

ОДИННАДЦАТЫЙ ГОДЪ ИЗДАНІЯ

1917

ДВИГАТЕЛЬ
Основан в 1907 г.

Двигатель

Научно-технический журнал № 2 (110 + 244) 2017

№ 3

Февраль



Вертолёты: мечта о свободном взлёте

с. 1

ДВУХНЕДЕЛЬНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

**2017 год - 110 лет
со дня выхода
первого номера
журнала "Двигатель"**

ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ИНЖЕНЕРА Н. КУЗНЕЦОВА
Петроградъ, Невскій, 65.



Fieri faciendo opere (Дело делается делающими дело)



2007 2005 2004



Научно-техническое издание по освещению проблем в промышленности

2016

2010



Памятная медаль
к 100-летию
Г.М. Бериева

Медаль АМКОВ
"Преодоление"



Редакционный совет

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.,
зам. кафедрой История науки РГГУ

Григорян Г.Г., д.т.н.,
вице-президент Общества "Знание" России

Дическул М.Д.,
зам. управляющего директора ОАО "ОДК"

Дмитриев В.Г., д.т.н.,
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.,
зам. 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. Люлька

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"



К 110-ЛЕТИЮ ЖУРНАЛА "ДВИГАТЕЛЬ"

Business is doing business

РЕДАКЦИЯ

Главный редактор

Александр Иванович Бажанов
член-корреспондент Российской и
Международной инженерных академий

Заместитель главного редактора

Дмитрий Александрович Боев

Ответственный секретарь

Александр Николаевич Медведь, к.т.н.

Финансовый директор

Юлия Валерьевна Дамбис

Редакторы:

Александр Аркадьевич Гомберг,
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./Факс: (495) 362-3925.
dvigatell@yandex.ru
boeff@yandex.ru
aib50@yandex.ru
www.dvigately.ru

Электронная версия журнала (2006-2016 гг.)
размещается также на сайте Научной электронной
библиотеки www.elibrary.ru и включена в индекс РИНЦ

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ

ООО "Редакция журнала "Двигатель" ©
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 1630 в общероссийском Перечне 2015 г.

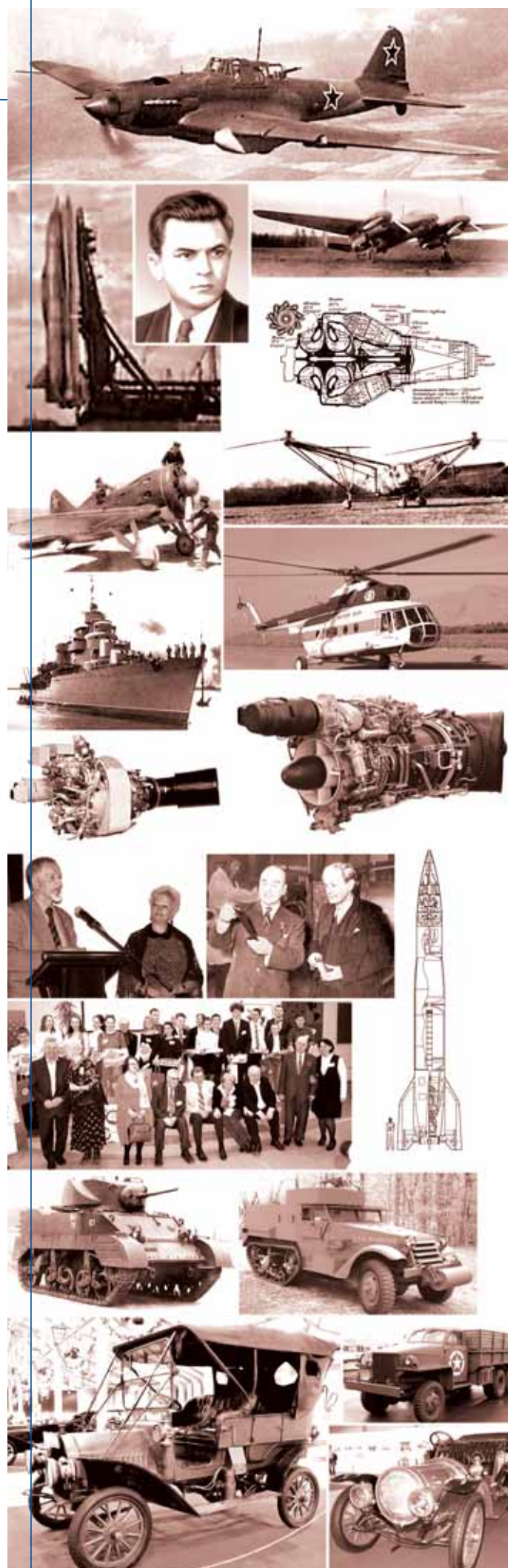
Научно-технический журнал "Двигатель" ©
зарегистрирован в ГК РФ по печати.
Рег. № 018414 от 11.01.1999 г.
18-й (110-й) год издания.

Отпечатано
ЗАО "Фабрика Офсетной Печати" Москва.
Тираж 5 000 экз.

Периодичность: 6 выпусков в год.
Цена свободная.

СОДЕРЖАНИЕ

- 2 К 110-летию выхода первого номера журнала "Двигатель"**
А.И. Бажанов, Д.А. Боев
- 4 АО "Мотор Сич" разрабатывает, производит, модернизирует**
В.А. Богуслаев
- 6 Новый курс истории и конструкции авиационных двигателей профессора В.А. Зрелова**
Д.А. Боев
- 8 Калейдоскоп войн, называемый "Вторая Мировая".
Фрагменты гонки вооружений**
В.А. Белоконь
- 12 Турбулентность. Закон пси от кси**
Ю.М. Кочетков
- 16 Тридцать три года в ракетной технике: успехи, разногласия, конфликты**
В.Ф. Рахманин
- 24 XIV олимпиада по истории авиации и воздухоплавания**
А.И. Бажанов
- 27 "Небесные героини мира"**
А.И. Бажанов
- 28 О вопросах оптимизации основных фондов малого предприятия по принципу Л.С. Понтрягина**
Б.Ш. Гулиян, Р.Я. Хамидулин
- 29 Презентация в НИИД книги о профессоре Г.Ю. Степанове**
Н.И. Троицкий
- 30 Славные имена инженерии отечества**
Д.А. Боев
- 33 Къ подписчикамъ журнала "Двигатель" и "Технической математики". 1917 г.**
Н.И. Кузнецов
- 34 "Олдтаймер-галерея" 2017 год**
А.И. Бажанов
- 38 Танки от и до**
О.Н. Брилёв



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 качественности: 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

Газогенераторные двигатели



Сущность, суть дела в том, что в газогенераторных двигателях газы, образующиеся в процессе горения топлива, непосредственно участвуют в процессе расширения поршней. Газогенераторные двигатели имеют ряд преимуществ перед поршневыми двигателями внутреннего сгорания. Они имеют более высокие показатели эффективности, простоту конструкции, надежность, долговечность, малые габариты и вес. Газогенераторные двигатели применяются в различных областях техники: в авиации, в космонавтике, в промышленности, в сельском хозяйстве, в транспорте.

для авиационных целей

НОВЫЕ, ++++
ВЕНЗИНОВЫЕ. ++

Тамбовский завод авиационных двигателей

ка на

переводный

ка, П.Р.

1907 г.

сост. и

ка, П.Р.

ка, П.Р.

ка, П.Р.

ка, П.Р.

ка, П.Р.

ка, П.Р.

ка, П.Р.

ка, П.Р.

ка, П.Р.

ка, П.Р.

ка, П.Р.

ка, П.Р.

ка, П.Р.

ка, П.Р.

ка, П.Р.

ка, П.Р.

ка, П.Р.

ка, П.Р.

ка, П.Р.

ка, П.Р.

ка, П.Р.

ка, П.Р.

ка, П.Р.

ка, П.Р.

ка, П.Р.

ка, П.Р.

ка, П.Р.

ка, П.Р.

25 ЛЕТ ВСЕГДА НА ВЫСОТЕ



МАКС

2017

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ
АВИАЦИОННО-КОСМИЧЕСКИЙ
САЛОН**



Организаторы



**МИНПРОМТОРГ
РОССИИ**



Ростех

МОСКВА • ЖУКОВСКИЙ • АЭРОДРОМ «РАМЕНСКОЕ» • 18–23 ИЮЛЯ



Вячеслав Александрович
Богуславский
Президент
АО "МОТОР СИЧ"

АО "МОТОР СИЧ"

РАЗРАБАТЫВАЕТ, ПРОИЗВОДИТ, МОДЕРНИЗИРУЕТ

Качество и надежность авиадвигателей АО "МОТОР СИЧ" подтверждена их многолетней эксплуатацией на самолетах и вертолетах в более чем 100 странах мира. Одним из признанных критериев успешности АО "МОТОР СИЧ" является его участие в международных авиационных выставках. Предприятие постоянно представляет свои новые двигатели и другую продукцию на аэрокосмических салонах в России, Германии, Франции, Великобритании, Индии, Китае, Объединенных Арабских Эмиратах и других странах.

АО "МОТОР СИЧ" широко известно как изготовитель турбовальных двигателей семейства ТВЗ-117В для вертолетов "Ми" и "Ка" среднего класса, таких как Ми-8МТ/МТВ, Ми-17, Ми-171, Ми-172, Ка-32 и других. Д 136 – наш самый мощный вертолетный двигатель, для самого грузоподъемного вертолета в мире Ми-26Т, на котором было установлено 14 мировых рекордов..

С целью повышения летно-технических характеристик вертолетов и их эффективности при эксплуатации в высокогорных районах стран с жарким климатом создан двигатель ТВЗ-117ВМА-СБМ1В, с назначенным ресурсом 12 000 часов. Режимы работы двигателя оптимально адаптированы к условиям эксплуатации на различных типах вертолетов. Система автоматического управления позволяет настраивать одно из следующих значений мощности на взлетном режиме - 2000, 2200 или 2400, 2500 л.с. и обеспечивает её поддержание до более высокой температуры наружного воздуха и высоты полета.

Вертолеты Ка-32, оснащенные двигателями ТВЗ-117ВМА (ВМА серии 02), применяются в условиях транспортировки грузов. С целью повышения потребительских свойств вертолетов типа Ка-32 разработана адаптированная по мощностным характеристикам модель двигателя ТВЗ-117ВМА-СБМ1В-02К. В конце 2015 г. АР МАК выдан Сертификат типа на данный двигатель.

Двигатели ТВЗ-117ВМА-СБМ1В 4 и 4Е серии предназначены для ремоторизации вертолетов типа Ми-8Т с целью улучшения их летно-технических характеристик и поддерживают мощность до более высоких значений температур наружного воздуха и высот базирования.

Двигатель ТВЗ-117ВМА-СБМ1В 5 серии - новый проект, который создается совместно с ГП "Ивченко-Прогресс". Двигатель обладает мощностью 2800 л.с. на взлетном режиме. Планируется две модификации этого двигателя: турбовальная для

вертолетов взлетной массой 15...16 тонн, типа Ми-38, и турбовинтовая ТВЗ-117ВМА-СБМ2 для транспортных самолетов класса Ан-140Т.

Изготовленные на предприятии вспомогательные двигатели АИ-9 и АИ-9В установлены практически на все вертолеты "Ми" и "Ка" с маршевыми двигателями семейства ТВЗ-117В. Специалистами ГП "Ивченко-Прогресс" совместно с АО "МОТОР СИЧ" созданы модификации двигателя АИ-9В. Двигатели семейства АИ-9В-1 (стартер-генератор СТГ-9М) и АИ-9В-1Т (стартер-гене-



ратор фирмы THALES) предназначены для расширения эксплуатационного диапазона вспомогательного двигателя АИ-9В для гражданской авиации, в части увеличения высотности ВСУ, повышения энергообеспеченности систем вертолета, применения расширенных режимов работы двигателя.

Сегодня в мире повышенным спросом пользуется малая авиация, в связи с этим АО "МОТОР СИЧ" совместно с ГП "Ивченко-Прогресс" проводит работы по созданию малоразмерных турбовальных и турбовинтовых двигателей семейства АИ-450.

15 апреля 2015 года АИ-450М успешно прошел ресурсные и сертификационные испытания и получил Сертификат типа Авиационного регистра МАК.

Так же предприятие ведет работы по созданию семейства турбовальных двигателей МС-500В в классе взлетной мощности 600...1100 л.с., предназначенных для установки на вертолеты различного назначения со взлетной массой 3,5...6 тонн. В мае 2014 года модификация МС-500В с мощностью на взлетном режиме 630 л.с., а в апреле 2016 года МС-500В-01 с мощностью на взлетном

АИ-450М



режиме 810 л.с. прошли испытания и получили Сертификаты типа Авиационного регистра МАК. Предприятием начаты работы по созданию модификаций МС-500В-02 и МС-500В-03. Эти двигатели будут развивать мощность на взлётном режиме 950 л.с. и 1050 л.с. В 2016 году начаты работы по созданию турбовинтовых двигателей.

В настоящее время предприятие активно развивает собственную программу вертолётостроения. В составе предприятия создано Опытное конструкторское бюро, насчитывающее более 300 специалистов, сертифицированное авиационными властями Украины в качестве разработчика.

Вертолётное производство АО "МОТОР СИЧ" включает в себя оснащённые современным оборудованием механические и сборочные цеха, участок по снятию и нанесению лакокрасочных покрытий, летно-испытательный комплекс, центр подготовки летного и технического состава. В составе летно-испытательного комплекса функционирует универсальный натурный стенд, предназначенный для отработки элементов конструкции планера и систем вертолётных, а также проведения различных видов наземных испытаний.

АО "МОТОР СИЧ" проводит работы по разработке, производству и ремонту вертолётных редукторов. Освоен ремонт и получен допуск на капитальный ремонт главных редукторов ВР-8А, ВР-14 для вертолётных семейств Ми-8 и Ми-17. Ведутся работы по созданию главного редуктора ВР-17МС для вертолётных типа Ми-17 с увеличенной до 14 тонн взлётной массой и редуктора ВР-442 для вертолётного МСБ-2. Эти разработки позволяют проводить капитальный ремонт вертолётных типа Ми-2, Ми-8 и Ми-17 с одновременной их ремоторизацией и модернизацией бортовых систем.

Первым реализованным проектом вертолётостроительной программы стал Ми-8МСБ - средний многоцелевой вертолёт с максимальной взлётной массой 12 500 кг. Вертолёт оборудован силовой установкой из двух газотурбинных двигателей ТВЗ-117ВМА-СБМ1В 4Е серии с электрическим запуском. Высотные характеристики двигателей ТВЗ-117ВМА-СБМ1В 4Е серии обеспечивают возможность базирования вертолётного на площадках, расположенных на высоте до 4200 м. Выполняются работы по дооснащению вертолётных комплектом навигационного оборудования согласно требованиям EASA и ICAO.

Еще одним направлением вертолётостроительной программы является разработка и производство лёгких вертолётных. Первым сертифицированным вертолётным в лёгком классе стал Ми-2 с двигателями АИ-450М-Б со взлётной мощностью 430 л.с., с цифровыми регуляторами РДЦ-450. Вертолёт предлагается в следующих вариантах: транспортно-пассажирский; поисково-спасательный; сельскохозяйственный; патрульный; учебно-тренировоч-



ТВЗ-117ВМА-СБМ1В 4Е серии

ный. Высотность вертолётного открывает экспортный потенциал для стран с гористым рельефом. Вертолёт Ми-2 с двигателями АИ-450М-Б сертифицирован Государственной авиационной службой Украины.

Одна из последних разработок предприятия - МСБ-2. Это лёгкий многоцелевой вертолёт с двигателями АИ-450М-П (по 465 л.с. каждый).



МСБ-2

Конструктивные особенности делают вертолёт оптимальным для перевозки пассажиров, выполнения поисково-спасательных операций и медицинской эвакуации. Вертолёт МСБ-2 обладает рядом дополнительных преимуществ перед вертолётным Ми-2: часовой расход топлива ниже на 30 %; крейсерская скорость полёта больше на 11 %; объём грузопассажирской кабины больше на 1 м³; практический потолок выше на 25 %; большая площадь остекления кабины экипажа.

В настоящее время на АО "МОТОР СИЧ" выполняется сборка первого летного экземпляра МСБ-2. Полноразмерный макет вертолётного был показан на нескольких специализированных авиационных салонах и выставках.

Сегодня стратегия предприятия направлена на увеличение объёмов производства, укрепление и расширение существующих рынков сбыта, что позволит стабильно удерживать конкурентные позиции на мировом рынке авиационного.

АО "МОТОР СИЧ" - предприятие, которое является надёжным партнёром, готовым к сотрудничеству с заинтересованными государствами и фирмами.



Ми-2



АО "МОТОР СИЧ"
Украина, 69068, г. Запорожье,
пр. Моторостроителей, 15
Тел.: (+38061) 720-52-80
Факс: (+38061) 720-44-63
E-mail: eo.vtf@motorsich.com
motor@motorsich.com
<http://www.motorsich.com>

НОВЫЙ КУРС ИСТОРИИ И КОНСТРУКЦИИ АВИАЦИОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ПРОФЕССОРА В.А. ЗРЕЛОВА

Дмитрий Александрович Боев, генеральный директор журнала "Двигатель",
московский представитель Самарского центра истории авиационного двигателестроения



Профессор Владимир Андреевич Зрелов, один из наиболее активно сотрудничающих с журналом "Двигатель" членов его редакционного совета, хорошо известный у нас и за рубежом как историк авиации, преподаватель, автор целого ряда книг, инициатор и автор создания музея авиационных двигателей в Самаре при Авиационном университете (сейчас он преобразован в Самарский национальный исследовательский университет имени академика С. П. Королёва (сокращённо — «Самарский университет»). Преобразование осуществлялось путём соединения материальных и нематериальных активов прикладного СГАУ с фундаментальным СамГУ.), подготовил в 2015-2016 гг новый курс лекций по истории авиационных двигателей. В этот курс вошли и часть статей, которые Владимир Андреевич публиковал ранее в нашем журнале с 1999 по настоящий год. Среди них статьи "ГТД - конструктор для начинающих" ("Двигатель" №5 2001), "Развитие авиационных газотурбинных двигателей в СССР/России" ("Двигатель" №2 2014 г.) - первые публикации ранее не применявшихся в описании ГТД методов - и многие другие.

В новом курсе, как это всегда было характерно для всех работ, выполняемых В.А. Зреловым присутствует глубокая и обоснованная историческая проработка материала. Вводная часть разделов построена таким образом, что слушатель, даже если он до этого совсем ничего не знал, скажем, об авиационных двигателях или о принципе применения реактивной тяги в авиации, или о тех этапах, через которые пришлось пройти изобретательской и конструкторской мысли - после знакомства с этим курсом сам сможет быть источником знаний

для несведущих. Причём всё, включая самые сложные для понимания моменты курса поданы таким образом, что слушаются (и читаются) "на одном дыхании" и доступны для понимания даже неопитам. О чём я, собственно, только что писал чуть выше.

Многие разработки, упоминающиеся в тексте - как отечественные, так и зарубежные - в настоящее время широко известны в основном специалистам - историкам техники, хотя большинство их являют важные, зачастую ключевые моменты развития этого вида техники. И скрупулезный подход автора к разработке тематики позволяет получить полную картину истории создания и развития авиационной газотурбинной техники в мире.

Пока мы готовили этот материал к печати, Владимир Андреевич записал часть своего курса на видео-CD, вложив тем самым мощный блок в построение здания дистанционного образования. При этом, поскольку в процессе лекции в него включён и весь используемый по ходу дела иллюстративный материал, то в познавательном плане это получилось ненамного слабее живой лекции (за вычетом возможности обратной связи со слушателями). И всё это в совокупности имеет несомненную ценность как для студентов разных специальностей авиационных ВУЗов, так и просто для людей различного возраста, интересующихся техникой.

Не ставя перед собой недоступной для журнала задачи полностью показать весь объём работы, мы всё-таки ознакомим читателя с её отдельными моментами, в надежде если не просветить, то хотя бы заинтересовать читателя.

Мы предлагаем читателю познакомиться с небольшой частью этого курса, посвящённой началу развития газотурбинной авиации.

Предоставляем слово автору.

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ТЕМЫ ГТД...



Овилл и Уилбур Райты на одной из поздних моделей своего "Флайера"

Первый самолёт, самостоятельно оторвавшийся от Земли ("Флайер-1" конструкции братьев Райт США 1903г), был оснащён поршневым двигателем внутреннего сгорания, специально для него построенным и на протяжении сорока лет этот тип двигателя оставался основным в самолётостроении. Но к концу Второй мировой войны требование повышения мощности поршневых двигателей вошло в неразрешимое противоречие с другими требованиями, предъявляемыми к авиамоторам - компактностью и ограничением массы. Дальнейшее развитие авиации по пути совершенствования поршневого двигателя становилось невозможным, и реальной альтернативой ему явился воздушно-реактивный двигатель, различные варианты которого предлагались ещё в XVIII и XIX вв.

Воздушно-реактивный двигатель (ВРД) - тепловой реактивный двигатель, рабочий процесс в котором складывается из процесса сжатия (во входном устройстве и компрессоре), подвода тепла (в камере сгорания), расширения (в турбине и канале сопла). Хотя процесс расширения противоположен процессу сжатия, однако благодаря более высокой температуре рабочего тела, при которой он осуществляется, в двигателе происходит увеличение скорости истечения газа из сопла по сравнению со скоростью полёта. Таким образом, изменяется количество движения рабочего тела, проходящего через двигатель, что сопровождается возникновением силы реакции - силы тяги.

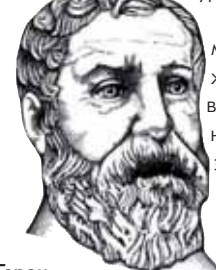
Впервые этот термин в печатной публикации, по-видимому, был использован в

1929 г. Б.С.Стечкиным в журнале "Техника Воздушного Флота", где была помещена его статья



"Теория воздушного реактивного двигателя". В английском языке этому термину наиболее точно отвечает словосочетание airbreathing jet engine.

Прообраз теплового реактивного двигателя создал Герон Александрийский в 120 году до н. э. Его эолипил (aeolipil) представлял собой небольшую паровую машинку. Огонь кипятил воду в котле. Пар по трубке а проходил в шарообразный сосуд, который мог вращаться на концах пустотелых стоек. Из сосуда пар вырывался через коленчатые трубки и силою реакции вращал сосуд. Это - первая паровая реактивная турбина.



Герон Александрийский. Современное представление

Построенный современными учеными по чертежам Герона эолипил развивал до 3500 оборотов в минуту. В настоящее время этот принцип используется в



устройствах для полива газонов.

Правда, таких скоростей стараются не развивать.

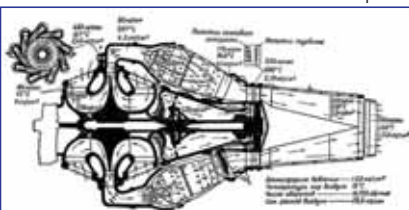
...всё уже когда-то случилось
и всё уже когда-то было описано.
(Высогота из Корво, философ)
Анджей Сапковский "Владычица озера"



Б.С. Стечкин (справа) и генеральный конструктор двигателей А.А. Микулин



"Эолипил" Герона Александрийского



Турбореактивный авиационный двигатель РД-500



Прямоточный воздушно-реактивный двигатель (ПВРД) является самым простым в классе ВРД по устройству. Необходимое для работы двигателя повышение давления достигается за счёт торможения встречного потока воздуха.

Рабочий процесс ПВРД кратко можно описать следующим образом:

Воздух, поступая во входное устройство движущегося двигателя, затормаживается и его давление повышается. Сжатый воздух в камере сгорания нагревается за счёт горения подаваемого в неё топлива, внутренняя энергия рабочего тела при этом возрастает.

Затем сначала сужаясь в сопле достигает звуковой скорости, а потом расширяясь - сверхзвуковой, рабочее тело ускоряется и истекает со скоростью большей, чем скорость встречного потока, что и создаёт реактивную тягу.

В 1913 г. француз Рене Лорин (Rene Lorin) получил патент на прямоточный воздушно-реактивный двигатель.

В 1937 году французский конструктор Рене Ледюк (Rene Leduc) получил заказ от правительства Франции на разработку экспери-



Самолёт Leduc_010 в музее авиации

ментального самолёта с ПВРД. Эта работа была прервана войной и возобновилась после её окончания. В ноябре 1946 г. состоялся первый в истории полёт аппарата с маршевым ПВРД.

В СССР с 1935 г. в реактивной секции Стратосферного комитета Центрального Совета Осоавиахима велись опытно-конструкторские работы по созданию ПВРД для ракет и самолетов. После



ПВРД ДМ-1 на самолёте

успешного испытания ракет с ПВРД в 1939 г. в отделе специальных конструкций (ОСК) завода № 1 под руководством И.А. Меркулова началось создание авиационных ПВРД, которые предназначались для увеличения скорости полёта путём создания реактивной тяги дополнительно к усилию, соз-

даваемому поршневым мотором. В 1939 г. были спроектированы и изготовлены первые образцы авиационных ПВРД ДМ-1 и ДМ-2 (дополнительных моторов), которые в 1939 - 1940 гг. успешно испытывались на самолетах конструкции Н.Н.Поликарпова И-15бис (И-152) и И-153 "Чайка". В 1940 г. были изготовлены новые ПВРД ДМ-4, имеющие тягу 170 кгс., которые в 1940 - 1941 гг. испытывались на самолётах И-153 "Чайка" и И-207 № 3. В начале 1941 г. был закончен эскизный проект самолета "Д" А.А. Боровкова и И.Ф. Флорова с поршневым мотором М-71 и двумя ПВРД ДМ-12 конструкции И.А. Меркулова. В 1942 г. испытывался самолёт Як-7С с ПВРД ДМ-4С. Эти испытания стали первыми в мире летными испытаниями авиационных прямоточных

воздушно-реактивных двигателей. [об этом этапе развития отечественной авиации журнал "Двигатель" писал совсем недавно в статье Д.А. Соболева "ПВРД - дополнительные моторы" в журнале "Двигатель" №6, 2016, Д.А.Б.]

