатах.

Больше информации о точности наших обработывающих центров см. по адресу: hermle1.de.

127018, Москва,
ул. Полковная, д. 1, стр. 4.
Тел.: +7 495 627 3634.
Факс: +7 495 627 3635.
www.hermle-vostok.ru