В 1942 г. проходили испытания самолёта ЛаГГ-3 с ПВРД ВРД-1, разработанного ОКБ-3 НИИ ГВФ под руководством М.М. Бондарюка, а в 1946 г. испытывался Ла-126 с усо-



М.М. Бондарюк (из ситати в БСЭ)



“Буря” Бондарюка на стартовом столе

вершенствованным ПВРД-430.

В СССР с 1954 по 1960 гг. под руководством С.А.Лавочкина, разрабатывалась крылатая ракета "Буря", предназначенная

для доставки ядерных зарядов на межконтинентальные расстояния. В качестве маршевого двигателя в ней использовался ПВРД РД-012У тягой 12900 кгс. Двигатель разработан под руководством М.М. Бондарюка. Было осуществлено несколько испытательных полётов "Бури". [Об этом было в статье Евг. Ерохин "ПВРД - задание на завтра", "Двигатель" №3, 2000 г. Д.А.Б.]

Разновидностью ВРД является **пульсирующий воздушно-реактивный двигатель (ПуВРД)**, в котором горючее и воздух подаются в камеру сгорания периодически при помощи входных клапанов. Поэтому его тяга реализуется в виде серии импульсов, следующих друг за другом.

Первые патенты на ПуВРД были получены (независимо друг от друга) в России (Н.А. Телешов) и во Франции (Ш. де Луврье) в 60-х гг. 19 века.

Одним из первых специалистов, практически реализовавших идею такого двигателя, был немецкий дипломированный инженер П. Шмидт (P. Schmidt), который занимался этой проблемой с 1928 г. Первый двигатель ПуВРД SR 500 прошёл испытание в 1938 г. Его модернизированный вариант, спроектированный на тягу 750 кгс в 1942-1943 гг. на стенде развил тягу 375 кгс.

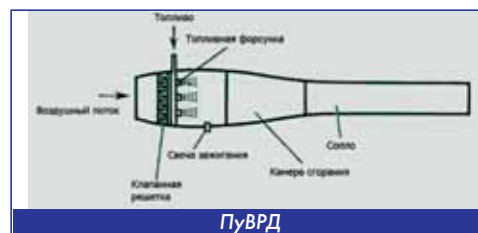
Не имея никакой информации о работах П. Шмидта, в Германии на фирме Argus Motoren Gesellschaft под руководством Г. Дидриха (G. Dietrich) создавался ПуВРД Argus As 109-014 для самолёта-снаряда V-1 (Fi 103), которых в 1944 - 1945 гг. было изготовлено более 10000 единиц. Тяга двигателя составляла 350 кгс.

В 1942 г. В.Н. Челомей, заведующий отделом в ЦИАМ, разработал, построил и испытал ПуВРД, который позже был применён на самолёте-снаряде 10Х.

Продолжение - в лекции профессора В.А. Зрелова
Литература

1. Евтифьев М.Д. Огненные крылья. История создания реактивной авиации СССР (1930-1946). - М: Вече, 2005. - 384 с.
2. Соболев Д.А. Экспериментальные самолёты России. 1912-1941. - М.: Русавиа, 2015. - 296 с.
3. Неизвестный ВРД или некоторые примеры применения мотоконпрессорного двигателя. <http://avia-simply.ru/author/admin/>.
4. <http://www.neam.co.uk/JetHistory/deutschland.html>.
5. Кэй Э. История разработки и создания реактивных двигателей и газовых турбин в Германии (1930-1945). - Рыбинск. НПО "Сатурн", 2006. - 329 с.
6. Muller R. Junkers Flugtriebwerke. Benzinmotoren, Flugdiesel, Strahltriebwerke. AVIATIC VERLAG GmbH, Oberhaching 2006. - 384 p.
7. О деятельности фирмы Юнкерс за время с 1936 г. по 1945 г.: технический отчет № 296, Т. 2. Материалы ОКБ № 1. - Dessau: 1946. - 453 с.
8. Gersdoff K., Grasman K. Flugmotoren und Strahltriebwerke. Benhard und Graefe Verlag, Koblenz. 1985. - 362 p.
9. Archive Rolls-Royce Heritage Trust v. 20, 2002. pp. 7-13.
10. St. Peter, James. The history of aircraft gas turbine engine development in the United States: a tradition of excellence. ISBN 0-7918-0097-0. 1999. - 592 p.

Связь с авторами: zrelov07@mail.ru



ПуВРД



Телешов Николай Афанасьевич



Argus As 14 RAFM



10x

КАЛЕЙДОСКОП ВОЙН, НАЗЫВАЕМЫЙ ВТОРАЯ МИРОВАЯ. ФРАГМЕНТЫ ГОНКИ ВООРУЖЕНИЙ

ЧАСТЬ I (1937-1941)

Москва, 2017 © Валентин Анатольевич Белоконов, Академик Международной Академии Исследований Будущего

Традиционная дата начала Второй Мировой - 1 сентября 1939 г. грешит натяжками и алогизмом. Когда говорят, что "с 1 сентября 1939 г. до 21 июня 1941 г. германской империи удалось оккупировать не только Польшу, но и Бельгию, Голландию, Норвегию, Данию, Францию", обычно оговариваются, что Австрия и Чехословакия были оккупированы ещё раньше. А итальянские фашисты хозяйничали в Эфиопии, Албании и Греции. Привязка начала мировой бойни к разгрому Польши, отдаёт русофобией и мифом "равной ответственности": поскольку в Польшу входили две армии.

Вторая Мировая началась, с точки зрения автора, в Испании 14 марта 1937 года международной битвой при Гвадалахаре, где впервые республиканцев поддержали интербригадовцы - против проигравших тогда франкистов с их негласными союзниками - фашистами Италии и Германии.

И это уже была мировая война: через интербригады прошли 40000 французов, англичан, немцев, итальянцев, американцев, балканцев, шведов, швейцарцев, поляков...

Ещё до Гвадалахары шла необъявленная война, в которой сотни советских танкистов и лётчиков на лучших в то время в мире истребителях И-16 и бомбардировщиках СБ успешно на земле и небе Испании помогали республиканцам.

Жаль, Москва тем временем не объединяла, а скорее сраивала основные антифашистские силы Испании того времени: коммунистов и анархистов [Читайте "По ком звонит колокол" Эрнеста Хемингуэя!].

27 февраля 1939 года "миротворцы" - Франция и Великобритания (но не СССР!) признали правительство Франко дипломатически. 28 марта Франко взял Мадрид.

В мае японцы захватили Пекин, союзный Москве и США.

Дальнейшее парадоксально.



"Ташкент" в гавани

советским. И уже секретно.

Характеристики корабля, созданного итальянскими проектировщиками и кораблестроителями на немалые советские деньги, били все тогдашние рекорды: 4000-тонный 140-метровый лидер развивал 70 км/час при мощности турбин 100 000 л.с.. Аналогичный итальянский двигатель уже стоял на 10 000-тонном "Кирове" - лучшем советском крейсере. Что же подвигнуло, кроме выгоды контрактов, Муссолини вежливо передать "Таш-

6 мая 1939 года в Одессу прибыл лучший в мире сверхлегкий крейсер (лидер) "Ташкент". Его поход начался под итальянским флагом - от верфи в Ливорно, где он строился с 11 января по 28 декабря 1937 года. А встречали его в России уже под

кент" большевикам - вчерашним военным врагам?..

кент" большевикам - вчерашним военным врагам?..

3 мая 1939 года был внезапно отправлен в отставку Максим Литвинов. Наркомом иностранных дел стал Вячеслав Молотов (Скрябин) - из главных соратников Сталина. Гитлер приветствовал сталинскую замену столь видного еврея на нееврея. Впрочем, вполне возможно, это происходило не без запроса Берлина. В эти игры играли не только Фюрер с Вождём. Все более мелкие руководители Европы, претендующие на тоталитарную власть, делали то же самое. Расплачивались за игру народы.

Муссолини подсуеился поддержать Фюрера, который секретно зондировал Сталина о военно-техническом сотрудничестве. Попытаемся судить об этом по скупой доступной информации.

12 января 1939 года в Берлине состоялся прием глав дипмиссий, на котором Гитлер демонстративно тепло пообщался с советским послом. Это вызвало фурор...

Так или иначе, Ворошилов 28 января "пошел напролом", предложив через Микояна Берлину первый официальный перечень товаров, которые Москва согласна закупить.

Среди таковых самая современная 105-мм зенитка, приборы управления зенитным огнем, первый в мире вертолёт поперечной схемы FW-61 (рекордный одновинтовой вертолёт ЦАГИ ТЭА конструкции А.М. Черёмухина летал уже с 1930 года, но его конструктор и испытатель вместо славы в 1938 г. попал в лагерь), бомбовые прицелы и новейший истребитель Мессершмитт 113.

Немцы кивнули!.

Правда, советская разведка подвела Клима Ворошилова: Мессер 113 - это миф. А Москва была озабочена отдельными новейшими Мессерами, которые с ноября 1938 года в испанском небе легко сбивали наших И-16. Реально это был предсерийный выпуск обновленного Мессершмитт Bf-109E. Гитлер позволил в конце 1939 г. нашим прямо с конвейера закупать этот Мессершмитт, превзошедший "Спитфайр".

А с октября 1940 года, с того же конвейера, стали для Люфтваффе поступать более совершенные секретные "109F". Чекисты прозевали это и марка "113" появилась в сводках ВВС РККА осенью 1941 года, когда пришлось столкнуться уже с тысячами "109F".

Нацизм нацизмом, а выгода поставок - неотвратимость. Советские поставки - от топлива и зерна (миллионы тонн!) до перекупленных ради Берлина каучука и вольфрама - это покрытие дефицита для Вермахта, Люфтваффе и войск СС. Иные историки сочли, что за это Берлин пошел на договор "О дружбе", вопреки идее "Mein Kampf".

Допустима и не столь банальная трактовка.

В Берлине не упустили из виду, что в "Большевистском Евангелии" (Краткий Курс Истории ВКП(б), сентябрь 1938 г.) гениальный Вождь проигнорировал страшный гитлеровский тезис о "беспощадной гер-



Лёгкий вертолёт FW 61 - испытывался с лета 1936 года.



Рекордный (подъём до 605 м) лёгкий однороторный вертолёт А.М. Черёмухина 1932 года



Крейсер "Киров"

манизации обширных земель на востоке" - ради перспективы немцам размножиться на этом *Lebensraum*, пока советском. Долгосрочная цель Гитлера - постепенная деморализация Сталина "акциями прельщения", после которых атака на СССР станет решающей.



Ju-288 V103

главной Британской военно-морской базы - Скапа Флоу.

Создавался тяжелый высотный пикировщик Junkers-288. Было решено делать аналогичный советский. В Москве решили участвовать в бомбардировке Скапа Флоу, базируясь около Ленинграда. Дальность с 1-тонной бомбой в 5000 км. Машина для этого - скоростной (600 км/ч), без истребительного прикрытия, с шестью пушками, 15-тонный высотный пикировщик ПБ. На грани достижений авиатехники. Только два гения, уцелевшие от расстрела - Туполев и Бартини, могли реально сотворить такое. Не смогут - сами виноваты. Свидетельствует крупнейший конструктор Сергей Михайлович Егер: "Мы с Бартини, будучи в Болшевском концлагере, проектировали



АНТ-58

компетентных зеков. В сентябре представили уже рабочие чертежи ПБ = АНТ-57." Но тогда столь дальний ПБ уже стал неактуален.

И с января 41-го успешно испытывался 10-тонный АНТ-58 "103", который (до 1942 года) обгонял любые "Спитфайры". Дальнейшие детали этой истории опубликованы в журнале "Двигатель" №№ 1-2 [2013 г.].

Вместо BOMBER-B немцы попытались реализовать план ядерного удара по США, успешно испытав 50-тонный 4-моторный Me-264, способный доставить две (вероятно, конструкции Курта Гибнера) урановые импlosionные бомбы на Нью-Йорк, вернувшись обратно (15000 км). Но... не успели обогатить уран.



Studebaker US-6

Заступаясь за атакованную Москвой Финляндию, Рузвельт летом 1940 года заблокировал дальнейшее поставки для станочного парка советских авиазаводов.

Но, как бы для компенсации этого ущерба, американцы осенью 40-го предложили Москве поставить оборонную продукцию фирмы "Студебекер": новейший трехосный грузовик US 6, который был отвергнут армией США в пользу другой фирмы.

Москва согласилась при условии непринципиальной доработки (это потребовала РККА!) этой 4,5-тонной машины: нагрузка 2,5 т, 72 км/ч по нормальной дороге, при 93 л.с. Американцы доделали быстро.

Тем временем Берлин согласился добавить кое-что к станочному парку советского авиапрома. Но автомобилей, подобных американскому, германская империя не производила. СССР - тем более.

Такой трехосный военный транспорт поступил в РККА уже в конце 1941г., а в следующем году на его шасси уже ставили многочисленные реактивные установки РС-82, РС-132 инициативно. С апреля 1943 такие "Катюши" компоновались регулярно. Поставки "Студебекеров" превзошли 100 000 плюс десятки тысяч аналогов от других американских фирм - по Ленд-Лизу.

Отпускная цена этого армейского грузовика составляла около \$3000, то есть, суммарно, примерно 3% от всей американской помощи по Ленд-Лизу.

Интересно, что также 3% американской помощи по ленд-лизу составляли поставки нам истребителей Белл Аэрокобра (около 4800 по \$ 50 000), которые внесли не менее существенный вклад в Победу. По значимости вклада в Победу резонно было бы наградить фирму "Студебекер" звездой Героя Социалистического Труда: что доказывается решающей ролью "Катюши".

Уничтожив Францию и освоив её бесценные трофеи, особенно авиабензин, Гитлер решил добивать Великобританию, воспользовавшись превосходством "Мессера" 109Е над тогдашним "Спитфайром". Но недостаточно учел скромную дальность полета своих машин и совершенно напрасно не брал в расчёт реальный потенциал британских радаров ПВО, которые обеспечивали "Спитфайром" предупреждение о приближении эскадрилий Люфтваффе. Пилотская элита обеих сторон воздушной битвы за Британию заметно таяла.

Вопреки британской версии, немцы опередили англичан в радарх военно-морского флота. Это сказалось на уничтожении С ОДНОГО ВЫСТРЕЛА (на пределе видимости!) линейного крейсера "Худ" 380-мм снарядом новейшего немецкого линкора "Бисмарк" - с помощью радарного наведения - в мае 1941...

Переадресовав бомбардировки Британии с дневных на ночные, Геринг принципиально опоздал с экономией немецких потерь. В Британии уже шли испытания первого в мире бортового радара ночных истребителей-перехватчиков.

Ключевым секретным британским изобретением оказался "Клистрон", идея которого кажется простой: мощность пучка электронов сама собой возрастает, ибо электроны генерируются с линейным во времени возрастанием их скорости. Догоняя более ранних, электроны упаковываются, эффективно используясь в радаре, имеющем слабый, легкий источник энергии.

Такой сравнительно компактный радар был спешно установлен и испытан на новом самом тяжелом 11-тонном тихоходном истребителе - ночным перехватчиком фирмы Bristol. Это был "Beaufighter", снаряженный четырьмя 20-мм пушками, развивавший всего 510 км/ч. Но его жертвы были еще тихоходнее: Do-17, He-111, Ju-88.

Для соблюдения максимальной секретности был применен английский юмор: якобы использовали новейший витамин, резко улучшающий зрение пилота во тьме.

Когда в 1941/42 гг. немцы стали бомбить ночью с более скоростных Do-317, He-177, а затем и Me-410, британцы заменили прежний перехватчик на быстрый "Москито" NF.

Наши радарщики (из тех, кто уцелел от репрессий) с такой техникой запоздали - вплоть до создания (не без Ленд-Лиза) ночного перехватчика Ту-1 в 1945/46 гг.

Кстати, упомяну о "радарном продукте советско-германской дружбы".

Иные историки ловят



PCZO PC-82 на платформе Studebaker-US 6



Beaufighter Mk IF PN-B



FW-189 ("Papa")



А.И. Берг

Гитлера на сокрытии военно-технических достижений после октября 1939 года. Например, немецкие "друзья" скрывали существование разведчика FW-189 ("Рама"), решающего истребителя FW-190, а также Bf-109F, не говоря об успехах с турбореактивными двигателями. Да и чекисты прозевали такое. Но гуманитарствующие проигнорировали радары, солнце которых уже возшло, но не для Москвы. Где запросы Ворошилова Берлину на радарную технику? А было кому формулировать такие запросы? Было, но в лучшем случае они сидели, если еще живые.

Автор лично знал самого выдающегося из таковых. Это - Аксель Иванович Берг, из обрусевшей шведской семьи. До апреля 1939 г. он сидел в Бутырке - один на один с Андреем Николаевичем Туполевым. Аксель Иванович говорил Туполеву, что кроме него, Берга, никого и не осталось из имевших разумное суждение о радарх и их перспективности. И он покоя не дает Ворошилову, чтобы тот приказал разрешить ему, А.И. Бергу, создать тюремное ОКБ (шарагу) для обеспечения РККА и ПВО современными радарными. В 1940 году кое-что разрешили...

За 114 дней воздушной битвы за Британию (август-октябрь 1940 г.) англичане и их союзные коллеги потеряли убитыми 1338 летчиков, в том числе 537 пилотов истребителей. Самолетов-истребителей потеряли 1023. Люфтваффе потеряло меньше истребителей, но, считая вместе с бомбардировщиками, их потери были выше: 1887 самолетов и 2662 летчика.

Самолеты выпускались массово. Но с пилотами дело хуже. Немцы были уже недалеки от завоевания господства... за счет дальнейшего истребления британских пилотов. Впрочем, они проигнорировали такую возможность, сберегая свои летные кадры. К тому же, перейдя в сентябре к ночным бомбардировкам Британии, Гитлер сознавал, что утрачивает авторитет.

Нужна была где-то победа: быстрее и наверняка. Генералы предлагали душить Британию в Средиземноморье - убрать ее базы: Гибралтар, Мальту и Суэц.

Пришла пора завоевывать Lebensraum - атаковать СССР, где Вождь пока подвержен упомянутым выше акциям прельщения. В том числе, готовит РККА к совместной с Вермахтом и Люфтваффе войне с Британией.

Помнится, без личной визы непререкаемого гениального Вождя ни один наш самолет не мог быть ни принят в серийное производство, ни снят. Поздней осенью 1940 года Вождь был доволен новым штурмовиком Ил-2 и истребителем Як-1. Однако, высотный перехватчик МИГ-3 - самый скоростной в мире истребитель, поспешно запущенный в 3000-ю серию, оказался труден в освоении и давал заметную аварийность в эскадрильях. А его запланированная рабочая зона 7-8 км. Как раз для перехвата дальних американских "Крепостей" Boeing B-17 и Conqueror B-24, поставляемых в Британию. Немцы применяли, как правило, бомбардировщики невысотные, тихоходные, но с мощным оборонительным вооружением.

Сталин предусматривал войну с Гитлером? Тогда объясните

этот абсурд!

И для Ил-2 антибританский сценарий обошелся скверно. Раз "Харрикейны" и "Спитфайры" вооружены исключительно легкими пулеметами - решено убрать оборонительного стрелка, а за спиной пилота ограничиться скромным противопульным бронированием. В 1943 году этого стрелка с тяжелым пулеметом вос-

ОДНОМОТОРНЫЕ ИСТРЕБИТЕЛИ 1050 - 840 л.с.: РЕЙТИНГ НА ОСЕНЬ 1938 - ОСЕНЬ 1940 гг.

Марка;	масса кг/; мощн. л.с.	скорость км/ч макс./типе	на выс. 5 км	вираж за мин. с.	вооружение штук x мм	дальность км
Мессершмитт : 109 E	2665/1030	560/800	5/5,5	22	1- 2x20+2x7,96	650
Супермарин : Спитфайр I	3100/1030	560/730	5/6,5	18	8x7,62	630/920
Mitsubishi : Zero 6M2	2410/952	540/730	5/3,5	15	2x20+2x7,7	1870/3100
Девуатин 520:	2800/935	534/800	5/5,8	18	2x20+4x7,5	1250
Кертисс P-40:	3300/1050	545/700	5/7	22	2x12,7+4x7,62	1500
М. Кастроли : MC-200	2340/870	510/800	5/6	19	2x12,7+2x7,7	570/870
Хоукер : Харрикейн I	3000/1030	512/700	5/7,2	21	8(или 10)x7,62	740-1000
Моран M.S. : 406	2370/860	486/700	5/6,5	20	1x20+2x7,5	800
Поликарпов : И-16	2100/900	470/650 <470/600>	5/5,5 <5/6>	17 <18>	4x7,62 <2x20+2x7,62>	625-700 <550>
Поликарпов : И-153 (биплан)	2100/900	440/600	5/5,6	15	4x7,62 или 1x20/2x7,62	690
Gloster Gladiator MkII (биплан)	2150/840	414/550	5/7,5	18	4x7,62	708

Почтительно сопоставление этих истребителей с революционным рекордным 3-тонным (крыло 15 м²) "Macchi-Castoldi MC-72" 2x1600 л.с. (тандем 2800 л.с.), поплавковым гидропланом, достигшим 709 км/ч <100 м над уровнем моря менее минуты <1934 г.>.

становили, но его кабина была фактически и вовсе без бронирования. А немецкие истребители били по Ил-2 уже не одной-двумя 20-мм пушками, а тремя-четырьмя, в том числе 30-миллиметровыми. Ил-2 был и остался всю войну своего рода "советским камикадзе"...

Лучшими истребителями к 1941 г. были Мессершмитт 109F, MC-202, Спитфайер-V, Zero 6M3 и МиГ-3.

Упомяну и Красный Флот. Заложенные в 1938 году советские линкоры планировались к спуску в 1943 году. Долго ждать. И поздней осенью 1939 года Фюрер, еще глубже прельстив Вождя, предложил купить за 200 млн. рейхсмарок новейший "Tirpitz" с 380-мм пушками. Позднее передумал, но именно такие лучшие корабельные орудия Берлин предоставил для строящихся линейных крейсеров "Кронштадт" и "Севастополь". В апреле 1941 года Москва утвердила для этих 41 000-тонных уникалов германское вооружение 9x380 мм...

Но апрель 41-го знаменателен не только этим. Гитлер решил перейти от прельщений к



Мессершмитт Bf 109E



Spitfire I



Mitsubishi Zero 6M2



Dewoitine D.520



Одноместный Ил-2



Ил-2 с задним стрелком



Curtiss H-40



Macchi-mc-200



Хоукер Харрикейн



Morane-Saulnier-M.S. 406



Поликарпов И-16



Поликарпов И-153, "Чайка"



Gloster Gladiator MKII

устрашению.

В ночь с 5 на 6 апреля 1941 года был подписан с ведома Фюрера "Договор о ненападении" (фактически - о дружественном сотрудничестве) между Москвой и Белградом. Не успели просохнуть эти чернила, как на Белград обрушились бомбы тысячи немецких бомбардировщиков. Бомбежка Белграда длилась пока не было убито по крайней мере 17 000 его жителей. Югославы капитулировали 17 апреля. Фюреру был нехоти такой "непотопляемый авианосец" недалеко от Мюнхена.

Посол Германии в Москве Шуленбург был 6 апреля очень озадачен, что ни Молотов, ни Сталин вида не подали по этому неумолимому поводу. У дипломатов в памяти вступление России в I Мировую в защиту Сербии. А тут?.. Хотя Черчилль считал необходимым атаковать немцев, спасая и Югославию, и Россию. Для Англии это было шансом уменьшить натиск фашистов на про-Британские Балканы. Но авиация РККА тогда только перевооружалась.

Через считанные дни Сталин подписал Пак о Ненападении с Японией, а вскоре разрешил немецким экспертам свободно ознакомиться с серийным производством совершенно секретных МИГ-3. И не только! Против такой халавы (если не вообще против "дружбы", позвольте судить) резко выступила высшая авиационная элита РККА. Их безотлагательно репрессировали, обезглавив ВВС РККА. Это было невыносимое прельщение для Фюрера. Он и напал. И за двое суток армады наших ВВС потеряли - не только в воздушных боях - около 4000 самолетов [архивные данные Дмитрия Хазанова]. Немцы - не менее 200 (только за первый день).

А пока наша авиация

не успела настолько оскудеть, Вождь через 5 часов после нападения, получив официальное уведомление из германского посольства, произнес нечто хрестоматийное: "Всё-таки Гитлер наверняка об этом ничего не знает"...



Macchi-Castoldi MC-72 в музее

Фрагменты информационно-исторического банка данных

1959 W.S. Churchill: The II World War. Cassell. <Одномтомник: 1031 стр>.

1964 J.E. Johnson, THE STORY OF AIR FIGHTING, Cassell.

1968-1975 Устные воспоминания (частные сообщения) об эпизодах истории авиации:

Владимира Успенского - инженера "туполевской шараги"; Сергея Михайловича Егера (соратника А.Н. Туполева с апреля 1939 года); Роберта Ди Бартини; выдающихся лётчиков: Михаила Михайловича Громова, Нюхтикова, Коккинаки, Шиянова, других.

1989 Ulf Balke: DER LUFT-KRIEG IN EUROPA, Band 1, 2, Koblenz.

1994 СОВЕТСКОЕ САМОЛЕТОСТРОЕНИЕ, II, ред. Бушгенс. ЦАГИ, Москва-Жуковский.

1995 AIRCRAFT of WWII, Collins.

2003 J. Bradley: FLYBOYS, Boston - NY - London.

2013 R. Overy: THE BOMBING WAR, Penguin.

2013 Валентин А. Белокопы: 100 000 НОВЫХ ТУПОЛЕВЫХ, "Двигатель", №№ 1, 2.

2013 А. Осокин: ВЕЛИКАЯ ТАЙНА ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ. Книга 3. Эксмо.

<Нарциссизм мнимого авторства ключевых идей>

2015 N. Ferguson: BATTLE OF BRITAIN, Summersdale.

2016 А. Шубин: МИР НА ПУТИ К ВОЙНЕ, Алгоритм. Москва.

КРУПНЕЙШИЕ ЛИНКОРЫ И КРЕЙСЕРА НАЧАЛА 2-Й МИРОВОЙ



72 810 т, 263 м
150 000 л.с.
9х460 мм



44 500 т, 207,5 м
130 000 л.с.
9х356 мм



43 768 т, 227,2 м
110 000 л.с.
10х356 мм



46 480 т, 267,5 м
144 000 л.с.
8х381 мм



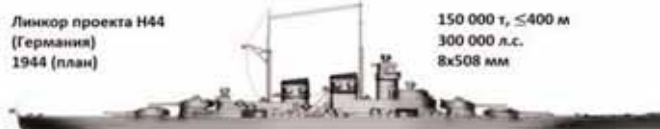
53 500 т, 253,6 м
163 000 л.с.
8х380 мм



46 701 т, 237,8 м
140 000 л.с.
9х381 мм



41 540 т, 240 м
210 000 л.с.
6х380 мм



150 000 т, ≤400 м
300 000 л.с.
8х508 мм

ТУРБУЛЕНТНОСТЬ

ЗАКОН ПСИ ОТ КСИ

Юрий Михайлович Кочетков, д.т.н.

Введена универсальная функция, описывающая процессы насыщения – нормальная функция насыщения, которая может быть использована в различных областях, в том числе для описания неравновесных процессов в ракетных двигателях.

С помощью этой функции доказана H-теорема Больцмана и определено понятие энтропии как дисперсии функции распределения.

An universal function describing the saturation processes was found. It is called a normal saturation function and can be used in various fields, including for describing nonequilibrium processes in rocket engines.

With the help of this function, the Boltzmann H-theorem is proved and entropy concept is defined as a dispersion of the distribution function.

Ключевые слова: турбулентность, насыщение, константа Больцмана, энтропия.

Keywords: turbulence, saturation, Boltzmann constant, entropy.

При разработке современных методов расчета с целью прогноза термодинамических, газодинамических, тепловых и других процессов, происходящих в камерах сгорания, соплах, газогенераторах, турбинах и прочих узлах ракетных двигателей ЖРД, РДТТ, ЯРД и других, используются уравнения сохранения. Это – уравнение неразрывности, три уравнения импульсов и энергии. Эти уравнения поставляют для разработчиков и конструкторов поля пяти инвариантов механики сплошных сред: плотности (ρ), трех импульсов по направлениям координат (ρv) и энергии ($\rho v^2/2$). Как правило, эти уравнения получаются феноменологическим путем, путем использования начальных предположений в виде аксиом и закономерностей классической механики. При выводе этих уравнений используется введенное Леонардом Эйлером понятие континуум. То есть при рассмотрении процессов среда предполагается сплошной и текучей.

Насколько оправдан этот подход можно понять, если рассматривать среду не как идеальную, а как реальную, представляющую из себя субстанцию, состоящую из движущихся хаотично мелких дискретных частиц (молекул, атомов...) неважно какого размера, но отличающихся индивидуальными скоростями. Действительно, размер частиц в данной ситуации не так существен по сравнению с расстоянием между частицами и длиной свободного пробега.

Такой молекулярно-физический подход был раскрыт великим австрийским ученым Людвигом Больцманом. Им было получено фундаментальное уравнение молекулярно-кинетической теории, описывающее эволюцию функции распределения частиц в фазовом пространстве в зависимости от времени [1]:

$$\frac{df}{d\tau} = \int (\tilde{f}_n \cdot \tilde{f}_d - f_n \cdot f_d) d\sigma,$$

где левая часть является субстанциональной производной, а правая – интегралом столкновений. Причем для двух рассматриваемых сортов частиц с функциями распределения f и $\tilde{f}$ записываются изменения скоростей после каждого акта соударения. Одни обозначены индексами "д" – до соударения, другие "н" – после;

$d\sigma$ – дифференциал фазового пространства, который записан в сокращенном виде с целью упрощения анализа.

С помощью своего уравнения Больцман доказал преемственность двух подходов к изучению физических процессов статистического молекулярного и феноменологического. А также он определил и доказал следующие фундаментальные понятия физической науки.

1. Ввел понятие статистической энтропии и доказал ее пропорциональность с энтропией термодинамической. Получил численное значение коэффициента пропорциональности (знаменитая константа Больцмана) $k_B = 1,380662 \cdot 10^{-23}$ Дж/К, которая является мостиком между молекулярной физикой и термодинамикой.

2. Доказал H-теорему о необратимости процессов и на ее базе с позиций вероятности событий сформулировал второе начало термодинамики.

3. Доказал, что равенство нулю подынтегрального соотношения, соответствует равновесному состоянию системы. Из этого утверждения последовали равновесные функции распределения для скоростей (Максвелла) и энергий (Больцмана).

4. Предопределил переход от статистических переменных к непрерывным. Модификация уравнения в форме Энского позволила перевести его в фундаментальные уравнения газовой динамики: диффузии, импульсов (в форме Навье-Стокса) и энергии. При этом знаменитые фундаментальные уравнения сохранения предстали как следствия уравнения Больцмана.

5. Своим уравнением Людвиг Больцман показал направление и дал эффективный инструмент для изучения переносных свойств вещества: диффузии, вязкости, теплопроводности и электропроводности, а также связанных с этим неравновесных процессов и релаксаций.

Нормальная функция насыщения

Уравнение Больцмана – сложное интегро-дифференциальное уравнение в частных производных. Кроме того, интеграл столкновений, который задает вероятность рассеяния частиц, зависит от конкретной системы, от типа взаимодействия между частицами и других факторов. Нахождение общих характеристик неравновесных процессов – непростое дело. Поэтому объяснимым является факт упрощения уравнения в целях получения либо конечных решений, либо решений с помощью ЭВМ. Одним из таких упрощений, например, может служить приближение времени релаксации [2]. В этом приближении часто используется модель столкновений Батнагара – Гросса – Крупа (BGK-модель). Время релаксации, входящее в уравнение Больцмана, зависит от скорости частиц, а, следовательно, энергии. Время релаксации всегда можно рассчитать для конкретной системы с конкретными процессами рассеяния частиц.

Помимо этого наиболее простого релаксационного приближения существует много других попыток описать модели столкновений с последующей разработкой на их базе методов расчета уравнения Больцмана. Прежде чем рассмотреть существо еще одной оригинальной модели, рассмотрим свойство очень интересной функции, которая впервые была получена молодым русским ученым, специалистом по гетерогенным процессам окисления углеродных материалов и выгоранию сложных двухсоставных зарядов твердого топлива в составе РДТТ, кандидатом технических наук Николаем Юрьевичем Кочетковым. Эта функция была им получена при решении уравнения В.И. Бояринцева, описывающего процесс разрушения твердых графитовых стенок сопел РДТТ под воздействием

продуктов сгорания смесевых твердых топлив [3]. Как известно, уравнение Бояринцева определяет связь окислительного коэффициента B в зависимости от температуры стенки T_w [4]:

$$\Omega B^2 + \left(\Omega \frac{M_c}{M_{cm}} + 1 \right) B - B_m = 0.$$

В этом уравнении M_c и M_{cm} - молекулярные массы углерода и смеси продуктов сгорания;

B_m - окислительный потенциал (аналог стехиометрического коэффициента);

Ω - быстроменяющаяся функция, являющаяся модификацией закона Аррениуса.

Основная трудность при решении этого уравнения - это расчет

$$\Omega \sim T_w \cdot e^{\frac{E}{RT_w}}.$$

С целью упрощения Н.Ю. Кочетковым была предложена [3] обратная функция $1/\Omega$, отнормированная по температуре. Без учета постоянных коэффициентов эта новая функция была записана в виде:

$$\psi(x) = \frac{1}{x} e^{(1-\frac{1}{x})},$$

где $X = \frac{T_w}{\left(\frac{E}{R}\right)}$ - безразмерная температура.

Здесь E - энергия активации; R - универсальная газовая постоянная.

Введенная таким образом функция приобрела вид кривой насыщения и имеет значения, равные нулю в нуле и единице в единице. Кроме того, ее первые производные в этих точках равны нулю, а в точке $x = 1 - \sqrt{2}/2$ она имеет перегиб. Графически вид этой функции был представлен в предыдущей работе [5]. Эта функция имеет от начала до $x = 0,2$ очень медленный рост. В интервале от $x = 0,2$ до $x = 0,42$ она практически линейна и при $x > 0,42$ она асимптотически приближается к ординате $\psi = 1$ и при $x = 1$ пересекает ее под нулевым углом. Такой вид характерен для кривых, описывающих процесс насыщения. В работе [3] эта функция была названа нормальной кривой насыщения и затабулирована.

Как-то раз один всемирно известный академик не без сарказма сказал, что "наука - это всего лишь "пси от кси", делайте лучше что-нибудь конкретное". В нашем случае эта функция оказалась равной "пси от кс". Для придания её виду "научности", но несколько попирая права автора афоризма, переобозначим эту функцию. Пусть и она будет "пси от кси" (простая перестановка букв):

$$\psi = \frac{1}{\xi} e^{(1-\frac{1}{\xi})}$$

и, как мы посмотрим далее, это окажется удобным при дальнейших выкладках. Думается, что автор на нас не обидится.

Итак, имеем функцию насыщения, в которой под знаком ξ может быть любая безразмерная величина, которая отнесена к своему максимальному значению. Рассмотрим несколько характерных процессов, которые могут описываться с помощью этой функции, и покажем ее универсальность.

Процессы насыщения

Зависимость уноса от температуры стенки

Первым процессом, который может быть описан с помощью функции $\psi(\xi)$, следует считать процесс, который изучал автор этой функции. Это процесс окисления графитовой стенки и последующий линейный унос ее материала в поток. Величина линейного уноса материала напрямую связана с окислительным коэффициентом B :

$$\delta_{ун} = \frac{B \cdot (\alpha/C_p) \cdot \tau}{\rho_w},$$

где α/C_p - коэффициент теплообмена;

τ - время воздействия окислителя на стенку (время работы РДТТ);

ρ_w - плотность углеродного материала (графит, УКМ и др.) стенки.

Из уравнения Бояринцева можно получить связь B с окислительным потенциалом B_m . Эта связь будет содержать нормальную функцию насыщения $\psi(\xi)$:

$$B \sim B_m \cdot \psi(\xi),$$

равно как и связь температуры с величиной линейного уноса.

Неравновесное уравнение импульсов

В работе [6] было получено уравнение импульсов, содержащее релаксационный член, описывающий неравновесное состояние термодинамической системы. Этот член в точности соответствует закону действующих масс и может быть представлен в виде константы равновесия K через функцию $\psi(\xi)$ [5]:

$$K = P \cdot \psi(\xi).$$

Здесь P - давление.

При этом в [5] было показано, что при значении $\xi = 0$ реализуется замороженное течение, а при $\xi = 1$ - равновесное. Промежуточные значения характеризуют процесс релаксации, а сама кривая насыщения может считаться релаксационной. Эти значения $0 < \xi < 1$ для безразмерной координаты могут быть найдены для конкретного газа с помощью формулы:

$$\xi = \frac{T}{\left(\frac{E}{\kappa + 1} R \right)}.$$

Отметим, что в первых двух случаях эта функция была получена математически точно, путем преобразования двух законов: Аррениуса и действующих масс. Далее рассмотрим несколько примеров качественного совпадения.

Эксперименты и расчёты

Выход двигателя на режим

Выход ракетного двигателя на номинальный режим работы также может быть описан с помощью кривой насыщения. Действительно, постепенный переход от горения воспламенителя к горению топлива представляет собой также процесс насыщения камеры продуктами сгорания воспламенителя. В зависимости от времени

$$\xi = \bar{\tau} = \tau / \tau_{\text{воспл.}}$$

Можно записать по аналогии без доказательства формулу выхода двигателя на режим:

$$P = P_k \cdot \psi(\xi).$$

При этом значение P_k может быть определено заранее. Оно, как правило, соответствует номинальному давлению в камере в соответствии с T_3 , а время воспламенения $\tau_{\text{воспл.}}$ как известно, будет зависеть от калорийности воспламенительного состава.

Ударная волна

Скачок уплотнения - это идеальное приближение ударной волны. В действительности толщина ударной волны $\Delta_{уб}$ конечна. Она равна нескольким длинам свободного пробега. Считая ударную волну, как и положено, непрерывно нарастающей, а форму ее, как и положено, в виде кривой насыщения, изменение давления в ней можно описывать с помощью нормальной кривой насыщения;

$$P = P_1 + (P_2 - P_1) \cdot \psi(\xi),$$

где P_1 и P_2 - давление до и после ударной волны;

$\xi = \Delta / \Delta_{уб}$ - относительная координата толщины ударной волны.

На рис. 1 представлены экспериментальные зависимости давления в ударной волне по ее толщине [7].

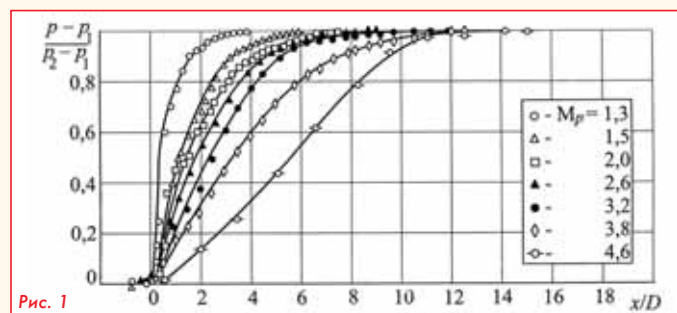
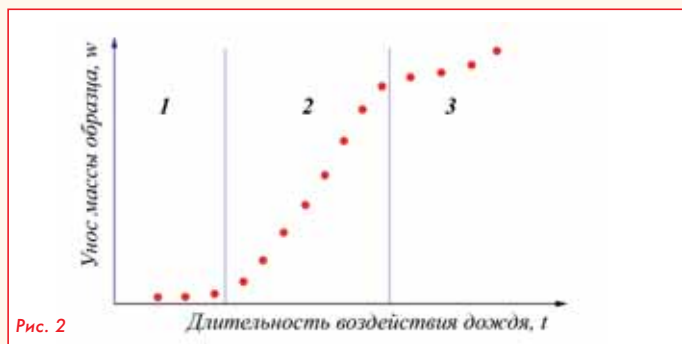


Рис. 1

Матирование стекла

Известен способ матирования стекла пескоструйным аппаратом. Через полупрозрачное стекло еще что-нибудь видно. Матовое стекло рассеивает лучи света и через него не видно четких очертаний. Аналогичная ситуация возникает с лобовым стеклом в самолете. С определенного момента стекло надо менять. Матированным стекло самолета становится при падении капель жидкости или града в процессе полета самолета [8]. Под действием напряжений, создаваемых соударениями стекол с жидкой и твердой средой, могут образовываться впадины на поверхности, трещины или может начаться механический унос массы материала. Эксперименты показали, что зависимость деградации стекла от длительного воздействия дождя или града носит вид кривой насыщения (рис. 2).



Характерные особенности этой зависимости повторяют особенности нормальной кривой насыщения. Это - вялый подъем вначале, длительный линейный участок и пологая заваливающаяся конечная часть. Исследования показали, что начальный участок соответствует скрытому (индукционному) периоду разрушения. В этот период поверхность только подготавливается к разрушению. Зарождаются трещины, шероховатости, вмятины. Этому периоду соответствует нелинейность уноса, связанная с неоднородностью процесса по координате охвата поверхности. Причем когда разрушенная поверхность уже подготовлена и практически однородна, наступает линейный (автомодельный) участок. Этот период времени самый продолжительный и характеризуется постоянством скорости уноса. Это период эрозии с постоянной скоростью. По третьему периоду комментарии в цитируемой работе отсутствуют, а для анализа не достаточно приведенного экспериментального материала. Можно только предположить наступление процесса старения поверхности, характеризующегося вялым нелинейным уносом.

Итак, по-прежнему рекомендуется зависимость $\delta_{\text{ун}} \sim \psi(\xi)$.

Кривые выгорания

И еще три процесса, о которых полезно сказать при рассмотрении явления насыщения.

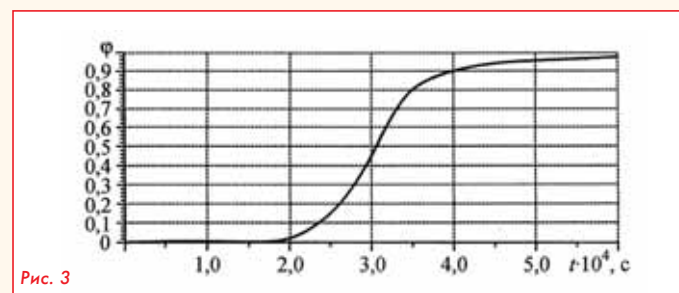
1. Процесс насыщения наблюдается при прокаливании в печи пробы конденсированных частиц с целью выделения чистой κ -фазы продуктов сгорания твердого топлива, полученной при отборе ее из потока. При этом выгорание углерода сопровождается увеличением доли Al_2O_3 [9]. Установлено, что рост относительной массы Al_2O_3 от времени прокаливания идет также в соответствии с ростом нормальной кривой насыщения. Присутствует область индукции, линейный участок и конечной завал.

2. Аналогичная ситуация возникает при процессе графитизации в печи при изготовлении углерод-углеродного композитного материала.

В процессе графитизации в печи удаляются "летучие", содержащиеся в препреге в виде затвердевшей массы продуктов разложения фенольно-формальдегидной смолы. По сути, в печи происходит выжигание смолы. Этот процесс также идет по законам насыщения. По ординате - увеличивающийся процент конструкционного углерода, по абсциссе - относительное время выгорания "летучих".

3. Для оценки запасов ВЧ-устойчивости в ЖРД иногда пользуются кривыми выгорания. Кривая выгорания представляет собой

зависимость доли выгоревших компонентов топлива φ от времени их пребывания в камере сгорания. При анализе АФЧХ этих двигателей кривую выгорания, к сожалению, упрощают и делают ступенчатой. Это дает возможность получить классическое решение с так называемым запаздывающим аргументом и в дальнейшем как-то оценить колебательный процесс. Но! На самом деле, при подробном рассмотрении, кривая выгорания представляет собой нормальную кривую насыщения (рис. 3) [10].



Она имеет все три характерные области: две области нелинейности (в начале и в конце) и линейную область с постоянной производной. Упомянем также, что и в медицинской практике часто встречаются процессы, связанные с насыщением. Так, например, классическая кривая насыщения гемоглобина крови кислородом имеет вид нормальной функции насыщения (рис. 4).



Все рассмотренные выше процессы характерны тем, что в них имеется параметр, определяющий в той или иной мере релаксацию. Процесс ограничен максимальным значением этого параметра. При достижении максимального значения этого параметра, процесс завершается. Наступает равновесие. До этого момента происходят изменения, преобразования, движения, потоки. Все рассмотренные выше процессы происходят на микроскопическом уровне. Внутри термодинамической системы возникают движения. Другими словами, внутри этой системы под действием различных градиентов возникают внутренние потоки, которые за время релаксации затухают и система приходит в состояние равновесия. Все эти потоки, очевидно, связаны с потоками энтропии, ее производством. Она, энтропия, объединяет все эти процессы. Рассмотрим это подробно.

Анализ уравнения Больцмана с помощью кривой насыщения

Итак, показано, что кривая "пси от кси" является универсальной и правильно описывает кривую насыщения с физической точки зрения. Эта кривая характеризует релаксационный процесс как общий для всех процессов и связан с молекулярным движением, в том числе с потоками энтропии. Воспользуемся этим фактом и несколько преобразуем уравнение Больцмана.

Предполагаем, что функции распределения находятся вблизи положения равновесия. Представим f и $\tilde{f}$ как:

$$f_a = \tilde{f}_a = f_0,$$

где f_0 - функция распределения Максвелла, соответствующая равновесному состоянию, а

$$f_{\Pi} = f_0 \psi(\tau_{p1});$$

$$\tilde{f}_{\Pi} = f_0 \psi(\tau_{p2}).$$

Причем τ_{p1} и τ_{p2} - времена релаксации, характерные для f и $\tilde{f}$, соответственно. Тогда подынтегральное выражение в правой части упростится. На основании этого введения по аналогии с [11] запишем уравнение для H-функции Больцмана:

$$\frac{dH}{d\tau} = \int (\tilde{f}_d \cdot \tilde{f}_n - f_d \cdot f_n) \ln \frac{f_d \cdot f_n}{\tilde{f}_d \cdot \tilde{f}_n} d\sigma.$$

Выделим подынтегральную функцию.

В новых обозначениях она будет выглядеть так:

$$[f_0 \cdot f_0 \Psi(\tau_{p2}) - f_0 \cdot f_0 \Psi(\tau_{p1})] \ln \frac{f_0 \cdot f_0 \Psi(\tau_{p1})}{f_0 \cdot f_0 \Psi(\tau_{p2})}.$$

Или

$$[f_0^2 \cdot \Psi(\tau_{p2}) \left(1 - \frac{\Psi(\tau_{p1})}{\Psi(\tau_{p2})}\right) \ln \frac{\Psi(\tau_{p1})}{\Psi(\tau_{p2})}].$$

Обозначая через

$$x = \frac{\Psi(\tau_{p1})}{\Psi(\tau_{p2})},$$

и внося квадратные скобки под логарифм, получаем:

$$[f_0^2 \cdot \Psi(\tau_{p2}) \ln(x \cdot x^{-x})].$$

Поскольку значения функции под логарифмом для действительного аргумента всегда положительны и меньше единицы (рис. 5), то сам логарифм всегда будет отрицательным.

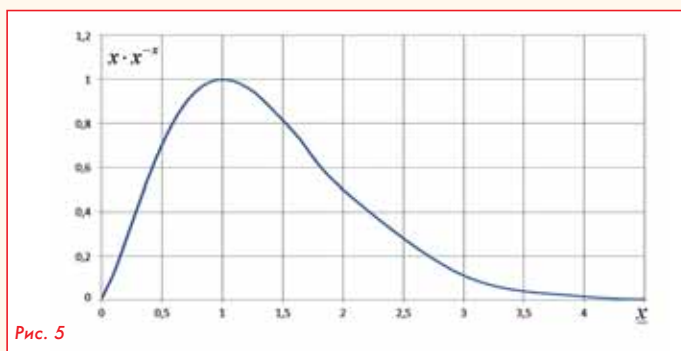


Рис. 5

И поскольку $f_0^2 \cdot \Psi(\tau_{p2})$ всегда больше нуля, то:

$$\frac{dH}{d\tau} < 0.$$

Таким образом, доказываем H-теорему Больцмана, а значит и второе начало термодинамики.

Теперь об энтропии. Поскольку термодинамическая энтропия по определению отождествляется с H-функцией Больцмана, запишем:

$$S = -k_B H = -k_B \ln f.$$

Применив функцию насыщения, получим:

$$S = -k_B \ln f_0 \Psi(\xi).$$

Тогда в случае термодинамического равновесия при

$$\xi = \frac{\tau}{\tau_p} = 1$$

имеем:

$$S_0 = R = -k_B \ln f_0,$$

где R - газовая постоянная.

Но! Внимание! В случае неравновесного состояния в пределе получается $S = -k_B \ln f_0 \Psi(0) = -k_B \ln f(0) = \infty$.

Что это? В пределе получается, что $f = 0$? Как это может быть и может ли это быть вообще? Оказывается, может. Ведь функция f_0 , будучи умноженная на $\Psi(\xi)$, в нуле не имеет точного значения. Функция $\Psi(\xi)$ может только стремиться к нулю, не принимая тождественного значения нуля. Таково свойство функции $\Psi(\xi)$. А значит, есть какая-то бесконечно мало отличающаяся от нуля ордината. Так называется ε -окрестность. Ну и что? А вот что. Свойство функции распределения

$$\int f d\sigma = 1$$

утверждает, что чем больше сама функция, тем меньше аргумент. И наоборот, чем меньше функция, тем больше аргумент. В нашем

случае, поскольку f_0 - это распределение Максвелла, то аргументом является скорость движения частиц. Тогда если $f \rightarrow 0$ (не равна строго, а стремится), то скорость $\rightarrow \infty$. Это означает, что функция распределения расплывается по абсциссе как вода на асфальте (какая-то асфальтовая функция). Сразу введем понятие α -функция. В отличие от δ -функции Дирака, где ордината от мотожидания стремится к бесконечности, у этой новой α -функции дисперсия стремится к бесконечности $D \rightarrow \infty$. Поскольку дисперсия функции распределения является параметром, характеризующим рассеяние, становится понятным смысл собственно рассеивания энергии и как следствие увеличения энтропии. Другими словами! Причиной увеличения энтропии является увеличение дисперсии функции распределения, и наоборот, уменьшение дисперсии приводит к локализации самой функции распределения вблизи мотожидания, то есть равновесия. В следующей работе будет разобрано, к какой предельной дисперсии стремится величина D. Видимо (только видимо) она стремится к дисперсии функции Максвелла $D \rightarrow D_0$. Итак! Функция $\Psi(\xi)$ является настолько универсальной, что с её помощью можно выявлять весьма фундаментальные процессы природы.

Может быть это закон? А что, закон "пси от кси"? Закон, описывающий естественный процесс насыщения?

Прав был тот самый всемирно известный академик. Вы не забыли? Мы о нем вспоминали в самом начале: наука - это "пси от кси".

Литература

1. Л. Больцман. Лекции по теории газов // М. Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1956.
2. Дж. Болд, К. Уотсон, Дж. Уэлч. Физическая теория газовой динамики // М. Мир, 1968.
3. Н.Ю. Кочетков. Разработка и верификация метода и программы расчёта ВБХ РДТТ с двухсоставными зарядами для перспективных ЛА // Космонавтика и ракетостроение № 1 (50), 2010.
4. В.И. Бояринцев, Ю.В. Звягин. Исследования разрушения углеграфитовых материалов при высоких температурах // Теплофизика высоких температур №5, 1975.
5. Ю.М. Кочетков. Турбулентность. Новая интерпретация второго закона термодинамики и теорема векторного анализа о соотношении движений // Двигатель №6, 2016.
6. Ю.М. Кочетков. Турбулентность. Вывод уравнения импульсов из начал термодинамики // Двигатель №3, 2016.
7. О.В. Гуськов, В.И. Копченков, И.И. Липатов. Процессы торможения сверхзвуковых течений в каналах // М. Физматлит, 2008.
8. Дж. С. Спринджер. Эрозия при воздействии капель жидкости // М. Машиностроение, 1981.
9. Ю.М. Кочетков. Дисперсность частиц конденсированной фазы в продуктах сгорания РДТТ // Двигатель №1, 2001.
10. Е.В. Лебединский, Г.П. Калмыков, Д.А. Сидлеров и др. Рабочие процессы в жидком ракетном двигателе и их моделирование. // М. Машиностроение, 2008.
11. Э.Е. Сон. Лекции по физической механике // М. Физматлит, 2010.

Связь с автором: swgeorgy@gmail.com



Кадр из специальной съемки и последующей обработки изображения струи газа из ракетного двигателя QM-2

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 - 2017)

ЗАПУСК ПЕРВОГО "СПУТНИКА"

Из прочтения текста предыдущей статьи может сложиться впечатление, что запуск искусственного спутника Земли (ИСЗ) хотя и не был совершён только с целью доказательства наличия у СССР межконтинентальной баллистической ракеты, но и подготовлен как бы между делом и состоялся благодаря паузе в проведении лётных испытаний ракет Р-7. На самом же деле запуск ИСЗ, ставшему эпохальным событием в истории человечества, предшествовал длинный ряд событий, благодаря некоторым из них и вопреки другим, спутник был разработан и по времени его запуска опередил готовящееся выведение в космос американского спутника.

В широких народных массах существует уверенность, что главным и практически единственным человеком, кому принадлежит заслуга запуска первого искусственного спутника Земли, является С.П. Королёв. Его вклад действительно велик. Это эпохальное событие осуществлено во многом благодаря его энергии, инициативе, организаторским способностям и, скажем прямо, честолюбию, стремлению быть первым в избранном им деле. На пути к осуществлению своих честолюбивых замыслов Королёву пришлось преодолевать противодействие бюрократически настроенных чиновников и некоторых военных, равнодушие ряда политиков и даже части учёных, не представляющих научного значения открывающихся возможностей исследований в космосе. Но справедливо ли забывать имена других участников этой эпопеи, длившейся более 10 лет? Не претендуя на полный охват событий, изложим историю создания первого ИСЗ в отдельных фрагментах.

О полётах в космическое пространство, к другим планетам, в иные миры человечество мечтало с незапамятных времён. О таких полётах создано множество мифов и сказаний, написаны сотни научно-фантастических произведений. Черту под фантастической составляющей этих работ подвёл К.Э. Циолковский, опубликовав в 1903 г. в журнале "Научное обозрение" статью "Исследования мировых пространств реактивными приборами", в которой он научно обосновал возможность преодоления земного притяжения и дальнейшего движения в космическом пространстве с помощью ракеты, работающей на жидком химическом топливе.

Идея возможности реального полёта в космосе увлекла одесского школьника Валентина Глушко и он в личной переписке с К.Э. Циолковским в одном из писем, в марте 1924 г., в возрасте 15 лет, заверил учёного, что "межпланетные сообщения являются моим идеалом и целью моей жизни, которую я хочу посвятить для этого великого дела"... Этому обещанию Глушко оставался верным до последних дней своей жизни. Исполнение своей мечты Глушко начал с разработки в качестве дипломного проекта в Ленинградском

университете космического аппарата с электротермическим реактивным двигателем. 15 мая 1929 г. Глушко был принят на работу в Ленинградскую газодинамическую лабораторию (ГДЛ) и занялся научно-исследовательскими работами в области создания ракет и жидкостных реактивных двигателей. Первый в нашей стране ЖРД ОРМ-1 был им разработан и испытан в 1931 г.

Теоретические разработки К.Э. Циолковского послужили основанием для другого энтузиаста космических путешествий Ф.А. Цандера приступить к их технической реализации. В истории отечественной космической техники Ф.А.Цандер стал связующим звеном между пропагандируемой им научной теории космических полётов и последующими за ним молодыми, талантливыми инженерами, ищущими применения своим творческим способностям. Так в 1931 г. появилась под руководством Цандера группа изучения реактивного движения (ГИРД). Члены ГИРД, в основном авиационные инженеры, проектировали и сами же стояли летающие модели баллистических и крылатых ракет, под руководством и личным участием С.П. Королёва изготавливались ракетоплан. Королёв впервые проявил практический интерес к реактивной технике в октябре 1931 г., встретившись с Цандером с целью построить реактивный самолёт с ЖРД. В качестве исходного планера он предложил использовать планер-бесхвостку БИЧ-8 конструкции Б.И. Черановского, на который должен был установлен ЖРД, разработанный Цандером. На этом реактивном самолёте Королёв планировал совершить первый в СССР полёт. Однако разработка ракетоплана в ГИРДе шла недостаточно интенсивно, и Королёв со свойственной ему решительностью и деловой хваткой "впрягся" в эти работы и вскоре стал руководить ГИРД вместо Цандера. Параллельно с разработкой ракетоплана в ГИРД велись и другие работы. Созданная по проекту М.К. Тихонравова ракета ГИРД-09 на гибридном топливе 17 августа 1933 г. совершила первый полёт в СССР.



Ракетный двигатель М.К. Тихонравова для ракеты ГИРД-09



Электротермический реактивный двигатель В.П. Глушко

Осенью 1933 г., с целью консолидации творческих сил, ГДЛ и ГИРД были объединены в РНИИ, перед которым была поставлена задача разработки реактивного вооружения. В составе РНИИ Глушко возглавлял конструкторское подразделение по разработке ЖРД на высококипящем топливе, а Королёв в составе различных

подразделений разрабатывал аэроторпеды (крылатые ракеты) и ракетопланер. Вторым, более успешным и результативно работающим направлением в РНИИ было создание авиационных и артиллерийских пороховых ракетных снарядов. Руководил этим направлением главный инженер РНИИ Г.Э. Лангемак. Это был второй виток спирали развития ракетного вооружения.

Пороховые ракеты в качестве оружия появились в средневековой Европе во время крестовых походов на Иерусалим. Ф. Энгельс так комментировал это событие: *"В середине XIII столетия порох от арабов проник в Западную Европу и произвёл переворот во всех отраслях военного дела"*. По другим историческим источникам пороховые ракеты попали в Европу в XIII веке вместе с монгольскими завоевателями. Известный английский философ и естествоиспытатель Роджер Бэкон в 1248 г. опубликовал труд, в котором указал на боевое применение пороховых ракет.

В России пороховые ракеты появились на вооружении в середине XVII века, в 1680 г. в Москве открылось "Ракетное заведение" - завод по производству пороха и ракет.

Бурное развитие ракетного вооружения в Европе началось с первых лет XIX века и связано с деятельностью английского генерала и конструктора ракет Уильяма Конгрева. В развитие российского порохового ракетостроения весомый вклад внесли генералы А.Д. Засядко и К.И. Константинов. В тот период времени ракетное вооружение успешно конкурировало с гладкоствольными ружьями и пушками. Однако появившееся нарезное огнестрельное оружие, включая пушки большого калибра, оказалось более эффективным и постепенно вытеснило пороховые ракеты с вооружения. В российской армии последние ракетные подразделения были расформированы в 1890-х годах.

Однако с появлением новых типов пороха интерес к пороховой реактивной вооружению проявился вновь. В 1915 г. русский инженер-химик Н.И. Тихомиров получил охранительное свидетельство на изобретение самодвижущейся мины. Реализация этого и последующих аналогичных его изобретений началась в марте 1921 г. в Москве, а с 1925 г. продолжилась в Ленинграде, где руководимое Тихомировым предприятие получило наименование Газодинамическая лаборатория (ГДЛ). Тематикой ГДЛ была разработка авиационных и артиллерийских пороховых ракетных снарядов. Так что в 30-е годы в СССР, как, впрочем, и в других странах, ракетной техникой для космических полётов практически не занимались. Но в научно-теоретическом плане вопросы изучения строения стратосферы и космического пространства продолжали интересовать учёных. На состоявшейся в 1934 г. Всесоюзной конференции по изучению стратосферы академики С.И. Вавилов и А.Ф. Иоффе в своих докладах указали, что космические эксперименты являются самыми эффективными средствами для развития фундаментальных и прикладных наук. На этой же конференции выступили С.П. Королёв с докладом *"Полёт реактивных аппаратов в стратосфере"* и М.К. Тихонравов с докладом *"Применение ракетных летательных аппаратов для исследования стратосферы"*. В том же 1934 г. в издательстве "Военгиз" вышла книга Королёва *"Ракетный полёт в стратосфере"*, а в 1936 г. в сборнике *"Ракетная техника"* Тихонравов опубликовал статью *"Применение ракет для исследования стратосферы"*.

С первой половины 1938 г. по август 1944 г. Глушко и Королёв находились в заключении, где с ноября 1942 г. совместно разрабатывали ракетный ускоритель РУ-1 с ЖРД РД-1 (РД-1ХЗ) для установки на винтомоторные самолёты Пе-2, Як-3, Ла-5, Су-6. Эти работы продолжались до середины 1945 г., когда Глушко в июле, а Королёв в сентябре были командированы в Германию для изучения трофейной авиационной и ракетной техники. Так что с октября 1931 г. по сентябрь 1945 г. Королёв в области реактивной техники занимался созданием крылатых ракет и реактивных самолётов. Об этом он сам пишет в письмах с просьбой пересмотреть его обвинительное заключение.

В письме Генеральному Прокурору СССР от 23 июля 1940 г.: *"Я авиаинженер и лётчик. Я мечтал создать впервые для СССР мощные ракетные самолёты и с 1931 г. заинтересовался ракетной*

проблемой и был организатором этого дела в Москве. Тогда же впервые в СССР я стал работать над крылатыми ракетами и самолётом для полёта человека".

В другом аналогичном письме в адрес И.В. Сталина, в том же 1940 г., Королёв подчёркивает свои успехи в работе по реактивным самолётам и добавляет: *"Над высотной ракетой (так в те времена именовали баллистическую ракету - В.Р.) я вообще не работал..."*.

В Германии Королёв после ознакомления с конструкцией ракеты дальнего действия А-4 (Фау-2) пересмотрел своё негативное отношение к баллистическим ракетам. Кроме технических характеристик этой ракеты на него оказало воздействие положительное отношение руководителей промышленности и командного состава Советской Армии к новому виду вооружения и открывающиеся в связи с этим перспективы создания аналогичного вооружения в СССР. И он сделал вывод, что судьба предоставляет ему счастливую возможность возглавить новое научно-техническое направление. В этой обстановке Королёв изменил своей многолетней любви к "крыльям" и поставил перед собой задачу попасть в число технических руководителей по созданию в СССР ракет дальнего действия.

Благодаря проявленной энергии, инициативе, таланту организатора и опыту работ в ракетной технике, Королёв в августе 1946 г. был назначен в отраслевом НИИ-88 главным конструктором изделия №1 (ракета Р-1 - советская копия ракеты А-4 - В.Р.). Вместе с должностью главного конструктора он получил непочатый край научно-технической, а ещё больше организационной работы, причём последнюю нужно было начинать практически с нуля. Но для такой работы в то время лучше кандидатуры Королёва не было. И он возглавил воспроизводство баллистической ракеты Р-1 и практически одновременно разработку форсированного варианта - ракеты Р-2. Выполнение этих работ не оставляло ему времени на отвлечение на космическую технику.

Но это научно-техническое направление не осталось без внимания. Пионер отечественного ракетостроения, прошедший школу создания ракетной техники в ГИРД, РНИИ, НИИ-3, НИИ-1 М.К. Тихонравов с первых дней изучения трофейной ракетной техники стал рассматривать боевые баллистические ракеты А-4 как технические объекты двойного назначения. В моём представлении именно с этого времени следует вести отсчёт начала научно-технических, а затем практических работ по созданию отечественного искусственного спутника Земли (ИСЗ).

Для целостности представления истории создания ИСЗ изложим перечень событий и календарных дат выпуска технических документов и принятия организационных решений.

Май 1945 г. - март 1946 г. - разработка группой М.К. Тихонравова проекта ракетного пилотируемого аппарата для полётов на высоту 190...200 км.

Декабрь 1947 г. - в НИИ-4 МО вышел отчёт И.М. Яцунского по составным ракетам.

Февраль 1948 г. - доклады М.К. Тихонравова и И.М. Яцунского на НТС НИИ-4, содержащие идею использования "ракетного пакета".

14 июля 1948 г. - на сессии Академии артиллерийских наук М.К. Тихонравов выступил с докладом *"Пути осуществления больших дальностей стрельбы ракетами"*, в котором обосновал возможность получения любой дальности при применении пакетной схемы ракеты.

Декабрь 1948 г. - в НИИ-4 вышел отчёт Тихонравова по составным ракетам.

Июль 1949 г. - С.П. Королёв знакомится в НИИ-4 с работами Тихонравова и Яцунского о возможности запуска ИСЗ.

Август 1949 г. - по поручению С.П. Королёва с расчётами И.М. Яцунского знакомится В.П. Мишин и высказывает недоверие к возможности запуска ИСЗ путём применения составных ракет.

Осень 1949 г. - С.П. Королёв поручает сотруднику Математического института Д.Е. Охочимскому провести независимую экспертизу расчётов М.К. Тихонравова и И.М. Яцунского.

16 декабря 1949 г. - Основываясь на положительном заключении Д.Е. Охочинского, С.П. Королёв даёт техническое задание на выполнение договорной работы в НИИ-4 Тихонравовым *"Исследование возможностей и целесообразности создания ракет дальнего действия типа "пакет"*.

15 марта 1950 г. - на научно-технической конференции Академии артиллерийских наук М.К. Тихонравов сделал доклад *"Ракетные пакеты и перспективы их развития"*, в котором обосновал возможность запуска ИСЗ на существующих в СССР ракетах.

1951 г. - в НИИ-4 вышло два технических отчёта М.К. Тихонравова по договорной работе с ОКБ-1 по исследованию проблем создания ИСЗ.

16 сентября 1953 г. - в НИИ-4 открыта научно-исследовательская тема *"Проблемы ИСЗ"*, исполнитель - группа М.К. Тихонравова.

16 марта 1954 г. - С.П. Королёв на совещании у академика М.В. Келдыша, основываясь на исследованиях Тихонравова, изложил идею создания ИСЗ.

26 мая 1954 г. - Королёв направил министру Д.Ф. Устинову служебное письмо с приложением докладной записки Тихонравова *"Об искусственном спутнике Земли"*.

5 августа 1955 г. - на конференции в Копенгагене академик Л.И. Седов заявил, что в СССР много внимания уделяется проблемам создания ИСЗ.

8 августа 1955 г. - Президиум ЦК КПСС принял решение *"О создании искусственного спутника Земли"*.

Январь 1956 г. - посещение ОКБ-1 руководителями партии и правительства и доклад Королёва о возможности запуска ИСЗ.

30 января 1956 г. - выпущено правительственное Постановление *"О создании Объекта "Д" ("Д" - условное обозначение ИСЗ)"*.

24 июля 1956 г. - в ОКБ-1 завершена разработка эскизного проекта ИСЗ.

3 сентября 1956 г. - выпущено правительственное Постановление о кооперации предприятий в разработке ИСЗ.

11 сентября 1956 г. - на международной конференции в Барселоне советский представитель заявил о намерении СССР запустить ИСЗ.

30 сентября 1956 г. - эскизный проект ИСЗ одобрен Спецкомитетом при СМ СССР.

Ноябрь 1956 г. - в ОКБ-1 принято решение об изготовлении ИСЗ *"простейшей конструкции"*.

15 февраля 1957 г. - принято решение Президиума ЦК КПСС о запуске в 1957 г. двух упрощённых ИСЗ.

7 сентября 1957 г. - выступление Королёва на Госкомиссии по запускам ракет Р-7 с предложением максимально ускорить работы по подготовке запуска ИСЗ.

17 сентября 1957 г. - Королёв в Колонном зале Дома Союзов в докладе заявил о скором запуске в СССР ИСЗ.

4 октября 1957 г. - успешный запуск первого в мире ИСЗ.

5 октября 1957 г. - сообщение ТАСС о запуске ИСЗ.

Приведённый перечень событий даёт представление о ходе работ по созданию ИСЗ, остаётся прокомментировать отдельные подробности некоторых событий.

Осенью 1945 г. Тихонравов вместе с несколькими работниками НИИ-1 в инициативном порядке разрабатывает на базе ракеты А-4 проект ракетного аппарата для полёта двух человек на высоту 190...200 км. Аппарат получил наименование ВР-190. Однако до изготовления этого аппарата дело не дошло. В 1946 г. эта группа инженеров была переведена из системы МАП в НИИ-4 Академии артиллерийских наук (с 1953 г. - НИИ-4 Министерства обороны), занимающийся вопросами вооружения, в том числе и ракетной техникой. Но и в этом институте проект ВР-190 оказался чужеродным включением и не получил дальнейшего развития.

Постигшая неудача не остановила Тихонравова в поиске использования имеющихся на то время достижений ракетостроения для создания космической техники и он с 1947 г. вместе с И.М. Яцунским стал заниматься вопросами составных ракет. В основе своей работы они используют статью К.Э. Циолковского *"Космические ракетные поезда"*, написанную в 1929 г., в которой автор

излагает идею многоступенчатой ракеты, по терминологии Циолковского *"составной ракеты или ракетного поезда"*.

В феврале 1948 г. на заседании НТС института Тихонравов сделал доклад *"Пути повышения предельной дальности стрельбы баллистическими ракетами дальнего действия на жидком топливе"*, в котором впервые прозвучал термин *"ракетный пакет"*.

Содержание и выводы доклада не вызвали интереса у участников НТС.

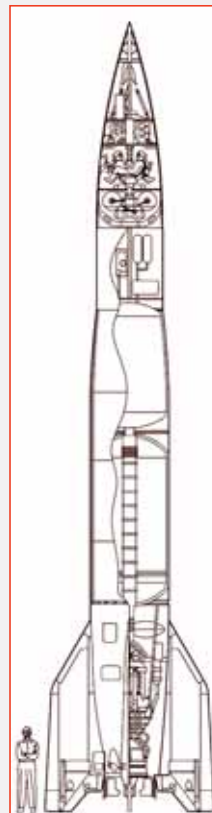
Следующий доклад на аналогичную тему *"Пути осуществления больших дальностей стрельбы ракетами"* Тихонравов сделал 14 июля 1948 г. на сессии Академии артиллерийских наук. Доклад знаменителен тем, что в нём была показана возможность применением пакетной схемы компоновки имеющихся в то время ракет получить не только любую дальность их полёта, но и вывести на космическую орбиту искусственного спутника Земли. Казалось бы, что изложенные в докладе перспективы развития дальноточного ракетного вооружения и открывающиеся возможности реального создания космической техники должны были стать центральной темой обсуждения, но на участников сессии - боевых артиллеристов и инженеров - создателей артиллерийского оружия - доклад впечатления не произвёл. Исключение составил присутствующий на сессии член-корреспондент Академии артиллерийских наук С.П. Королёв. Через полгода, в декабре 1948 г., Тихонравов выпустил научно-технический отчёт, в котором идеи создания составных ракет получили дальнейшее развитие. Представленные в отчёте расчёты показывали, что составные ракеты с использованием ракетного пакета позволяют вывести в космическое пространство человека.

Информация об этих работах не прошла мимо внимания Королёва, и он в июне 1949 г. во время посещения НИИ-4 лично ознакомился с трудами группы Тихонравова. Изложенные в этих работах расчёты и выводы Тихонравова и Яцунского во многом определяли направление дальнейших работ в отечественном ракетостроении. В связи с этим Королёв поручает своему заместителю В.П. Мишину провести их подробное изучение. Мишин скептически отнёсся к выводам Тихонравова о перспективности использования составных ракет и высказал недоверие о возможности запуска ИСЗ. Налицо разногласия двух видных для того времени специалистов,

а вопрос принципиальный - по какому направлению пойдёт развитие отечественного ракетостроения. Королёв принимает решение провести независимую экспертизу расчётов и привлекает для этой работы сотрудника Математического института АН СССР Д.Е. Охочинского, который подтверждает правильность проведённых расчётов и сделанных на их основе выводов.

На основании положительного вывода Охочинского по предложению Королёва НИИ-88 в декабре 1949 г. заключает договор с НИИ-4 на выполнение группой Тихонравова отчёта: *"Исследование возможности и целесообразности создания ракет дальнего действия типа "пакет"*. Как показали последующие события, эта договорная работа оказала существенное влияние на деятельность Тихонравова в области работ по космической технике.

Работы Тихонравова в НИИ-4 по созданию составных ракет дальнего действия не воспринимались многими высокопоставленными военными, а сопутствующие этим работам расчёты по обоснованию запуска ИСЗ вызвали отторжение не только как не соответствующие тематике института, но и как антинаучное фантазирование. На очередной научно-технической конференции в НИИ-4 в марте 1950 г. Тихонравов выступил



Проект ракеты ВР-190

с докладом *"Ракетные пакеты и перспективы их развития"*. На конференции присутствовала комиссия министерства Вооружённых сил, члены которой раскритиковали и содержание, и тему доклада, в результате было принято решение тематику работ Тихонравова в институте закрыть, а его перевести на должность консультанта. У военных в то время не было понимания, как использовать ИСЗ для своих нужд. Но договорную работу с НИИ-88 закрыть не решились, и Тихонравов продолжал работать в НИИ-4. В конце 1950 г. им был выпущен научно-технический отчёт, выводы которого оказали влияние на открытие в декабре 1950 г. научно-исследовательской темы Н-3: *"Разработка многоступенчатой ракеты на межконтинентальную дальность"*.

В 1951 г. Тихонравов продолжал работать в НИИ-4 и выпустил ещё два научно-технических отчёта по созданию ракет пакетной схемы и проблемам ИСЗ.

К этому времени и у Королёва появилась реальная возможность принять участие в изучении стратосферы высотными геофизическими ракетами. Сдача в эксплуатацию ракеты Р-1 позволила начать вертикальные пуски первых геофизических ракет Р-1А, Р-1Б, Р-1Д, Р-1Е, на борту которых размещалась научная аппаратура в специальных контейнерах, а также подопытные собаки в герметичных отсеках с системой катапультирования и парашютами для приземления. Успешное выполнение этой программы вселяло надежды на осуществление мечты человечества в запуске космических кораблей и о полётах человека в космическое пространство.

Отношение к космическим исследованиям в НИИ-4 постепенно менялось, в 1953 г. группа Тихонравова получила возможность легально заниматься изучением проблем запуска в космос ИСЗ и человека, в январе 1954 г. была открыта тема НИР *"Исследования по вопросу создания искусственного спутника Земли"*. Итоговым документом многолетней работы группы Тихонравова стали *"Предложения о возможности и необходимости создания искусственных спутников Земли"*.

Такая постановка вопроса о запуске ИСЗ послужила основанием Королёву перейти от внешней поддержки работ Тихонравова к личному участию в дальнейшем их развитии. Теперь Королёв ищет поддержки этих работ в научных кругах и в первую очередь у академика М.В. Келдыша, под руководством которого в Институте математики им. В.А. Стеклова, параллельно с работами Тихонравова в НИИ-4, велась исследовательская работа *"Баллистические возможности составных ракет"*. 16 марта 1954 г. на совещании у академика Келдыша Королёв, используя наработки Тихонравова, сделал доклад о научно-технических возможностях создания ИСЗ. С целью широкого привлечения учёных и их поддержки создания ИСЗ на совещании был определён круг научных задач, решаемых с помощью ИСЗ.

Доклад был одобрен, Тихонравов получил поручение подготовить докладную записку по вопросу создания ИСЗ в Правительство СССР. Текст докладной записки *"Об искусственном спутнике Земли"* был отредактирован Королёвым, академиками М.В. Келдышем, П.Л. Капицей и одобрен Президиумом АН СССР. Привлекая к ре-

шению проблемы создания ИСЗ авторитетных академиков, Келдыш повышал в правительственных кругах значимость космических исследований.

26 мая 1954 г. Королёв направил в Правительство и министру Д.Ф. Устинову докладную записку *"Об искусственном спутнике Земли"*. Далее у Королёва наступил некоторый перерыв в интенсивной работе по ИСЗ - 20 мая 1954 г. вышло правительственное Постановление о разработке МБР Р-7.

Большинство авторов публикаций об истории создания ракеты Р-7, основываясь, видимо, на её фактически космическом применении, указывают на имеющуюся, по их мнению, особенность разработки. Королёв якобы уже на стадии проекта заложил в конструкцию ракеты возможность её использования для запуска комических аппаратов. Думается, что это не так. Королёв разрабатывал ракету по техническому заданию военных и эти требования по энергетическим и баллистическим характеристикам позволили использовать межконтинентальную ракету и для космических запусков. Полезным в этом отношении оказалось и дополнительное требование увеличить массу боеголовки, что для ракеты в космическом исполнении было эквивалентно увеличению массы космического аппарата. Боевая ракета Р-7, как, впрочем, и большинство других РДД, начиная с Р-1, получили двойное назначение: такая уж особенность у РДД, всё зависит от головной части - боевой заряд или научно-технический высотный зонд или космический аппарат.

Вернёмся, однако, к истории создания ИСЗ. Направленная в Правительство докладная записка получила положительное решение, и 8 августа 1955 г. Президиум ЦК КПСС принял решение: *"Одобрить идею о создании искусственного спутника Земли"* и поручил М.В. Хруничеву и В.М. Рябикову представить проект мероприятий по этому вопросу. Конечно, "одобрить" ещё не значило приступить к разработке, но давало возможность вести работы вопреки имеющимся скептикам и многочисленным противникам осуществления этого проекта среди военных.

Для консолидации научных сил в сфере создания ИСЗ Королёв в конце 1955 г. обращается к зам. министра обороны М.И. Неделину с просьбой о переводе Тихонравова из НИИ-4 МО в НИИ-88: *"Помимо выдающегося научного значения нельзя не учитывать приоритета в вопросе создания первого ИСЗ[...]. Прошу Вашего согласия на перевод в НИИ-88 группы сотрудников во главе с Тихонравовым, проводящей в течение последних 2-х лет комплексные исследования по ИСЗ"*.

Следующий шаг по пути к созданию ИСЗ и фактически определивший его разработку был сделан Королёвым во время посещения ОКБ-1 в январе 1956 г. группой партийно-правительственных лидеров во главе с Н.С. Хрущёвым. Об этом посещении уже рассказано в одной из предыдущих статей нашего цикла. Кроме демонстрации ракет Р-5 и Р-7 Королёву удалось привлечь внимание и в какой-то мере заинтересовать Н.С. Хрущёва идеей создания и запуска ИСЗ. Приведём фрагмент воспоминаний участника этого посещения С.Н. Хрущёва, изложенных им в книге *"Никита Хрущёв: кризисы и ракеты"* (изд. "Новости", 1994 г.): *"Я (так начал свой рассказ Королёв - В.Р.) хотел бы познакомить вас с ещё одним проектом. Он становится осуществимым только с рождением Р-7. Я писал в своё время докладную записку в ЦК. Есть положительное решение[...] Королёв начал издавать, с Циолковского. Напомнил о его мечте вырваться за пределы Земли."*

- И вот теперь её можно осуществить - и пояснил, что если летательный аппарат разогнать до определённой скорости, то он не вернётся на Землю, а превратится в маленькую планету, наподобие Луны, вращающуюся вокруг Земли. Мы провели у себя в конструкторском бюро расчёты: необходимо увеличить скорость Р-7 ещё на пару тысяч километров в час, а это в наших силах... В результате можно вывести на орбиту спутник Земли.

Королёв сделал паузу, слушатели молчали: мало ли что придёт в голову этим учёным? Спутник так спутник. Недавний рассказ о межконтинентальной ракете произвёл несравненно большее впечатление. Да и решаемая с её помощью задача казалась несравненно важнее.



М.К. Тихонравов и С.П. Королёв

Королёв продолжил, что запуск искусственного спутника Земли усиленно разрабатывается в Америке. [...] Королёв убеждал, что мы можем опередить американцев запустить свой аппарат не только раньше их, но и весом во много раз больше. При этом затраты потребуются мизерные, основные расходы уходят на создание носителя, а ракета у нас будет.

Возможность утратить нос американцам понравилась отцу... Но насколько серьёзным переделкам придётся подвергнуть ракету? Не повлияет ли погоня за престижем на решение основной задачи создания столь необходимого для страны оружия? Королёв уверенно ответил, что американцы пошли по неверному пути, они проектируют специальную ракету, тратят миллионы. Мы же только снимем термоядерный заряд и на его место поставим спутник. Вот и всё. [...]

Отец колебался, он боялся подвоха, но здесь всё выглядело солидно. Вот только как бы учёные не увлеклись, не позабыли о главном. Но лишать людей мечты тоже негоже. И он сказал: "Если главная задача не пострадает, действуйте".

Далее работа над спутником пошла по "зелёной улице". На дальнейшее развитие работ по созданию ИСЗ оказали влияние внешние события: мировая общественность приняла решение о проведении с 01.07.57 г. по 31.12.58 г. Международного геофизического года. Подготовительный комитет принял Обращение к правительствам высокоразвитых стран приложить усилия для запусков ИСЗ в этот период. Одним из главных участников считались США, которые широко рекламировали свою программу запуска в сентябре 1957 г. американского спутника "Авангард".

Эта информация послужила дополнительным аргументом для принятия правительственного Постановления о проведении работ по созданию советского спутника. 30 января 1956 г. вышло Постановление о создании и запуске в 1957 - 1958 гг. ИСЗ суммарной массой 1000...1400 кг с научной аппаратурой массой 200...300 кг (объект "Д"). Были определены и основные участники этой работы: научное сопровождение - АН СССР, создание спутника - ОКБ-1, проведение пуска - МО СССР. К работам привлекались предприятия и организации и других министерств. В феврале 1956 г. ОКБ-1 направило смежным предприятиям технические задания по проведению работ по спутнику. Разработка эскизного проекта в ОКБ-1 была поручена С.С. Крюкову, консультантом назначен М.К. Тихонравов. 24 июля 1956 г. эскизный проект был утверждён Королёвым, через 2 месяца, 30 сентября, одобрен Спецкомитетом при СМ СССР.

Но не всё шло в соответствии с намеченными планами. Оказалось, что кроме небольшой группы энтузиастов, в создании ИСЗ мало кто заинтересован. Для политических деятелей этот научно-технический объект был не интересен, руководители промышленных министерств не видели в его запуске практического значения, внимание военных было сосредоточено на создании МБР, а работы по спутнику отвлекали промышленность, у большинства ученых не было конкретных программ и даже планов для проведения космических исследований с применением ИСЗ, об использовании его для нужд народного хозяйства говорить вообще было преждевременно. Сказывалось неверие в техническую возможность запуска спутника, а ещё больше мешала повышенная секретность этих работ.

Некоторые организации и предприятия, планируемые ОКБ-1 как участники создания ИСЗ, пытались уклониться от этой работы, ссылаясь на другие важные и срочные поручения. В связи с этим 3 сентября 1956 г. вышло правительственное Постановление о кооперации предприятий, участвующих в работах по созданию ИСЗ.

Возникли и технические трудности. Выяснилось, что для выполнения некоторых исследований в космическом пространстве требуется разработка новой научной аппаратуры, изготовление которой отодвигает запуск спутника на апрель 1958 г., что явно вело к потере приоритета в запуске первого в мире ИСЗ. С этим Королёв согласиться не мог. Нужно было принимать неординарное решение и его в ноябре 1956 г. предложил Тихонравов: разработать "лёгкий" спутник, оснащённый имеющейся приборной аппарату-

рой. При разработке этого варианта выявились новые трудности: имеющиеся приборы непригодны к работе в условиях космического пространства. Появилось следующее предложение - создать "малый" спутник простейшей конструкции. Но и его требовалось не только изготовить, значительно труднее было получить правительственное одобрение на его создание и запуск.

Проблемы с изготовлением спутника "Объект Д" и его упрощённых вариантов тесно переплетались с задержкой начала лётных испытаний ракеты Р-7: завершающие наземные стендовые испытания ракет в полной комплектации прошли в Загорске 20 февраля 1957 г. и 30 марта 1957 г. Военные настаивали на ускорении проведения лётной отработки МБР Р-7, приоритетность запуска спутника их не интересовала. Такую же позицию занимала и часть руководящего состава промышленных министерств. Сомневался в целесообразности запуска спутника, лишённого научных приборов, и М.В. Келдыш. Его смущало, что проводимая им агитация в научной среде принять участие в космических исследованиях, оказалась недостаточно обоснованной. Практически единственным доводом в пользу запуска простейшего спутника был политический аспект - СССР войдёт в историю человеческого общества первым в мире государством, осуществившим запуск ИСЗ, при этом опередившим США, своего политического конкурента. Этот патристический аргумент полностью совпадал с честолюбивыми помыслами Королёва, и он 5 января 1957 г. обратился в правительственные инстанции с предложением, не прекращая работ по спутнику "Объект Д", в ускоренном порядке изготовить и запустить спутник простейшего варианта.

Предложение Королёва было рассмотрено и нашло отражение в правительственном Постановлении от 15 февраля 1957 г. "О мероприятиях по проведению Международного геофизического года". В Постановлении ставилась задача: "Выведение простейшего неориентированного спутника Земли (объект ПС) на орбиту, проверка возможности наблюдения за ПС на орбите и приём сигналов, передаваемых с объекта ПС".

Запуск спутника разрешался после двух успешных пусков ракеты Р-7. Выпуском этого Постановления не пересматривалось ни одно из ранее выпущенных Постановлений о проведении ЛКИ Р-7 и создании спутника "Объект Д". Это была сверхплановая работа для участников разработки ракеты Р-7 и создания ИСЗ.

Советским ракетчикам в короткие сроки предстояло решить двудеиную задачу: спроектировать и изготовить космический аппарат и к этому времени провести не менее двух успешных лётных испытаний ракеты Р-7. Как шли лётные испытания Р-7, изложено в предыдущей статье, сейчас необходимо привести краткие сведения о спутнике. Наш первый спутник был действительно простейшим в конструкторском отношении: сферический корпус из алюминиевого сплава диаметром 578 мм, четыре "уса" - антенны, внутри радиопередатчик, три батареи электропитания, термореле, барореле и вентилятор. Общая масса составляла 83,6 кг. Изготовление велось ускоренным темпом - чертежи в "белках" передавались сразу же в цеха. В сентябре 1957 г. были завершены комплексные испытания и спутник ПС-1 был передан для монтажа на ракету.

О запуске первого в мире ИСЗ население СССР и остальных стран узнало из Сообщения ТАСС, начальная часть которого приводится ниже.

Сообщение ТАСС

"В течение ряда лет в Советском Союзе ведутся научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по созданию искусственных спутников Земли. Как уже сообщалось в печати, первый пуск спутников в СССР был намечен к осуществлению в соответствии с программой научных исследований Международного геофизического года.

В результате большой напряжённой работы научно-исследовательских институтов и конструкторских бюро создан первый в мире искусственный спутник Земли.

4 октября 1957 г. в СССР произведён успешный запуск".



Страница газеты "Правда" от 6 октября 1957 года

Далее сообщались сведения о спутнике, параметрах его движения и ожидаемых сроках его существования на орбите.

Это сообщение стало информационным взрывом. Во всех странах мира восхищались выведением в космическое пространство рукотворного аппарата. Об этом событии писали газеты и журналы зарубежных стран. И что характерно, наиболее восторженные отзывы о запуске спутника изложили СМИ наиболее развитых в техническом отношении государств. Не могу отказать себе в удовольствии напомнить читателям некоторые из них. Французский еженедельник "Пари матч" писал: "Русские достигли того, что американцы столь часто и преждевременно описывали: запустили первый искусственный спутник Земли. Рухнула догма о техническом превосходстве Соединённых штатов". Председатель американского Национального комитета по проведению Международного геофизического года Дж. Каплан так отреагировал на запуск ИСЗ: "Я поражён тем, что им удалось сделать за такой короткий срок, какой они имели в своём распоряжении, который несколько не больше срока, имевшегося у нас...". Агентство "Юнайтед Пресс" иронизировало: "90 % разговоров об искусственном спутнике Земли приходилось на долю США. Как оказалось, 100 % пришлось на долю России".

Но были публикации и другого рода. Не отрицая достигнутого научно-технического успеха, некоторые издания обыгрывали "немецкий след": советская космическая техника создана на базе немецкой ракеты Фау-2 с участием немецких специалистов. Достойный ответ на эти вымыслы изложен в журнале "Тайм": "Запуск спутника является заслугой советской науки. Хотя после Второй мировой войны немецкие специалисты были вывезены в СССР и США, большинство их из СССР возвращено... Уровень ракетной техники в СССР существенно превысил уровень, достигнутый в Германии в период войны. Русские теперь идут своим путём". Но "сказка" об участии немецких специалистов в создании первого спутника до сих пор продолжает существовать в творениях некоторых немецких "историков" ракетной техники.



Страница газеты "Нью Йорк Таймс"



Компоновка первого ИСЗ и его размещение на ракете

В 90-х годах после снятия цензуры появились "критики-специалисты" и в нашей стране, которые, указывая на действительно простейшую конструкцию первого спутника, называли его запуск примитивным рекламным трюком. По их мнению, нужно было бы довести до конца изготовление запланированной научной лаборатории "Объект Д", которая была запущена 15 мая 1958 г. Американцы же, мол, не погнались за дешёвой сенсацией и осуществили запуски своих спутников по мере их изготовления. Позволю себе не согласиться с такой позицией и напомнить, какие американские спутники вошли бы в историю космической техники в качестве объектов на околоземной орбите, если бы опередили запуск спутника ПС-1. Первый американский спутник "Эксплорер-1", запущенный 31 января 1958 г., имел полезную массу 4,8 кг (вместе с не отделившейся последней ступенью ракеты-носителя "Юнона-1" масса составляла около 14 кг). Второй американский спутник "Авангард-1", выведенный в космос 17 марта 1958 г., имел полезную массу 1,47 кг. Причём это был третий пуск "Авангарда", первые два - 6.12.1957 г. и 5.02.58 г. - закончились авариями. Так что и по сроку запуска, и по техническим характеристикам советский спутник ПС-1 по праву стал первым в мире космическим аппаратом в околоземном космическом пространстве.

Правительство СССР достойно оценило запуск спутника ПС-1 и щедро наградило участников работ, своим трудом обеспечивших приоритет Советского Союза в выведении на космическую орбиту первого в мире искусственного спутника Земли.

В декабре 1957 г. коллектив ОКБ-1 был награждён вторым орденом Ленина, четыре человека были удостоены звания Героя Социалистического труда, главный конструктор С.П. Королёв и ещё 12 человек, включая М.К. Тихонравова и И.М. Яцунского, стали лауреатами Ленинской премии, 24 человека награждены орденами Ленина, в совокупности около 500 работников получили ордена и медали.

Коллектив ОКБ-456 награду за запуск ИСЗ не получил, но отдельные работники были отмечены персональными наградами: 3 человека удостоены звания Героя Социалистического труда, главный конструктор В.П. Глушко и ещё 6 человек стали лауреатами Ленинской премии, 19 человек награждены орденами Ленина, общее количество награждённых установить не удалось.

Если сравнивать количество награждённых высшими наградами в ОКБ-1 и ОКБ-456 за запуск ИСЗ и за разработку ракеты Р-5М, то следует отметить более справедливое распределение наград, близкое к фактическому вкладу каждого предприятия. О награждениях работников других предприятий точными сведениями не располагаю. Завершая информацию о распределении государственных наград, следует, видимо, пояснить причину получения Королёвым и Глушко звания лауреатов Ленинской премии, а не звания Героев Соцтруда. Дело в том, что по статусу второе и последующие звания Героев могли быть присвоены с интервалом в три года, а предыдущие звёзды Героев Королёв и Глушко получили в 1956 г.

Кроме государственных наград Королёв, Глушко и Пилюгин по постановлению Президиума АН СССР в феврале 1958 г. получили Золотые медали имени К.Э. Циолковского. Дополнительно к наградам правительство СССР выделило средства и земельные участки для строительства дач Глушко, Пилюгину, Кузнецову, Рязанскому и

Бармину. Королёв от дачи отказался, по его просьбе в Москве, в районе ВДНХ, ему был построен двухэтажный коттедж.

Получил достойную оценку и творческий инженерный вклад в создание ракетно-космической техники. 18 декабря 1957 г. Правительство приняло Постановление о создании Совета по присуждению учёных степеней без защиты диссертаций за работы в области ракетно-космической техники. В январе 1958 г. был образован Межведомственный Совет, председателем Совета назначен М.В. Келдыш, 29 мая 1958 г. состав Совета утвердил ВАК.

Несколько слов об общественно-политической значимости запуска ИСЗ. Если сравнивать затраты на создание МБР Р-7 и запуск простейшего спутника ПС-1, то очевидно, что разработка ракеты, как средства выведения, имеет несоизмеримо больше различного вида затрат: как временных и экономических, так интеллектуальных. Но восторг мировой общественности вызвал именно запуск спутника, ракета осталась вне внимания широких масс, на её "участие" в этой операции обратили внимание только лица, связанные с ракетной техникой.

Но ракета Р-7 находилась ещё в начальной стадии лётной отработки, запущенный спутник не имел какой-либо исследовательской аппаратуры, единственным научно-техническим достижением стал сам факт выведения в космическое пространство рукотворного аппарата. Но именно это достижение стало исполнением многовековой мечты человечества о выходе в космическое пространство и вызвало восторженную реакцию мировой общественности.

"Золотой дождь" наград в большей мере стал следствием мировой реакции на запуск спутника. Политическое руководство СССР относилось к его созданию и запуску как к второстепенной работе, сопутствующей разработке межконтинентальной ракеты Р-7. И неожиданно эта "второстепенная" работа подняла международный научно-технический авторитет СССР, укрепила его международные политические позиции. Политологи и дипломаты стали использовать запуск спутника в качестве политической пропаганды о преимуществах социалистического строя.

Восторженные отклики мировой прессы на запуск ИСЗ оказались неожиданными и для самих разработчиков спутника. Нельзя сказать, что советские ракетчики не отдавали себе отчёта в значимости запуска ИСЗ. Но они рассматривали это событие как итог профессионального соревнования между СССР и США, ведущих разработку космической техники. И как водится в соревнованиях, главным является первое место - в данном случае опережение конкурентов в запуске спутника, событии мировой истории. Об этом заявил в своём выступлении 25.9.55 г. на юбилее в честь 125-летия МВТУ Королёв: *"Наши задачи заключаются в том, чтобы советские ракеты летели выше и раньше, чем это будет сделано где-либо ещё. Наши задачи состоят в том, чтобы первый ИСЗ был советским, был создан советскими людьми. Наши задачи состоят в том, чтобы советский человек первым совершил полёт на ракете"*.

Решение таких задач являлось мотивацией деятельности небольшой группы научно-технических работников, среди которых в первую очередь следует упомянуть Королёва и Келдыша, а также главных конструкторов разработки Р-7 и Тихонравова - автора научно-технических расчётов по возможности создания спутника. Для Королёва стремление обогнать американцев основывалось на присущем ему тщеславию, усиленном патриотизмом, у остальных из перечисленных участников превалировало чувство патриотизма.

Основная масса участников создания ракеты Р-7 и ИСЗ выполняла свою повседневную плановую работу, часто сопровождавшуюся вечерними переработками, а в экстренных случаях - работой и в выходные дни. В ракетной промышленности это было обычным делом. Сфера деятельности ракетной промышленности составляла государственную тайну, и все работники были информированы, что выполняют секретный государственный оборонный заказ без расшифровки назначения конечной продукции. Поэтому Сообщения ТАСС об успешном запуске ракеты Р-7 для многих стало открытием их производственной деятельности, а о запуске ИСЗ - стало праздником души, наполненной гордостью за свой труд и за свою страну.

Запуск ИСЗ стал первым достижением советской ракетно-космической техники, безоговорочно принятым мировой общественностью в качестве приоритета в космонавтике. Истинные мировые достижения признаются спустя несколько лет, как бы пройдя проверку временем. И первый космический успех СССР получил международное признание спустя 10 лет: на XVIII Международном Конгрессе в сентябре 1967 г. в Белграде было принято решение считать 4 октября 1957 г. днём начала космической эры землян.

Предыдущее изложение событий охватывает широкий диапазон событий от аварийных ситуаций до успешных знаковых пусков и получения высоких наград. Таким же был диапазон отношений у Глушко с Королёвым. В сложных ситуациях они высказывали претензии и конфликтовали друг с другом, а при достигнутых успехах проявляли доброжелательные и дружеские отношения. За годы совместной работы их было не мало, приведём некоторые из них.

В апреле 1952 г. Глушко подарил Королёву глобус Земли с пожеланием: *"Шлю тебе этот шарик, Сергей, с глубокой надеждой, что нам с тобой доведётся своими глазами увидеть живую Землю такой же величины"*. Спустя некоторое время Королёв подарил Глушко "Атлас Земли", сопроводив его надписью: *"Прими, дорогой Валентин Петрович, эту книгу на добрую память о нашей многолетней совместной работе. Я твёрдо верю, что в недалёком будущем на этих картах будут проложены трассы звёздных кораблей. С. Королёв. 5 октября 1954 г."*

В июне 1958 г. на общем собрании АН СССР должны были состояться выборы Глушко и Королёва в действительные члены академии. Время проведения сессии совпадало с одним из пусков ракеты с полигона. По заведённому Королёвым порядку на пусках ракет обязательно должны были присутствовать главные конструкторы ракетных систем. Королёв не мог позволить себе не принимать участия в подготовке и осуществлении пуска, но в то же время желательно было бы участие в подготовке выборной комиссии в академию. И он договорился с Глушко, что тот останется в Москве и будет, по возможности, лоббировать избирательную компанию. 20 июня 1958 г. Глушко и Королёв были избраны действительными членами АН СССР. По этому поводу Королёв направил Глушко поздравительную телеграмму. Её эмоциональное содержание отражает и радость самого Королёва с избранием его академиком: *"От всего сердца горячо обнимаю тебя, мой самый дорогой друг, и поздравляю с избранием в Академию наук СССР. Вспоминаю горы работы, трудности, горечь неудач и радость достижений. Желаю тебе много здоровья, новых больших побед на благо нашей советской Родины. Шлю привет твоей маме, Магде, крепко жму твою руку. Твой Сергей Королёв"*.

5 января 1957 г. в НИИ-88 состоялось торжественное заседание НТС, посвящённое 50-летию С.П. Королёва. Основной доклад должен был сделать Глушко. Но к назначенному часу он не приехал. В ту пору мобильных телефонов не было и о причине задержки докладчика никаких сведений не было. Глушко был известен своей пунктуальностью и вдруг его нет уже в течение почти сорока минут. Зал тихо гудит в ожидании начала, президиум в недоумении, нервы Королёва натянуты до предела... И наконец-то появился Глушко. Королёв не захотел принять извинения и выслушать объяснения причины опоздания и Глушко сразу же вышел на трибуну и начал свой доклад, а вернее, рассказ о жизни и деятельности юбиляра, в котором не только перечислил основные вехи творческого пути Королёва и его научно-инженерной деятельности, но и его выдающиеся способности. *"Талант в научно-инженерной деятельности в сочетании с незаурядными организаторскими способностями Сергея Павловича обеспечили ему успех. Особо хотелось бы подчеркнуть целеустремлённость и настойчивость, характеризующие его деятельность"*. А когда, определяя место Королёва в современной ракетной технике, Глушко отметил: *"...в истории развития отечественных ракет по размеру сделанного в их развитии вклада Сергей Павлович занимает первое место после Циолковского"*, глаза у юбиляра увлажнились. Юбилейный вечер удался. Глушко за своё опоздание был прощён.

(Продолжение следует.)



XIX Московский международный
Салон изобретений и
инновационных технологий

XIX Moscow International
Salon of Inventions and
Innovative Technologies

Организаторы Салона:
Международный инновационный
клуб «Архимед»,
ООО «ИнновЭкспо»

МОСКОВСКИЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ САЛОН ИЗОБРЕТЕНИЙ И ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Международная выставка изобретений, полезных моделей, промышленных образцов, инновационных проектов

Международная выставка-конкурс товарных знаков и наименований мест происхождения товаров «Товарный знак – ЛИДЕР»

Международная научно-практическая конференция по правовой охране результатов интеллектуальной деятельности

Презентация высокотехнологичных проектов

Конкурсная программа

16-19 МАЯ 2017

Москва, Россия, Конгрессно-выставочный
центр «Сокольники», павильоны № 4, 4.2

АРХИМЕД



Заявки на участие принимаются до 1 апреля 2017 года
105187, г. Москва, ул. Шербаковская, д.53, к.В, ООО «ИнновЭкспо»
www.archimedes.ru, www.innovexpo.ru,
e-mail: mail@archimedes.ru, mail@innovexpo.ru
Телефон / факс: +7(495) 366-14-65, +7(495) 366-03-44



XIV ОЛИМПИАДА ПО ИСТОРИИ АВИАЦИИ И ВОЗДУХОПЛАВАНИЯ

Александр Иванович Бажанов, действительный член Клуба авиастроителей



20-21 апреля 2017 года в Москве, в выставочном зале Российского государственного гуманитарного университета (РГГУ) состоялся Молодежный симпозиум XIV Международной олимпиады по истории авиации и воздухоплавания им. А.Ф. Можайского, посвященной 100-летию выдающегося советского авиаконструктора Ростислава Евгеньевича Алексеева. Олимпиада проводится Клубом авиастроителей и Академией наук авиации и воздухоплавания при поддержке Союза машиностроителей России. Главная цель проведения Олимпиады - популяризация российской авиастроительной отрасли, формирование будущего сообщества авиастроителей и успешная социализация подростков в профессиональном сообществе. Олимпиада, ставшая уже традиционной, ежегодно привлекает подростков, увлекающихся авиацией, из различных регионов России и ближнего зарубежья. В течение всего учебного года увлеченные авиацией подростки публиковали свои работы на сайте Олимпиады, получали отзывы на них как от своих сверстников, так и от профессионалов, общались с интересными людьми. В первый день симпозиума финалисты Олимпиады, представители регионов и их сопровождающие посетили музей одного из крупнейших предприятий авиационной промышленности России - Авиационный музей "ОКБ Сухого". Ведущий конструктор ОКБ Павел Плунский подробно рассказал, как начинало свою работу конструкторское бюро и, переходя от стенда к стенду, знакомил с самолетами, разработкой которых занималось ОКБ на протяжении долгих лет своего существования

- от самых первых до современных машин марки "Су", о которых знает весь мир. Экскурсия закончилась осмотром экспозиции самолетов, расположенных на территории ОКБ под открытым небом, включая и самолеты-памятники авиаконструкторам Н.Н. Поликарпову и П.О. Сухому. После экскурсии участники симпозиума приехали в РГГУ, где приняли участие в серии психологических тренингов и консультаций, направленных на сплочение команды и снятие излишнего эмоционального напряжения. По окончании тренингов ребята встретились со своими консультантами и потренировались в работе с презентационным оборудованием.

21 апреля финалисты представили свои работы на Молодежном симпозиуме. В университете гостей встречал и приветствовал ректор РГГУ доктор философских наук, профессор Евгений Николаевич Ивахненко. Симпозиум открыл Президент Клуба авиастроителей доктор технических наук, профессор Юрий Сергеевич Елисеев. К работе симпозиума были приурочены выставка моделей летательных аппаратов конструктора Р.Е. Алексеева и выставка авиационных и космических моделей, выполненных руками детей. Выставки подготовили молодые члены Клуба авиастроителей и Клуба инженеров под руководством студента МАИ Дениса Александровича Сухарева.

В работе Жюри олимпиады приняли участие люди, посвятившие всю свою жизнь авиации и изучению её истории, известные ученые и журналисты: доктор философских наук, профессор МГТУ им. Н.Э. Баумана, Почетный работник высшего образования РФ, академик



Е.Н. Ивахненко



Ю.С. Елисеев



В.П. Потерухин



С.В. Михеев



И.Б. Фёдоров



А.Н. Закатов

Российской академии естественных наук Надежда Гегамовна Багдасарьян; Главный редактор научно-технического журнала "Двигатель", член-корреспондент Международной инженерной академии Александр Иванович Бажанов; Заслуженный летчик-испытатель СССР, Герой Советского Союза Владимир Николаевич Кондауров; Директор международного института новых образовательных технологий РГГУ, проректор по научно-техническому творчеству МГТУ "СТАНКИН", кандидат технических наук Сергей Викторович Кувшинов; доктор технических наук, академик РАН, Герой РФ, заслуженный ученый и конструктор в области вертолетостроения, Генеральный конструктор АО "Камов" Сергей Викторович Михеев; Президент Академии наук авиации и воздухоплавания, Генеральный конструктор ОКБ им. С.В. Ильюшина, дважды Герой Социалистического Труда Генрих Васильевич Новожилов; доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой "Летательные аппараты" Южного федерального университета, Генеральный конструктор ТАНТК им. Г.М. Бериева Геннадий Сергеевич Панатов; кандидат технических наук, историк, писатель, руководитель Проблемной группы истории авиации Института истории естествознания и техники им. А.С. Вавилова Российской академии наук Дмитрий Алексеевич Соболев; Заслуженный летчик-испытатель Российской Федерации, космонавт-испытатель ЛИИ им. И.М. Громова Урал Назибович Султанов; военный летчик, авиажурналист, Почетный член Авиационного сообщества "Свети Илия", Кавалер Почетного Золотого знака пилота ВВС и ПВО Армии Сербии Радмила Дмитриевна Тонкович (Респуб-

лика Сербия); Президент МГТУ им. Н.Э. Баумана, Академик Российской академии наук Игорь Борисович Федоров.

Молодых людей - будущих авиаторов - приехали послушать Почетные гости симпозиума: доцент, кандидат экономических наук Галина Александровна Аминова; представитель Департамента по взаимодействию с государственными органами и общественными организациями ПАО "ОАК" Анастасия Витальевна Гориченко; Директор Канцелярии Главы Российского Императорского Дома Ее Императорского Высочества Государыни Великой Княгини Марии Владимировны, доцент кафедры Отечественной истории и культуры Московского государственного университета геодезии и картографии, член научного совета РАН по изучению и охране культурного и природного наследия, член Союза писателей России Александр Николаевич Закатов; доцент кафедры "Авиационные двигатели",



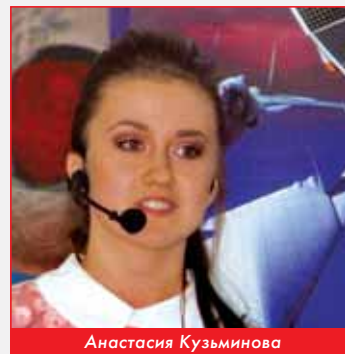
Алан Валеев



Гузель Хамматова



Александр Волков



Анастасия Кузьмина



Илья Щур



Илья Кошманов



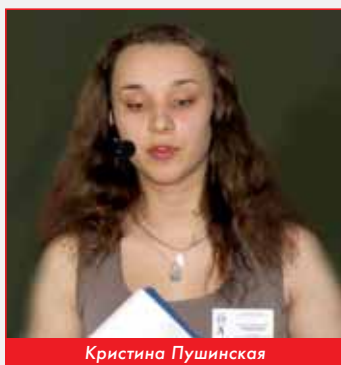
Рафэль Кильметов



Даниил Паличев отвечает на вопросы жюри



Участники, гости, жюри с интересом слушают выступающих



Кристина Пушинская



Дмитрий Щувайло



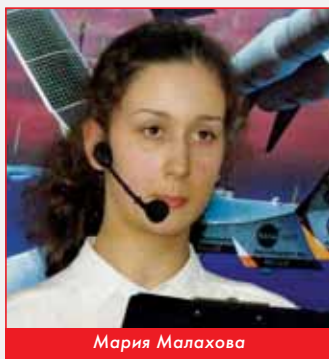
Софья Рахманова



Матвей Сарваров



Софья Магидина



Мария Малахова



Анастасия Бадакова

Уфимского государственного авиационного технического университета Сергей Иванович Каменев; кандидат технических наук, специалист в области теории и практики обеспечения безопасности полётов и расследования авиационных происшествий Александр Николаевич Качалкин; военный лётчик-испытатель 1-го класса, инструктор, создатель и пилот малых летательных аппаратов, полковник Борис Павлович Келазев; Председатель Совета Фонда "Центр развития легкомоторной и малой авиации Ярославской области" Владимир Николаевич Корытов; Главные специалисты Департамента молодежной политики Союза машиностроителей России Ирина Куличенко и Александр Макаров; доктор технических наук, профессор, академик, Советник заместителя Генерального директора по персоналу и административному управлению



Победители Олимпиады с наградами

ОАО "Ил" Вадим Петрович Кучеров; Президент Фонда М.Л. Миль Надежда Михайловна Миль; Член Попечительского совета Некоммерческого фонда поддержки ветеранов и патриотического воспитания молодежи "Связь поколений", Кавалер ордена Святой Анны 2-ой степени Всеволод Петрович Потерухин; заместитель главного инженера, начальник управления подготовки производства АО "МПО им. Румянцева" Владимир Михайлович Федоров; кандидат технических наук, доцент, специалист в области аэрокосмической техники, историк Владимир Николаевич Шауров и победители прошлых олимпиад Венедикт Владимирович Дорошко, Степан Игоревич Жилин; Денис Александрович Сухарев.

Все финалисты олимпиады получили сувениры от ООО "Звезда" и Союза машиностроителей России; книги доктора технических наук, академика РАН, Героя РФ, заслуженного ученого и конструктора в области вертолетостроения, Генерального конструктора АО "Камов" Сергея Викторовича Михеева и Директора международного института новых образовательных технологий РГПУ, проректора по научно-техническому творчеству МГТУ "СТАНКИН", кандидата технических наук Сергея Викторовича Кувшинова.

Победителями четырнадцатой Олимпиады стали:

- 1 место - Волков Александр Ильич, Москва;
- 2 место - Кильметов Рафаэль Айдарович, Нефтекамск;
- 3 место - Кузьмина Анастасия Олеговна, Вологда.

Призы победителям Олимпиады: часы с авиационной символикой предоставили: НО "Авиакосмофонд" (Москва) и ведущая Российская часовая компания; свои призы предоставил Союз машиностроителей России. Специальный приз Клуба авиастроителей "Приз зрительских симпатий" (статуетку "Колибри") вручили Илья Андреевичу Шуру (Москва) - за первое место в рейтинге популярности на сайте олимпиады. Призы в номинациях получили: Анастасия Васильевна Бадакова (Гаврилов-Ям) в номинации "За яркое и выразительное представление историко-исследовательской работы"; Илья Игоревич Кошманов (село Маячный) в номинации "За актуальность историко-исследовательской работы"; Софья Сергеевна Мигидина (Калуга) в номинации "За широкое использование методов научно-исследования".

В подготовке и проведении Молодежного симпозиума приняли участие: Академия наук авиации и воздухоплавания; Департамент образования города Москвы; Институт истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова РАН; Международный аэропорт "Калуга"; Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет) (МАИ); Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет); Московский станкостроительный завод "МСЗ-САЛЮТ"; Научно-технический журнал "Двигатель"; Некоммерческая организация "Авиакосмофонд"; Пермский авиационный техникум А.Д. Швецова; Гаврилов-Ямский машиностроительный завод "АГАТ"; Компания "Звезда" (Лобня); Корпорация Уралтехнострой (Уфа); Российский государственный гуманитарный университет; Рекламно-производственная компания "Гарусс" (Москва); Союз машиностроителей России и другие организации и компании.



"НЕБЕСНЫЕ ГЕРОИНИ МИРА"

Александр Иванович Бажанов, главный редактор журнала "Двигатель"



С помощью Интернета можно собрать, а это сейчас самый быстрый и самый доступный способ, первичную информацию практически о любом человеке, можно изучить его биографию, можно ещё много чего, но лучше всего познакомиться с самим человеком и вместе что-то сделать. Вот и мне посчастливилось встретиться с удивительным человеком - Радмилой Дмитриевной Тонкович, и уже на протяжении многих лет регулярно - каждый год - вместе участвовать в работе жюри Международной олимпиады по истории авиации и воздухоплавания им. А.Ф. Можайского. О ней можно рассказывать долго и интересно, как и она сама рассказывает о людях, её окружающих.

Сейчас мы не будем подробно знакомиться с её биографией, только отметим, что она:

- покорила небесный океан в качестве военного лётчика Республики Сербия, стала Почетным членом Авиационного содружества "Свети Илия", Кавалером Почетного Золотого знака пилота ВВС и ПВО Армии Сербии с вручением Почётного парадного кинжала офицера авиации Армии Сербии;
- стала профессором ряда европейских университетов;
- на должности редактора (научный и стилистический редактор журналов "Scientific Technical Review" и "Научно-технические информации") написала немало статей об авиации и людях, посвятивших ей свою жизнь;
- участвует во множестве мероприятий по всему миру, направленных на укрепление дружбы авиаторов всех стран, в частности, и продвижение светлых идеалов мира, в целом. Благодаря этому она завоевала высокий авторитет, уважение и репутацию, стала почётным членом многих общественных организаций, ассоциаций и клубов и т.п.

Скажем ещё, что Радмила Дмитриевна родилась в Югославии. Её род по отцу очень древний и имеет королевские корни. Один из её предков - серб Марко Войнович, опытный моряк, был приглашён Петром I на службу в Петербург. С этого момента и началась тесная связь семьи Тонкович с Россией.

И вот уже в XXI веке, 25 апреля 2017 года в московском Доме журналистов прошла презентация новой книги Р.Д. Тонкович "Небесные героини мира", изданной на русском языке. Материал для своей книги Радмила Дмитриевна собирала долгие годы и объездила при этом практически весь мир. В книге рассказывается о 500-х летчицах, из которых 315 наши - русские и советские покорительницы неба.



В ходе презентации книги очень много хороших слов было сказано как о самой книге, так и об её авторе. Все хорошие слова объединим, а побольше уделим внимание самой книге.

Так получилось, но книга "Небесные героини мира" является единственной в мире монографией, которую можно смело называть энциклопедией о героических девушках и женщинах, покоривших с помощью воздушных шаров и дирижаблей, планеров и дельтапланов, самолетов и вертолетов воздушный океан. Героини книги создавали летательные аппараты и парашюты, как астрономы и ученые устремляли свои взоры в небо, были хозяйками в самолетах, на реактивных машинах преодолевали "звуковой барьер" и устанавливали спортивные авиационные рекорды, управляли космическими кораблями и выходили в открытый космос.

Эти леди были самыми полномочными и прекрасными посланцами своих стран в мире, представлявшими свои профессиональные способности, самую передовую технику и технологию своего времени, высшие достижения своей страны.



Подобно роману Л.Н. Толстого "Война и мир", книга "Небесные героини мира" разворачивает целую галерею из пяти сотен образов. Радмила Тонкович вникает в тончайшие эмоции и ощущения полета и радости творчества героинь, их восхищение успехом. Здесь не скрывается желание "поймать" столь необходимый адреналин, но и высвечиваются смелость и отвага, готовность к самопожертвованию в борьбе за свободу.

На страницах книги мы встречаемся со статистикой, знакомимся с тактико-техническими данными самолетов, их предельными возможностями, женской любовью к ним и теми, кто их учил летать.

Многие страницы этой волнующей книги посвящены женщинам из России и СССР (на фото и текстуально упомянуты 313 россиянок), их роли в становлении и последующем развитии авиации в нашей стране и мире.

Автор приложил немало усилий, чтобы с помощью тщательно отобранных фотографий, документов и исторических фактов представить широкую панораму самолетов и людей, наиболее рельефно отображающих время и поднебесье, в котором они летали, конструировали, творили...



О ВОПРОСАХ ОПТИМИЗАЦИИ ОСНОВНЫХ ФОНДОВ МАЛОГО ПРЕДПРИЯТИЯ ПО ПРИНЦИПУ Л.С. ПОНТРЯГИНА

Университет "Синергия"

Борис Шагеньрович Гулиян, к.т.н., доцент, профессор кафедры высшей математики и естественнонаучных дисциплин
Равгат Явдатович Хамидуллин, к.т.н., доцент, зав. кафедрой высшей математики и естественнонаучных дисциплин

Исследуется вопрос оптимизации основных фондов малого предприятия по принципу Л.С. Понтрягина за счет инвестиции и собственных средств с учетом изменений в налоговом кодексе от 13.07.2015. Рассматривается экспоненциальный закон распределения инвестиций. Найдено аналитическое решение оптимизационной задачи, что позволяет оптимизировать расходы малого предприятия.

The problem of optimization of the basic funds of a small enterprise due to investments and own funds is investigated based on Pontryagin's principle. The changes in the tax code of July 13, 2015 are taken in account. The exponential law of investment distribution is considered. An analytical solution to the optimization problem has been found, which makes possible the optimization of the costs of a small enterprise

Ключевые слова: оптимизация, малое предприятие, основные фонды, инвестиции, экспоненциальный закон, аналитическая зависимость, однофакторная функция Леонтьева
Keywords: optimization, small enterprise, fixed assets, investments, exponential law, analytic dependence, single-factor Leontief function.

В работах [2,3] решены оптимизационные задачи по распределению инвестиций при фиксированной ставке налогообложения на доходы и чистую прибыль. Внесенные изменения в кодексе приводят к необходимости уточнения установленных ранее аналитических зависимостей. Полученные аналитические решения позволяют малому предприятию выбрать форму налогообложения, оценить свои финансовые возможности, оптимально распределить по времени инвестиции.

По новому законодательству от 13.07.2015, если объектом налогообложения являются доходы, куда включены и инвестиции, налоговая ставка может быть установлена в размере от 0 до 6%, если объектом налогообложения является чистая прибыль, то налоговая ставка может быть установлена в размере от 5 до 15%.

В работах [2,3] решались оптимизационные задачи при фиксированной ставке налогообложения на доходы (6%) и чистую прибыль (15%). Ввиду того, что по новому законодательству размер налогообложения является параметром, полученные ранее решения требуют уточнения для принятия малым предприятием решения по выбору формы налогообложения, закона распределения инвестиций по времени, определения нижней границы потребных инвестиций для достижения планируемой величины основных фондов. Потребовалась разработка новых алгоритмов решения перечисленных задач, учитывающих изменения в налоговом кодексе.

Здесь рассматривается случай, когда производственная деятельность малого предприятия описывается однофакторной функцией Леонтьева.

Оптимизационная задача нами была сведена к отысканию управления $k(t)$, обеспечивающего минимум функционалу

$G(T) = - \int_0^T k(t) A(t) dt$ когда результирующая функция удовлетворяет уравнению: $\frac{dA}{dt} = a \cdot A(t) + b \cdot I(t) + c \cdot d$, (1)

где $a = \frac{1-\alpha-\tau_1}{1+\xi} \cdot \xi \cdot f$; $b = 1 - \frac{\alpha}{1+\xi} \cdot \xi$; $c = \frac{1-\alpha}{1+\xi} \cdot \xi$ (2)

при выборе первой формы налогообложения.

Здесь: $A(t)$ - величина основных фондов малого предприятия в рублях; $I(t)$ - инвестиции, d - иные доходы; τ_1 - удельная себестоимость продукции, ξ - доля чистой прибыли, отчисляемой на реинвестирование ($\xi \in [0,1]$), f - показатель фондоотдачи, α - процент налогообложения;

$$I(t) = I \cdot (1 - e^{-k(t) \cdot A(t)}) \cdot \int_0^T I(t) dt = I \cdot (3)$$

$k(T)$ - управление; T - период времени планирования.

Оптимальные решения были найдены в следующей аналитической форме:

$$A(t) = e^{at} \cdot \frac{1}{T} \left[e^{-aT} \left(A(T) + \frac{b \cdot I + cd}{a} \right) - A_0 - \frac{b \cdot I + cd}{a} \right] + (A_0 + \frac{b \cdot I + cd}{a}) \cdot e^{-at} - \frac{b \cdot I + cd}{a} \quad (4)$$

$$I(t) = I + \frac{e^{at}}{b \cdot T} \cdot \left[(A(T) + \frac{b \cdot I + cd}{a}) \cdot e^{-aT} - A_0 - \frac{b \cdot I + cd}{a} \right] \quad (5)$$

Формула (5) позволяет найти зависимость величины основных фондов от периода T и входных параметров:

$$(1 - T - \frac{(e^{aT} - 1)(e^{-aT} - 1)}{a^2 T}) I = (6)$$

$$= \frac{1 - e^{-aT}}{ab \cdot T} \cdot A(T) - \frac{e^{aT} - 1}{ab T} \cdot A_0 + \frac{(e^{aT} - 1)(e^{-aT} - 1)}{a^2 b T} \cdot c \cdot d$$

Обозначим коэффициенты при I , $A(T)$, $A(0)$, d соответственно через m , n , p , q :

$$m = 1 - T - \frac{(e^{aT} - 1)(e^{-aT} - 1)}{a^2 T} \quad (7)$$

$$n = \frac{1 - e^{-aT}}{ab \cdot T} \quad p = \frac{e^{aT} - 1}{ab T} \quad q = \frac{(e^{aT} - 1)(e^{-aT} - 1)}{a^2 b T} \cdot c \quad (8)$$

В этих обозначениях равенство (6) переписывается так:

$$m \cdot I = n \cdot A(T) - p \cdot A_0 + q \cdot d \quad (9)$$

Если в качестве налогообложения выбрать чистую прибыль, то значения коэффициентов определяются по формулам:

$$a = \frac{1 - \tau_1}{1 + \xi + \alpha} \cdot \xi \cdot f; \quad b = 1; \quad c = \frac{\xi}{1 + \xi + \alpha} \quad m = 1 - T - \frac{(e^{aT} - 1)(e^{-aT} - 1)}{a^2 T} \quad (10) \quad (11)$$

$$n = \frac{1 - e^{-aT}}{a \cdot T} \quad p = \frac{e^{aT} - 1}{aT} \quad q = \frac{(e^{aT} - 1)(e^{-aT} - 1)}{a^2 T} \cdot c \quad (12)$$

Алгоритм расчета таков: 1) задаемся параметрами малого предприятия для отыскания значений коэффициентов "a,b,c" по формулам (2), (10); 2) находим значения коэффициентов "m,n,p,q" по формулам (7),(8), (11), (12); 3) подставляем значения "m,n,p,q" в равенство (10). Получим линейную зависимость нижней грани величины инвестиций от начальных данных. Сделав эти вычисления отдельно для каждой формы налогообложения, методом сравнения решаем, какая из форм выгодна малому предприятию. ■

Литература

1. Герасимов Б.И., Пучков Н.П., Протасов Д.Н. Дифференциальные динамические модели. Таганрог: ГОУ ВПО ТГТУ, 2003.
2. Гулиян Б.Ш., Хамидуллин Р.Я. О вопросах оптимизации основных фондов малого предприятия за счет внешних инвестиций и постоянства доли чистой прибыли, отчисляемой на реинвестирование с учетом изменений в налоговом кодексе Российской Федерации. -М. Таврический научный обозреватель. №4 (декабрь), 2015.
3. Гулиян Б.Ш., Хамидуллин Р.Я. О вопросах оптимизации основных фондов малого предприятия за счет кредитов и постоянства доли чистой прибыли, отчисляемой на реинвестирование с учетом изменений в налоговом кодексе Российской Федерации. -М. Московский финансово-промышленный университет "Синергия". XI Международный научный конгресс: Роль бизнеса в трансформации общества-2016.
4. Понтрягин Л.С., Болтянский В.Г., Гамкрелидзе Р.В., Мищенко Е.Ф. Математическая теория оптимальных процессов. - М:Наука, 1969.
5. Розоноэр П.И. Принцип максимума Л.С. Понтрягина в теории оптимальных систем. Автоматика и телемеханика. - №10,11. -1969.
6. Хамидуллин Р.Я., Гулиян Б.Ш. Вопросы оптимизации задач эффективного управления малым предприятием. - М: ООО "Издательство - информационное агентство "Пресс-Меню", 2013.
7. Хачатрян С.Р. Методы и модели решения экономических задач: научное-методическое пособие /С.Р. Хачатрян, М.В. Пинегина В.П. Буянов. - М: Экзамен, 2005.

Связь с автором: gevguliyanyandex.ru

ПРЕЗЕНТАЦИЯ В НИИД КНИГИ О ПРОФЕССОРЕ Г.Ю. СТЕПАНОВЕ



Уважаемые коллеги, друзья!

Разрешите выразить признательность исполняющему обязанности директора АО "НИИД" М.Ю. Соболеву за представленную нам возможность собраться в этом конференц-зале для презентации книги "Об ученом "танкисте-астронавте" Г.Ю. Степанове".

Георгий Юрьевич некоторое время работал в нашем институте и его портрет украшает галерею наших ученых

Г.Ю. Степанов - выдающийся ученый, замечательный

организатор научных работ, талантливый учитель, подготовивший многие научные кадры в области газодинамики лопаточных машин, отрывных течений, в развитии теории комбинированных турбопоршневых и газотурбинных двигателей, справедливо может быть прежде всего назван одним из столпов газодинамики турбомашин.

Среди многочисленных научных направлений, разработанных Г.Ю. Степановым, именно в области аэродинамической теории решеток газовых турбин. им был сделан наибольший вклад. При работе в ЦИАМ в группе профессора В.В. Уварова (1946-49гг), Г.Ю. Степанову было поручено изучение одного из наиболее неясных для того времени вопросов: газодинамики течения в решетках турбомашин, анализу составляющих потерь на дозвуковых и сверхзвуковых режимах течения (до $M=1,4$), оптимизации профилирования лопаток.

На созданных в ЦИАМ стендах были проведены многочисленные продувки решеток с различными углами входа и выхода потока, изучены волновые явления и скачки уплотнения в сверхзвуковом потоке. Систематизация этих исследований позволила выпустить первый Атлас лопаточных решеток и создать стройную теорию потерь и особенностей течения в решетках газовых турбин.

Первая научная статья Г.Ю. Степанова относилась к возможности применения газотурбинных двигателей в военно-гусеничных машинах (напечатана в журнале "Вестник танковой промышленности", №10-12, 1946г.). Первая из его книг была посвящена лопаточным машинам, комбинированным и газотурбинным двигателям (1958). Естественным продолжением и обобщением его научных исследований был выпуск монографии по гидродинамической теории турбомашин (1962). Он предложил новые методы решения задач обтекания решеток турбинных профилей, разработал методы профилирования, позволившие получать решетки с гидродинамически целесообразной формой.

Г.Ю. Степанов был одним из крупнейших специалистов в СССР в области турбулентных и сверхзвуковых потоков, отрывных и кавитационных течений - в областях, которые являются наиболее малоизученными и трудными в газодинамике. Эти исследования он проводил в ЦИАМ и Институте механики МГУ совместно с Л.В. Гогишем, Г.Л. Подвидзом, С.И. Чернышенко и другими своими воспитанниками..

Он внес заметный научный вклад в развитие таких практических направлений, как создание теории аппаратов на воздушной подушке (направление, которым серьезно увлекались применительно к объектам бронетанковой техники в 1950-60-е годы). Им была развита теория гироскопов. Совместно с И.М. Зицером написан труд по теории инерционных воздухоочистителей, включающий расчет движения пылевых частиц в потоке газа - важное направление не только для танковых, но и для современных вертолетных силовых установок. В 1970-80-е гг им подробно изучена газодинамика сопел ракетных двигателей..

За свои труды в различных областях механики и гидродинамики Г.Ю. Степанов был избран членом Национального комитета СССР по теоретической и прикладной механике, удостоен звания Заслуженно-

Николай Иванович Троицкий, к.т.н., доцент, МГТУ им. Баумана

го деятеля науки и техники РСФСР, по представлению академика Л.И. Седова избран действительным членом международной Академии астронавтики, имеющей штаб-квартиру в Париже. Поэтому Георгий Юрьевич называл себя в шутку "танкистом-астронавтом", что и легло в основу названия книги.

В основном научная и преподавательская работа Г.Ю. Степанова была связана с Академией БТВ им. Р.Я. Малиновского, в которой он был начальником кафедры теоретической механики, а затем - кафедры двигателей, основанной его отцом - генерал-майором, д.т.н. проф. Ю.А. Степановым. Однако он не терял связи с ЦИАМ, Институтом механики МГУ и другими научно-исследовательскими и учебными институтами.

Под научным руководством Георгия Юрьевича выполнено 9 докторских и около 30 кандидатских диссертаций.

Под его авторством или научной редакцией опубликовано 13 книг.

Идея создания книги воспоминаний о Г.Ю. Степанове, предлагаемой вашему вниманию, принадлежит одному из его учеников В.В. Соломаю, за что мы ему бесконечно благодарны. Им выполнены основные работы по формированию книги, ее изданию, а также подготовке настоящей презентации, в том числе фильма, который вы увидите.

В ЦИАМ, где Г.Ю. Степанов проработал почти 30 лет (до 1973 года), о нем написали свои воспоминания главный специалист отдела турбин, д.т.н. В.Д. Венедиктов и помощник генерального директора института, генеральный директор журнала "Двигатель" Д.А. Боев.

Мы очень благодарны, что на нашу просьбу написать воспоминания откликнулся один из учеников Георгия Юрьевича, генерал-полковник С.А. Маев, бывший начальник ГАБТУ МО (1996-2004), начальник ДОСААФ, сейчас - один из руководителей НАМИ

От имени авторов выражаю искреннюю благодарность за ценные советы по изданию книги и написание вводной статьи к ней Президенту - Председателю Правления АССАД д.т.н. В.М. Чуйко

Поделились своими воспоминаниями о Г.Ю. Степанове сотрудники ВА БТВ - три его любимых "богатыря" (как он выразился, когда в середине 60-х годов привел их к нам в НИИД на практику) - в настоящее время профессор ГТУ МАДИ д.т.н. И. Иванов и С. Богданов, а также к.т.н В. Журкин, бывшие сотрудники ВА БТВ М. Буренков, д.т.н. О. Брилев, д.т.н. В. Ковалев и др

Воспоминания о Г.Ю. Степанове написали сотрудники МГТУ им. Баумана В. Иванов и В. Моляков, коллеги, друзья и ученики из НИИ механики МГУ, сотрудники 38 НИИ МО.

Десятки очерков воспоминаний отражают разные черты характера Георгия Юрьевича, из чего складывается достаточно полное представление об этом Человеке, Ученом и Воспитателе научных кадров.

В книге использованы сохраненные у многих из нас документальные материалы, рукописи, рецензии и фотодокументы, связанные с Георгием Юрьевичем.

Я благодарю рецензентов за доброжелательные отзывы и ценные советы по подготовке книги к изданию.

Большую признательность выражаю генеральному директору издательства ООО "ИИРА МЕГАЛИОН" Л.В. Сергеевой за качественное и быстрое издание книги и хорошее взаимопонимание при ее подготовке к печати.

И в заключение хочу сказать, что книга издана тиражом 500 экз. на народные деньги. Среди присутствующих много тех, кто внес свой вклад в ее издание. Было бы нескромно перечислять их фамилии. Разрешите мне от имени авторов-составителей выразить им огромную благодарность. СПАСИБО!

Распространение книги мы решили сделать бесплатным. По поводу ее приобретения следует обращаться к Соломаю В.В. (+7 916-441-19-50) или Троицкому Н.И. (+7 903-688-27-43)

СЛАВНЫЕ ИМЕНА ИНЖЕНЕРИИ ОТЕЧЕСТВА

БОРИС ГРИГОРЬЕВИЧ ЛУЦКОЙ

Дмитрий Александрович Боев, генеральный директор журнала "Двигатель"



Автомобиль марки Loutzky, показанный Борисом Григорьевичем на выставке в Берлине в 1899 году

Мы настолько привыкаем к выверенному очевидцами и историками течению фактов и событий прошедшего, что, практически, почти любое новое открытие чего-то прочно забытого, вносящее некую неу

порядоченность в строгое чередование известных фактов, вызывает даже внутреннее отторжение. И многое из нововосстановленного в правах истинности меняет привычное восприятие истории. В результате, зачастую то, что было ясным и связным, оказывается несколько (или даже совершенно) иным. И факты составляют как стекляшки в калейдоскопе - совершенно иной узор прошедшего.

И это относится не только к политической или социальной сторонам истории. В истории техники немало и упрощения, и упущенных ключевых действующих лиц, и неучтённых фактов, последствия действий которых мы ощущаем и пользуемся которыми и до сих пор.

Вот одной из областей, где наиболее плотно сгруппированы именно такие, ранее успевшие забыться моменты - конец XIX - начало XX века - время появления механических транспортных средств - машин, лодок, а после и управляемых летательных аппаратов. Время начала широкого применения тепловых моторов в транспортной технике. И здесь при внимательном рассмотрении находится столь много удивительного, в первую очередь - настолько поразительные действующие лица, что совершенно непонятно, каким образом могли они выпасть из-под пристального взгляда историков? Впрочем, что удивляться: последующие события настолько изменили лицо общества и расстановку приоритетов, что казавшееся современникам важным и значительным, по сравнению с грянувшими затем войнами, революциями и более поздними техническими новациями просто терялось.

В числе такого - личность и деятельность удивительнейшего человека: инженера, изобретателя, предпринимателя и политика - да мало ещё кого - Бориса Григорьевича Луцкого. Настолько неоднозначная личность с точки зрения историков техники - кто-то считал его великим изобретателем, кто-то - удачливым предпринимателем и компилятором. Немецкая литература по истории техники не слишком охотно говорит о нём: признавать, что объективно, человек, изобретения которого привели автомобильный, скажем, двигатель к такому виду, каким мы его знаем и по сию пору (изменения только в деталях), живший в Германии - был российским подданным. Да ещё и евреем, пережившем в Берлине две войны. Но, похоже, что и немецкая и русская автомобильная промышленность во многом начиналась и развивалась на двигателях именно его разработки. Поставки для русской армии дали ему, выходцу из богатой еврейской семьи, потомственное дворянство. И



постоянно он несколько менял фамилию: Луцкий - Лутский - Луцкой - von Loutzkoу ... А знакомство с высшими кругами почти всех европейских стран и работа на крупнейшие немецкие концерны не мешали ему в то же время быть поставщиком для русской армии. И при этом всю Первую мировую войну прожить в Берлине. В советской литературе даже бытует устойчивое мнение (вряд ли чему-то соответствующее), что это время он провёл в берлинской тюрьме Шпандау, будучи посажен туда при весьма боевых обстоятельствах в начале войны. И, мало того, в начале 20-х годов, вернувшись на родную землю, помер от эпидемии. Однако, и это вряд ли. Его изобретения регулярно появлялись до начала 40-х годов. Как и вся старая аристократия, не сойдясь с немецкими властями, он, перестав быть фигурой публичной, тем не менее работал над изобретениями в области гражданской автомобильной техники. И, мало того, не так давно стало известно, что от него, именовавшегося уже baron von Loutzkoу, пришло в Советскую Россию наиболее пространное предупреждение о времени начала войны с Россией, силе и направлении удара... И последнее его изобретение было зарегистрировано в 1943 году. А вот в каком году, как и при каких обстоятельствах он умер и где погребён - так никто и не знает. И кем он был на самом деле в Германии - тоже. Удивительная фигура.

С деятельностью этого человека удалось познакомиться благодаря двум нашим современникам. Это, прежде всего, Александр Владимирович Фирсов - историк, заинтересовавшийся фигурой и деятельностью Луцкого и сумевший поднять архивы многих крупнейших европейских фирм, с которыми сотрудничал Луцкой, в первую очередь, концерна "Даймлер-Бенц", а также MAN и других. Фонды архива российских Органов, посвящённые Луцкому до сих пор в основе своей мало употребимы. По крайней мере в той, что касается последних лет его жизни. Что даёт только почву воображению, но сути не проявляет. Автором в 2015 году была выпущена в Запорожье по результатам исследования большая 650-страничная монография, включившая в себя и результаты исследований и богатую ма-



териалографию исходных документов. Так, здесь впервые представлены, скажем, более 200 патентов на изобретения, выданных Б.Г. Луцкому в разных странах мира, и дан их анализ. Впервые целостно освещена жизнь, конструкторская и изобретательская деятельность Б.Г. Луцкого. Описана его деятельность на благо Родины. Научная биография написана на основе большого количества новых литературных источников и архивных материалов, впервые введенных в научный оборот. В силу последних событий на Украине, этот труд - увы - практически не известен в России.

И вторая личность, участию которой мы обязаны появлению этого исследования деятельности Луцкого - д.т.н., президент АО "МОТОР СИЧ" и член редакционного совета нашего журнала В.А. Богуслаев, который всесторонне поддержал выход книги, полностью разделяя взгляды автора на значимость личности Луцкого в нашей истории - и технической и политической.

На вышедшую монографию - с великим уважением к труду её создателя - я и буду здесь ссылаться в наибольшей степени, как на наиболее авторитетный и обоснованный труд. И со всеми вопросами по поводу нашей публикации прошу также обращаться к автору монографии.



Моторная телега Б. Луцкого 1898 г. На фирме "Даймлер". Слева направо - В. Лоренц, основатель фирмы "Даймлер Моторен Гезельшафт", Б. Луцкий, В. Майбах и Г. Даймлер.

Из предисловия к книге: "Б.Г. Луцкий родился 3 (по новому стилю 15-го) января 1865 г. в г. Бердянске Таврической губернии. Детство провел в имении родителей в селении Андреевка Бердянского уезда. В 1875 г. после окончания одноклассного училища уехал на учебу за границу в Германию, в Высшую техническую школу г. Мюнхена. Еще будучи студентом, Луцкий сделался одним из перспективных разработчиков газовых моторов. По окончании института он получил ряд выгодных предложений от немецких фирм относительно сотрудничества. Для отбытия воинской повинности Луцкий посетил Россию, после чего вернулся в Германию, где поступил инженером в фирму "Ландес и Машиностроительная Компания". А в 1888 году на Мюнхенской выставке в качестве одного из экспонатов был выставлен сконструированный Луцким газовый двигатель. Это изобретение привлекло внимание специалистов, а фирма Koebers-Eisenberg тотчас приобрела на него патент. В конце 1890 года Луцкий получил приглашение занять место главного инженера в "Нюрнбергской машиностроительной компании" - одной из крупнейших подобных фирм Германии, которая выкупила патент на его газовый двигатель. В течение последующих 6 лет изобретатель наладил серийное производство двигателей внутреннего сгорания и разработал несколько новых экспериментальных моделей.

Судьба так сложилась, что Б. Г. Луцкий почти всю жизнь прожил в Германии, но всегда был патриотом своей родины. Даже в патентах на изобретения он подчеркивал свою связь



Автомобиль Луцкого для перевозки почты, представленный на выставке в Берлине в 1899 году, выпускавшийся фирмой Gesellschaft für Automobilwagenbau

с отечеством. До 1919 г. в патентах на изобретения Б. Г. Луцкий указывал, что является подданным царской России. С 1919 по 1924 г. указывал, что является подданным России. С 1924 по 1925 г. указывал, что является гражданином Российской республики, а с 1926 по 1932 г. снова стал указывать в патентах, что является подданным России. После 1932 г. Б. Г. Луцкий стал указывать в патентах, что он бывший подданный императора России, в настоящее время не имеющий гражданства.

Б. Г. Луцкий (с 1911 г. - Луцкой) в конце XIX - первой половине XX века был одним из самых известных изобретателей и конструкторов Европы. Средства массовой информации того времени с восхищением писали о его достижениях, называя "знаменитым конструктором русских подводных лодок", "гениальным пионером в строительстве газовых двигателей", "гением автомобилестроения, который пользуется большой репутацией в кругах автомобилистов".

Известный историк автомобилестроения В.И. Дубовской, который в течение многих лет занимался исследованием жизни и деятельности Б. Г. Луцкого, в книге "Автомобили и мотоциклы России (1896-1917 гг.)" пишет: "Диапазон конструкторских разработок русского инженера Б. Г. Луцкого не знает себе равных. Им были созданы оригинальные стационарные газовые, керосиновые и бензиновые двигатели внутреннего сгорания, двигатели для автомобилей, трициклов, надводных судов, подводных лодок и самолетов. Диапазон мощностей этих двигателей от 1 до 6000 л. с. Б. Г. Луцкой также является конструктором автомобилей, трициклов, квадрациклов и самолетов".

Б. Г. Луцкий так много сделал для Российской империи, что за заслуги перед отечеством в 1906 г. император Николай II присвоил ему звание потомственного почетного гражданина Российской империи, а в 1911 г. пожаловал ему и дворянский титул. При этом его фамилия была изменена на Луцкой.

К сожалению, длительное время имя Луцкого было незаслуженно забыто как на родине, так и за рубежом. После событий 1917 г. с приходом к власти большевиков о дворянине



Б. Луцкой демонстрирует свой автомобиль императору Николаю II на Марсовом поле



"Моторная телега г. Луцкого признана специальной технической комиссией очень подходящей для военных целей, как для быстрой перевозки грузов, так и для передвижения войск. Моторная телега уже находится в деле - она служит теперь для перевозки грузов Ижорских заводов из Колпина в Петербург". Из статьи в журнале "Нива" о грузовике фирмы ММВ (Motorfahrzeug- und Motorenfabrik Berlin), продемонстрированном Луцким в Петербурге в 1901 году "Двигатель Луцкого". Здесь: Моторная телега Луцкого, произведенная российской фирмой "Лесснер"

Б. Г. Луцком перестали упоминать в СМИ, считая его "беглым эмигрантом" и "классовым врагом". То же самое произошло и в Германии с приходом к власти нацистского режима: имя Б. Г. Луцкого исчезло со страниц всех немецких газет и журналов. Невозможно было допустить, чтобы все узнали о том, что одним из основных создателей многих двигателей для автомобилей, самолетов, подводных и надводных судов Германии, а также одним из создателей любимой марки автомобиля Гитлера - "Мерседес" был российский подданный, да еще еврейской национальности. Даже в архивах компании "Даймлер-Бенц", где Б. Г. Луцкий проработал более 15 лет и был одним из ее директоров, многие документы, связанные с его именем, были либо уничтожены, либо глубоко спрятаны в закрытых запасах. А о времени фашистского режима легендарная фирма сейчас старается вообще не вспоминать.

После окончания Второй мировой войны советские истори-



Самолёт Лутскоу-1 с оперением типа Таубе

ки начали фрагментарно упоминать о Б. Г. Луцком, а большинство их немецких коллег продолжали упорно о нем молчать. Во второй половине XX в. лишь П. Кирхберг из Восточной Германии и В. Гебхардт из Западной Германии приоткрыли "железный занавес" над именем Луцкого. Они вспомнили о нем в контексте краткого освещения истории немецких компаний "Аргус", "Штёвер" и "Гезельшафт фюр Аутомобилвагенбау". О том, что Б. Г. Луцкой длительное время работал в знаменитом концерне "Даймлер Моторен Гезельшафт", они умалчали. Только в начале XXI в. концерн "Даймлер" вспомнил на корпоративном сайте и в некоторых печатных изданиях про Б. Г. Луцкого - в основном в связи с презентацией "Моторных телег Луцкого" в Санкт-Петербурге в 1901 г. Возможно, изменению официальной позиции концерна - не упоминать о Б. Г. Луцком, способствовало наступление "эры Интернета" и повышенный интерес к деятельности знаменито-



Грузовик Луцкого

го русского конструктора..... Даже одно простое обсуждение деятельности Б. Г. Луцкого требует обширных экскурсов в историю различных разделов науки и техники (механики, химии, гидравлики, теплотехники, электротехники, сопротивления материалов и др.), в историю многих компаний Российской империи, Европы и Америки, на которые он работал и с которыми сотрудничал ("Лесснер", "Maschinenbau-Aktiengesellschaft Nurnberg", "Allgemeine Motorwagen Gesellschaft", "Motorfahrzeug und Motorenfabrik Berlin", "Daimler Motoren Gesellschaft", "Argus", "Stoewer", "Howaldtswerke-Deutsche Werft Gesellschaft", "Panhard & Levassor", "Georg Milnes & Co., Ltd.", "Holland-Torpedo-Boat Company" и др.).

Кроме того, как оказалось, в зарубежных публикациях фамилию Бориса Григорьевича писали по-разному: Lutzki, Liitzky, Lutzki, Lutzkoi, Lutzkay, Lutzky, Loutzky, Loutzkoi, Loutzkoj, Loutzkoy, Lutzkoy, Lutzkoy, von Loutzkoy, baron Loutzkoy, Lentzkoy, Lotzkoy и т.д. Это также усложнило автору процесс написания книги. Чтобы не ошибиться, приходилось уточнять - касается ли найденная информация именно Б.Г. Луцкого, а не другого человека..." [окончание цитаты из предисловия к книге А.В. Фирсова]

Мы планируем публиковать в нескольких номерах журнала отрывки из данной монографии и иных источников, любезно переданной редакции В.А. Богуслаевым при посредстве президента АССАД д.т.н. В.М. Чуйко, поскольку уверены, что память о тех, кто является славой отечественной технической мысли, непременно должна сохраниться в памяти Отечества. Это тем более важно в наш юбилей, поскольку в журнале "Двигатель" сто и более лет назад Б.Г. Луцкой был одним из любимых героев.

А

(Продолжение следует)

Литература

1. Фирсов А.В. Борис Григорьевич Луцкий (Луцкой) - инженер, конструктор, изобретатель. - Запорожье: Издательство АО "МОТОР СИЧ", 2015 г. - 653 с.

Из доклада директора Б. Луцкого в Политехническом Берлинском обществе, Der Motorwagen № 5, 1899

"...В последней модели я поместил колонку - очень простое и удобное для водителя решение. На колонке находится и рычаг сцепления, там же включается ток для зажигания и регулируется подача бензина, что позволяет контролировать скорость. На оживленных дорогах желательно включать освещение, это делается тоже быстро и просто. В полу находится тормозная педаль, нажимая на нее ногой, можно привести моторную коляску к моментальной остановке. Теперь применяю специальный рычаг (новейшее мое изобретение), через который одновременно заводится мотор и включается сцепление."

Къ подписчикамъ журнала

„Двигатель“ и „Технической Математики“.

Редакция „Техническаго Издательства инж. Н. Кузнецова“ заалена письмами подписчиковъ, жалующихся на неполученіе очередныхъ номеровъ журнала и — преимущественно — на невысылку уже давно обѣщанной и неоднократно откладывавшейся выпускъ первой части „Технической математики“.

Однако, до сего времени Издательство лишено было возможности дать удовлетворительныя объясненія творимымъ задержкамъ. Дѣло въ томъ, что, твердо проводя (въ цѣляхъ сепаратнаго мира) свою провокаціонную политику, лишая рабочія массы наиболѣе производительныхъ элементовъ и искусно поселяя во „взятыхъ на учетъ“ глухое раздраженіе и неуверенность въ завтрашнемъ днѣ, правительство царя въ то же время принимало всѣ мѣры къ тому, чтобы свѣдѣнія объ истинномъ положеніи вещей не распространялись. И въ силу цензурныхъ стѣсненій редакция была лишена возможности объяснить своимъ подписчикамъ, что въ Петроградѣ набирать и печатать книги *почти что никому*, а среди немногихъ работниковъ печатнаго дѣла за послѣдній годъ забастовка *почти что не прекращалась*. При такихъ условіяхъ сроки, назначаемые Издательствомъ, помимо воли послѣдняго отодвигались и отодвигались, вызывая въ подписчикахъ подозрѣніе, ужъ не собирается ли Издательство (существующее *обыкновенный годъ*) присвоить задаточныя суммы.

Издательство можетъ сказать лишь слѣдующее. Задержки въ выпускѣ книгъ прежде всего нарушаютъ матеріальныя интересы самого Издательства, которое теряетъ десятки тысячъ рублей изъ-за невозможности вести свой торговый оборотъ въ намѣченномъ размѣрѣ. Такимъ образомъ болѣе чѣмъ странно было бы предположить, будто происшедшія задержки входятъ въ какой-то коммерческій (?) расчетъ Издательства.

Во всякомъ случаѣ всѣ принятыя на себя Издательствомъ обязательства будутъ осуществлены въ полномъ размѣрѣ. Въ отношеніи „Двигателя“ ближайшіе планы таковы. Для возстановленія нормальныхъ сроковъ выпуска ближайшій номеръ журнала выйдетъ тройной тетрадью (№№ 4, 5 и 6), а слѣдующій — двойной (№ 7 и 8). Однако, общая емкость журнала отъ этого не только не уменьшится, но даже наоборотъ *увеличится*. Такъ, несмотря на обѣщаніе выпускать журналъ въ размѣрѣ 12-ти полосъ, № 3-й заключаетъ въ себѣ 16, а утроенный номеръ предположенъ въ размѣрѣ не 36-ти полосъ, а по крайней мѣрѣ 40-а.

Что касается обѣщаннаго въ приложеніи справочника „Вся техника“, то таковой будетъ разосланъ *не ранѣе конца года*.

Относительно „Технической математики“ Издательство затрудняется дать какія-либо срочныя обѣщанія. Можемъ сказать только, что типографія *формально* обязалась сдать 1-ую часть не позднѣе 15-го декабря 1916 года, а между тѣмъ и понынѣ книга еще полностью не отпечатана. Скажемъ одно: если нормальный порядокъ работъ возстановится быстро, тогда 1-ая часть (Ариметика) выйдетъ *сейчасъ же послѣ Пасхи*. Если же въ рабочей жизни Петрограда произойдутъ новыя осложненія, Издательство слагаетъ съ себя всякую отвѣтственность и можетъ лишь, какъ оно дѣлаетъ это и теперь, вернуть подписчикамъ „Математики“ ихъ задатки.

Теперь еще два слова о размѣрѣ изданія и выходѣ въ свѣтъ остальныхъ частей. Подписчики должны знать, что изъ всѣхъ четырехъ книгъ „Ариметика“ — самая *маленькая* по размѣру. Поэтому печатаніе остальныхъ частей не можетъ произойти такъ быстро, какъ этого бы хотѣлось. Тѣмъ не менѣе предположено „Геометрію“ и „Алгебру“ печатать въ двухъ типографіяхъ и выпустить ихъ слѣдомъ другъ за другомъ.

Во всякомъ случаѣ Издательство еще разъ подтверждаетъ подписчикамъ, что всѣ, принятыя имъ на себя обязательства, будутъ строго выполнены, какъ выполнялись они и до сихъ поръ.

Техническое Издательство Инж. Н. Кузнецова.

Уважаемые читатели! В оформлении обложки прошлого (№1, 2017 г.) и этого номеров нашего журнала была использована сохранившаяся в Центральной Политехнической библиотеке обложка последнего номера, выпущенного издательской группой Кузнецова и Нагеля в феврале 1917 г. Мы посчитали небезинтересным опубликовать редакционное обращение к читателям, помещенное в том же номере журнала и описывающее создавшуюся ситуацию.

Издатели научно-технического журнала „Двигатель“, А. Бажановъ и Д. Боевъ, 2017 год.

"ОЛДТАЙМЕР-ГАЛЕРЕЯ" 2017 ГОД

Александр Иванович Бажанов, член-корреспондент Российской и Международной инженерных академий

В марте 2017 г. в выставочном центре "Сокольники" прошла XXVI Выставка старинных автомобилей и антиквариата "Олдтаймер-Галерея". На этот раз главным событием выставки стала экспозиция "Первые моторы России", посвященная 110-летию Собственного Его Императорского Величества гаража.

В выставочном зале, оформленном в стиле международных автомобильных салонов начала прошлого века, размещены автомобили и мотоциклы "царской коллекции", выпущенные до 1917 года и привезённые со всего мира. Сто лет назад последний русский царь владел самым многочисленным автопарком среди европейских монархов, по обыкновению тех лет называл свои автомобили "моторами" и всячески содействовал "моторизации" страны.

Не все автомобили-патриархи сумели пережить безумный и жестокий XX век, однако, войнам, революциям и пожарам назло, посетители выставки смогли увидеть давно не существующие автомобили Пузырёва и электрокэбы Романова, омнибусы "Дукс" и грузовики "Лесснер", спорткары кузовной фабрики Ильина и лимузины фирмы Ивана Брейтигама - на выставке была представлена уникальная коллекция из шестидесяти работ знаменитого художника и дизайнера Александра Николаевича Захарова, посвящённых романтической эпохе начала автомобилизма в России.

От тех времён мало что сохранилось - "наследие царского режима" у нас не берегли, поэтому каждая реликвия той блистательной эпохи имеет огромную историческую ценность. В витринах демонстрировались ранее не публиковавшиеся рисунки и документы, призовые кубки Императорских гонок, костюмы пионеров моторизации, карты автодорог, автомобильные игрушки, таблички исчезнувших заводов и накатные эмблемы - орлы со спилёнными коронами. На стенах - более ста редчайших фотографий, запечатлевших последнее десятилетие Российской Империи, сделанные придворными фотографами и членами царской семьи, в которой почти у каждого был фотоаппарат. Всё это былое величие создало атмосферу дореволюционной автомобильной России, позволило проникнуться реалиями безвозвратно ушедшей эпохи.

И, как всегда, традиционно, на выставке были представлены работы реставрационных мастерских и коллекционных бюро, клубов любителей автостарины и частных коллекционеров. Для них был отведён отдельный зал, в котором свой 90-летний юбилей отпраздновала компания Volvo, представив настоящие жемчужины шведской марки: P1800, Amazon, 244 и 960 Royal.

Воспользуемся ситуацией и неспеша пройдемся по залу с "царскими моторами".

Яковлев и Фрезе (Россия, 1896 год)

Первый российский автомобиль, построенный в 1896 году в Санкт-Петербурге и впервые продемонстрированный публике на XVI Всероссийской промышленной и художественной выставке в



Нижегородском летом того же года. В современной историографии именуется как "автомобиль Яковлева и Фрезе", так как построен в цехах экипажной фабрики Петра Александровича Фрезе с использованием двигателя, сконструированного и изготовленного на заводе Евгения Александровича Яковлева.

Одна из легенд о знакомстве Яковлева и Фрезе гласит, что оно состоялось на Всемирной выставке в Чикаго в 1893 году, где оба видели экспонировавшийся там "Бенц" модели "Виктория". Вероятнее всего, что именно он послужил образцом для создания первого русского автомобиля.

19 июля 1896 года на выставке в Нижнем Новгороде первый российский "самодвижущийся экипаж" демонстрировался в действии Николаю II и императрице Александре Фёдоровне. Путешественник Леонид Владимирович Колотиллов, приехавший на выставку в Нижний Новгород из Санкт-Петербурга на велосипеде, оказался свидетелем этого показа и описал его в своей книге: "Во время пребывания Их Императорских Величеств на Всероссийской Выставке в Нижнем Новгороде, Его Императорское Величество Государь Император изволил обратить внимание на этот экипаж и г. министр финансов ст. секр. С. Ю. Витте доложил Государю, что это первый механический экипаж, построенный в



России. Его Императорскому Величеству благоугодно было видеть его в действии. Тотчас-же владелец и фабрикант его г. Фрезе, проехал перед Их Императорскими Величествами, окруженными многочисленной свитой".

Дальнейшая судьба первого российского "самодвижущегося экипажа" неизвестна. На выставке представлена реплика автомобиля Яковлева и Фрезе, изготовленная реставраторами музея газеты "Авто-Ревю".

Stoewer Der grosse Motorwagen (Германия, 1899 год)

Автомобили под маркой Stoewer выпускались с 1899 по 1943 год в немецком городе Штеттин. Сегодня он является польским и называется Щецин. История предприятия Gebruder Stoewer, в переводе "Братья Штевер", типична для тех лет: сначала швейные и пишущие машинки, затем велосипеды, а потом и автомобили - легковые модели и грузовики. Название марки в нашей стране произносили по-разному - то "Стевер", то "Штевер".



Представители завода Gebruder Stoewer часто менялись. В 1905 году грузовики Stoewer предлагал петербургский торговый дом "Победа", затем представительство перешло к товариществу Т.И. Гаген, располагавшему отделениями в Санкт-Петербурге, Москве, Варшаве, Киеве и Одессе. Реклама 1912 года утверждала, что интересы марки в России представляет Санкт-Петербургское автомобильное товарищество.

К началу Первой мировой войны сеть представителей фирмы Stoewer была чуть ли не самой обширной и охватила многие города России: Санкт-Петербург, Москву, Ригу, Тифлис, Киев, Воронеж, Варшаву, Выборг, Лодзь, Одессу, Полтаву, Самару, Ярославль, Симферополь и Сочи. Реклама утверждала, что автомобили Stoewer "отличаются наивысшей простотой конструкции, внутренней точностью, долговечностью, высоким достоинством, изящным стилем выполнения, экономичностью в употреблении".

На выставке представлен экземпляр самой первой модели фирмы, название которой звучит как Der grosse Motorwagen или в переводе - "большой моторный экипаж".

De Dion-Bouton Model Z (Франция, 1905 год)

Французская фирма De Dion-Bouton была основана в 1883 году маркизом Де Дионом, механиком Жоржем Бутоном и инженером Шарлем-Арманом Трепарду под названием De Dion-Bouton et Trepardoux. Маркиз выступал в роли финансиста, Бутон работал сборщиком и технологом, а в лице Трепарду было представлено конструкторское бюро. Производство транспортных средств началось с паровых автомобилей, один из которых принял участие в первой в мире гонке Париж - Руан в 1894 году и даже пришел первым к финишу. Но он был дисквалифицирован судьями, и поэтому главный приз достался "Пежо" с бензиновым мотором.

Возможно по этой причине в 1895 году Де Дион и Бутон приняли решение заниматься только бензиновыми двигателями, а не-



согласный с ними Трепарду покинул фирму, название которой сократилось до De Dion-Bouton. Настоящим успехом в новом направлении стал одноцилиндровый мотор, ставший силовым агрегатом для первых моделей множества автопроизводителей, таких как немецкий Cudell, французские Delage, Peugeot, Renault и других. Легкие колясочки De Dion-Bouton, в которых пассажиры сидели напротив друг друга или vis-a-vis, стали самыми массовыми на рубеже веков: всего в 1899-1902 годах их сделали почти три тысячи экземпляров.

В дореволюционной России эту марку в обиходе называли "Дион-Бутон", и в самом начале XX века она являлась самой распространенной в Санкт-Петербурге. "Каждый проходивший по Невскому видел четырехместные коляски Дион-Бутон, то и дело мелькающие взад и вперед, пропагандируя идею механического передвижения". Так писал журнал "Автомобиль" в №3 за 1903 год. К тому времени фирма уже завоевала любовь российских "мотористов" своими трициклами, популярность которых пришла на самый конец XIX века, а также легкими колясочками с расположенным сзади двигателем. Марку De Dion-Bouton в Санкт-Петербурге представлял экипажный фабрикант Петр Александрович Фрезе, а в Одессе - барон Александр Александрович Рено. Позже представительство на юге перешло к Павлу Федоровичу Фаатцу.

Новейшим типом 1903 года стал De Dion-Bouton классической компоновки с расположенным спереди двигателем и кузовом типа "тонно": пассажиры в нем попадали на свои места через дверцу в задней стенке кузова. Именно такой автомобиль с одноцилиндровым двигателем мощностью 8 л.с. представлен на выставке.



Mercedes Simplex 28/32PS (Германия, 1905 год)



Название Mercedes появилось в 1902 году для обозначения легковой продукции Daimler Motoren Gesellschaft, именовавшейся до того маркой Daimler - фамилией основателя фирмы Готлиба Даймлера. Вплоть до появления в 1926 году объединенной марки Mercedes-Benz имя Daimler продолжало использоваться на грузовиках и автобусах, а также для названия совместных предприятий: австрийского Austro-Daimler, британского Milnes-Daimler, итальянского De Luca-Daimler, российского "Лесснер-Даймлер" и других.

Первые поставки в Россию продукции Daimler Motoren Gesellschaft относятся к 1890 году - это были стационарные двигатели внутреннего сгорания и пожарные насосы. Первый автомобиль марки Daimler официально поставили в Россию в 1898 году, а в 1902-1904 годах производство двигателей внутреннего сгорания, легковых автомобилей Mercedes и грузовиков Daimler было налажено в Санкт-Петербурге на заводе Лесснера, который также выполнял и функции торгового представителя немецкого предприятия. Лицензионный выпуск "Даймлеров" и "Мерседесов" продолжался до 1909 года.

В 1910 году компания Daimler Motoren Gesellschaft открыла в Москве собственное отделение, отдав ему в подчинение всех российских торговых агентов. Отделение разместилось по адресу: Неглинный проезд, 17 - напротив здания Государственного банка. Здание конторы в стиле модерн спроектировал известный архитектор Вячеслав Олтаржевский. С открытием собственного отделения увеличились поставки в Россию. Если в 1908 году в нашу страну отправился только один автомобиль, то в следующем их уже девять, в 1910 году - 31, в 1911 году - 105, в 1912 году - 134, в 1913 году - 107 и за неполный 1914-й - 79. По этому показателю Россия оказалась в экспортных лидерах наряду с Великобританией, Австро-Венгрией и всей Южной Америкой.



С началом Первой мировой войны представительство Daimler Motoren Gesellschaft закрыли, а принадлежавшее ему имущество изъяли: "Мерседесы" были отправлены на службу в Русскую Императорскую армию.

На выставке представлен Mercedes Simplex модели 28/32PS, которая выпускалась с 1901 по 1905 год. Число цилиндров - четыре, мощность - 32 л.с., рабочий объем - 5315 см³, скорость - около 60 км/ч.

Berliet 40HP (Франция, 1906 год)

Автомобильная марка Berliet - фамилия отца-основателя предприятия Мариуса Берлие, представителя династии ткацких фабрикантов из Лиона, который в конце XIX века увлекся автомобилями и основал собственное предприятие по их выпуску. Модельный ряд "Берлие" был очень обширным: несколько типов легковых автомобилей, грузовики, автобусы и специализированная техника.

В России о марке "Берлие" впервые подробно написал журнал "Автомобиль" в 1907 году. На следующий год появился и первый российский представитель - им стал московский торговый дом "Георгий Жемличка и К", расположенный в Столешниковом переулке, дом 5. Жемличка был хорошо известен спортивной и технической Москве как велогонщик и торговец велосипедами, а позже мотоциклами и автомобилями. Как и многие торговцы, Георгий Жемличка поначалу являлся представителем нескольких марок, но в 1908 году сделал ставку только на "Берлие".

Хорошая репутация, активная реклама и победы в гонках быстро сделали "Берлие" самым популярным автомобилем в Москве - к 1914 году французская марка стала лидером по числу машин, опередив немецкие "Бенцы", "Мерседесы" и "Опели". Об автомобилях Berliet российские журналисты писали исключительно в восторженных тонах: *"В одной и той же машине соединены такие трудно совместимые качества, как недорогая цена и бесспорная прочность вместе с большой скоростью"*.

В Санкт-Петербурге автомобилями "Берлие" торговало товарищество "Политехник", расположенное по адресу Троицкая улица, дом 13, но такого успеха как Жемличка, оно не достигло. Еще одно представительство Berliet было в Одессе и называлось "Рено-Палас" по фамилии барона Александра Александровича Рено.

Автомобили "Берлие" присутствовали и в списках Собственного Его Величества гаража - в 1911-1912 годах закупили четыре грузовика этой марки для хозяйственных нужд императорского двора.



На выставке представлен Berliet 40HP с четырехцилиндровым мотором мощностью 40 л.с. и кузовом типа "лимузин", изготовленный в 1906 году.



Buick Model F (США, 1908 год)

Buick Motor Company ведёт отсчет своей истории с 19 мая 1903 года, когда Дэвид Данбар Бьюик официально зарегистрировал компанию по производству автомобилей в городке Флинт, штат Мичиган. Первые модели обозначались буквами алфавита, но не по порядку, а начиная с В, потом последовали С, F и G. Таким образом, модель F стала третьей по счёту.

Модель F производилась с 1906 по 1910 год - за это время выпустили 3465 автомобилей. Конструкция Buick Model F принципиально не отличалась от предыдущих моделей: двухцилиндровый горизонтальный оппозитный мотор мощностью 22 л.с. и объемом 2610 см³, расположенный под сиденьем водителя, сцепление конического типа, планетарная коробка скоростей с двумя передачами и цепной привод на задние колеса. Скорость автомобиля составляла от 50 до 60 км/ч. Руль на всех "Бьюиках" до 1914 года располагался с правой стороны. Стоимость Buick Model F в 1908 году составляла \$1250.



Наличие планетарной коробки передач определило особый порядок управления, отличающийся от классической трансмиссии со сцеплением и механической коробкой передач. У модели F было четыре педали: педаль акселератора, парковочный тормоз на задние колёса, педаль включения низшей передачи, педаль включения заднего хода. Ещё один тормоз, так называемый "трансмиссионный", приводился длинным рычагом, расположенным на правой стороне кузова, и останавливал автомобиль путём обжатия лентами барабана на трансмиссионном валу. Этим тормозом водитель обычно пользовался при езде. Педаль акселератора дублировал "ручной газ" - один из двух рычажков на руле. Второй рычажок регулировал установку опережения зажигания - момент ранней или поздней искры.

В России до революции автомобили марки Buick не получили широкого распространения - в Москве и Петербурге числилось по несколько машин. До революции и в раннее советское время существовало несколько вариантов написания марки на русском языке: "Буйк", "Бюйк", "Бюик", но в итоге прижился вариант "Бьюик".



Delaunay-Belleville 40HP (Франция, 1905 год)

В России название этой французской марки писали по-разному: "Делонэ-Белльвилль", "Делоне-Бельвилль", "Делане-Бельвилль" и даже слитно как "Делонебельвилль". Акционерное общество S.A. des Automobiles Delaunay-Belleville было основано в 1903 году в парижском пригороде Сен-Дени, но еще задолго до начала производства автомобилей это имя сделалось известным всему миру: предприятие изготавливало паровые котлы для боевых кораблей, состоящих на вооружении у разных стран, включая и Российский Императорский флот. Так, 24 горизонтально-водотрубных котла "системы Бельвиля" вырабатывали пар для двух трёхцилиндровых паровых машин тройного расширения, приводивших в движение императорскую яхту "Штандарт". Котлы делались не только для кораблей, но и для паровозов, а заработанная в этом деле отменная репутация стала самым главным начальным капиталом новой автомобильной марки Delaunay-Belleville.

Первые автомобили "Делоне-Бельвилль" были продемонстрированы в 1904 году на выставке в Париже. Уже на первых моделях появился фирменный стиль - радиатор круглой формы, остававшийся неизменным до Первой мировой войны и напоминающий об основной продукции.

В 1906 году один "Делоне-Бельвилль" приобрели для Николая II, а всего же в Собственном Его Императорского Величества гараже за все время его существования побывало восемь автомобилей Delaunay-Belleville. Кроме Николая II этой французской марке отдавали предпочтение великие князья Михаил Александрович, Александр Михайлович, Борис Владимирович и Сергей Михайлович. Из мировых правителей на Delaunay-Belleville ездили американский президент Теодор Рузвельт, президент Франции Пуанкаре, король Дании Фредерик VIII, греческий король Георг I, британский король Эдуард VII, австрийский эрцгерцог Франц-Фердинанд.

Любовь русского царя сделала Delaunay-Belleville самой русской из всех французских марок. В те годы такая репутация дорогого стоила: Российская Империя числилась не только главным союзником Французской республики, но и основным кредитором, а французские рантье свято верили, что в мире нет ничего надежнее золотого рубля и облигаций русского займа. Падение монархии в 1917 году эхом отозвалось в Сен-Дени, превратив процветающее предприятие в рядового автопроизводителя, прекратившего свое существование в 1948 году.

На выставке представлен Delaunay-Belleville 1909 года выпуска с двигателем мощностью 40 л.с., аналогичный тому, которым пользовался Николай II.

(Продолжение следует.)





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 - 2017)



С начала 1942 года к организации поставок по ленд-лизу со свойственным им размахом подключились США, которые начали отправлять в нашу страну танки М3 "Генерал Стюарт" (по советской терминологии, М3 легкий, или М3л) и М3 "Генерал Ли" (по советской терминологии, М3 средний, или М3с).

М3 "Стюарт" являлся самым массовым легким танком Второй мировой войны. С 1941 по 1944 год двумя американскими фирмами изготовлено 13 859 машин трех модификаций. В СССР поступали модификации М3 и М3А1, различавшиеся формой башни, способом изготовления корпуса и количеством пулеметов. Это были 13-тонные машины, защищенные 13...45-мм броней и вооруженные 37-мм пушкой и 7,62-мм пулеметами Browning (тремя на М3А1 и пятью на М3). Карбюраторный двигатель Continental мощностью 250 л.с. или дизель Guiberson мощностью 210 л.с. разгоняли танки до 50 км/ч. В 1942-1943 годах в СССР было отправлено 340 М3 и 1336 М3А1, а попало 1232 танка.



Первый прототип танка
М3 "Стюарт", 1941 г.

М3 — американский лёгкий танк. Поставленный по ленд-лизу в Великобританию получил название "Стюарт". Создан в 1938-1941 годах на базе лёгкого танка М2.

Прототипом для М3 был британский танк "Виккерс 6-тонный", на основе конструкции которого был в 1933-1934 годах создан американский танк Т5, ставший родоначальником всей линейки серийных лёгких танков США.

В 1938 году было признано, что лёгкие танки М2 уязвимы от огня крупнокалиберных пулемётов, а его вооружение - один 12,7-мм и два 7,62-мм пулемёта - совершенно недостаточно.

Из нескольких предложенных вариантов нового танка внимание привлёк проект 10,5-тонного танка, вооружённого 37-мм пушкой в одноместной вращающейся башне со спаренным с ней 7,62-мм пулемётом и пулемётом в лобовом листе корпуса. Толщина брони танка должна была быть 25 мм, а двигатель - авиационный мотор "Континенталь" W-670. Некоторые наработки от новых проектов были использованы при модификации танка М2. Новая машина М2А4 получила двухместную башню с 37-мм пушкой М3А1 и 7,62-мм пулемётом и два 7,62-мм пулемёта в спонсонах корпуса.

С мая 1940 года по март 1941 года было выпущено 365 танков М2А4. В 1941 году, после увеличения лобовой брони до 38 мм и применения клёпки при изготовлении корпуса и башни, модификация М2А4 стала обозначаться light tank М3. Всего было произведено 4525 танков этого варианта и 1285 М3 с дизельным двигателем "Гайберсон".

Однако "Стюарты" с заклёпками стали опасной машиной, при попадании даже пули крупного калибра заклёпки отскакивали внутрь танка, становясь поражающими элементами. Поэтому было начато производство танка М3 со сварной башней.

Постепенно накапливавшиеся в ходе производства и эксплуатации ранних "Стюартов" улучшения привели к появлению переработанной версии, получившей обозначение М3А1, запущенной в производство в мае 1942 г. Всего до конца серийного производства в феврале 1943 года был выпущен 4621 танк этой модификации, в том числе 211 оборудованных дизельным двигателем машин. Танки этой версии получили новую башню подковообразной формы с утолщённым до 32 мм бортовым и кормовым бронированием, вращающимся полом башни, известным как башенная «корзина», электроприводом башни, стабилизатором орудия в вертикальной плоскости и многими другими усовершенствованиями. Кроме того, М3А1 получили новый корпус, собиравшийся в основном при помощи сварки, и переработанное боевое отделение без пулемётов в спонсонах корпуса.



В апреле 1942 года танковое командование подало запрос на оснащение М3А1 корпусом из наклонных бронеплит, схожим с разработанным М5. Новый вариант танка получил обозначение М3А3, и за время серийного производства с января 1942 по сентябрь 1943 года было выпущено 3427 танков этого варианта. Помимо нового корпуса с наклонными верхним лобовым и верхними бортовыми листами, значительно увеличившими внутренний объём и улучшившими условия работы экипажа, танк получил изменённую башню с кормовой нишей, в которой размещалась радиостанция. К 1941 году промышленность уже не справлялась с обеспечением танков авиационными двигателями, поэтому было решено устанавливать два автомобильных двигателя "Кадиллак" с автоматической коробкой передач. Башня была аналогична М3А1. Лёгкий танк получил название М5, под которым он и был запущен в производство в апреле 1942 года. Всего до окончания серийного производства в декабре того же года было выпущено 2074 танка этой модификации.

Тем временем было начато производство новой модификации, которая помимо корпуса по типу М5 получила новую башню с кормовой нишей, получившей обозначение М5А1. Всего было выпущено 6810 танков этой модификации, ставшей самой массовой версией "Стюарта".

Основным вооружением танка являлась 37-мм пушка М6 с длиной ствола 53,1 калибра (1965 мм) на ранних машинах, но вскоре была доведена до 56,6 калибров (2094 мм). Пушка оборудовалась полуавтоматическим вертикальным клиновым затвором с механизмом извлечения стреляной гильзы, гидравлическим тормозом отката и пружинным накатником. Из-за задержек с поставками пушек М6 некоторые "Стюарты" ранних серий получили 37-мм пушки модели М5. М3 с такими орудиями легко отличимы по размещённому под стволом противооткатным устройствам, вынесенным за пределы башни и прикрытым броневым кожухом.

Орудие размещалось в спаренной с пулемётом установке М22 (на ранних М3), М23 (поздние М3, М3А1 и М5) или М44 (М3А3 и М5А1).

На модификациях "Стюарта" с М3 по М3А3 устанавливался авиационный 7-цилиндровый радиальный бензиновый двигатель воздушного охлаждения "Континенталь" W-670-9А с рабочим объёмом 10,95 л и мощностью 250 л.с. Топливо - авиационный бензин с октановым числом 92, в крайнем случае разрешалось применять бензин с октановым числом не ниже 82. На некоторых танках устанавливались 9-цилиндровый радиальный четырёхтактный дизельный двигатель воздушного охлаждения "Гайберсон" Т-1020-4тuep рабочим объёмом 16,73 л и мощностью 220 л.с.

На последних "Стюарт ax" устанавливались спаренные бензиновые 8-цилиндровые V-образные "Кадиллак" Series 42, каждый по 110 л.с. Практически все модификации "Стюартов" разгонялись на шоссе до 58 км/ч. Запас хода при этом колебался от 113 км до 217 км.



Что касается танка М3 "Ли" (разработка 1941 г.), то он представлял собой довольно архаичную конструкцию с трехъярусным расположением вооружения. Производство этих трехметровых монстров развернулось на заводах пяти фирм, и за 1941-1942 гг. было выпущено 6258 танков шести модификаций, отличавшихся, главным образом, технологией изготовления и типом двигателя. В СССР в основном поставлялись машины модификации М3 (наше обозначение М3 средний - М3с) массой 29 т, имевшие броню 22...50 мм и вооружение, состоящее из 75-мм и 37-мм орудий и трех пулеметов Browning. Звездообразный карбюраторный двигатель Continental R-975-EC2 мощностью 340 л.с. или дизель Guiberson разгоняли эту машину до 42 км/ч.

В 1942-1943 годах из США в нашу страну было отправлено 1386 танков М3с, а получено 976 машин, которые активно использовались в сражениях 1942-1943 годов.



Опытно-конструкторские работы по созданию М3 "Ли" велись с сентября 1940 по февраль 1941 г. инженерами Абердинского танкового полигона. Заказ на серийное производство был размещен раньше, чем были окончены проектные работы - в июле 1940 г. Первые предсерийные образцы были доставлены на контрольные испытания армии в апреле 1941 г. и тогда же танк был принят на вооружение. Армейское командование запланировало поступление в войска около 1600 танков к концу 1941 г. с доведением производственного максимума до 1000 танков в месяц. Однако, производство танковых пушек не поспевало за танкостроителями, да и отрицательные отзывы танкистов об эксплуатационных характеристиках привели к прекращению производства М3 "Ли" уже в декабре 1942 г.

Корпус танка М3 создавался путём клёпочного крепления броневых листов из катаной брони на каркас. Нижняя лобовая часть состояла из трёх отдельных полукруглых литых частей, скреплённых между собой болтами. Для доступа в танк по бортам корпуса были предусмотрены прямоугольные двери. Для водителя имелся люк, расположенный с правой части верхнего лобового листа. Левее люка водителя в нижнем лобовом листе имелась амбразура для установки спаренного пулемёта. Литой спонсон для 75-мм пушки устанавливался в правой передней части корпуса и крепился к нему клёпкой. Литая башня цилиндрической формы устанавливалась со смещением влево на шариковой опоре и оснащалась гидроприводом. Пушка монтировалась в маске, в ней же размещался пулемёт. Командирская башенка цилиндрической формы с пулемётом располагалась поверх башни со смещением влево, вращение башенки осуществлялось вручную. Доступ в башню осуществлялся через двухстворчатый люк в крыше командирской башенки.

75-мм орудие М2 или М3 установленное в спонсоне оснащалось гироскопическим стабилизатором в вертикальной плоскости. Дополнительное 37-мм орудие М5 или М6 размещалось в башне и было призвано восполнить защиту и отражение атаки вражеской бронетехники, в связи с чем к нему поставлялись только бронебойные снаряды.

Пулемётное вооружение состояло из трёх или четырёх пулемётов М1919А4 калибром 7,62 мм. Два из них жёстко крепились в передней части корпуса, перед расположением места водителя-механика, ещё один был спарен с 37-мм орудием в башне, четвёртый устанавливался на командирской башенке располагавшейся над орудийной башней.

Экипаж танка состоял из шести членов. Командир размещался в башне рядом с 37-мм орудием, он мог вести наблюдение как через маленькую (командирскую) башенку, так и стрелять из пулемёта, размещённого на этой башенке. Рядом был наводчик 37-мм орудия и заряжающий. Все трое находились на поворотном полу башни.

Наводчик 75-мм орудия находился в спонсоне, а за ним, в корпусе, располагался заряжающий.

Водитель-механик находился в лобовой левой части корпуса и при необходимости вёл неприцельный огонь из двух пулемётов, установленных в лобовой части корпуса.

На М3 базовой модификации устанавливался радиальный 9-цилиндровый авиационный четырёхтактный карбюраторный двигатель воздушного охлаждения фирмы «Континенталь» R-975EC-2 мощностью 340 л.с.

На последующих модификациях устанавливался двенадцатилиндровый двухтактный дизельный двигатель GM 6046, представлявший собой спарку двух шестилиндровых дизелей GM 6-71 мощностью 205 л.с. каждый; Guiberson T-1400 (350 л.с.) и Chrysler A-57 Multi-Bank (470 л.с.).

Танк разгонялся до 39 км/ч на шоссе, а топлива хватало при этом на 193 км.

Также, судя по советским документам, вместе с первыми партиями американских танков М3 средний в 1942 году в СССР попало несколько его "предшественников" - танков М2А1 (советское обозначение М2 средний). При массе 17,2 тонны танк М2 вооружался 37-мм пушкой в башне и шестью 7,62-мм пулемётами Browning в корпусе. М2А1 имел броню толщиной 32 мм, двигатель мощностью 400 л.с. позволял ему разгоняться до 42 км/ч. В США было изготовлено всего 94 таких танка.

Однако самым массовым зарубежным танком в Красной Армии стал М4 "Генерал Шерман" американского производства. Первые машины прибыли в СССР в конце 1942 года, но пик поставок пришелся на 1944 год, когда в нашу страну было отправлено 2345 танков М4А2. А всего в США с февраля 1942 по август 1945 года было изготовлено 49 234 "Шермана" 13 модификаций. В СССР поставляли модификации М4А2 (с 75-мм пушкой) и М4А2 (76)W (с 76-мм пушкой) с дизельным двигателем GMC мощностью 375 л.с. Масса танков составляла (в зависимости от вооружения) 31...33 т, бронирование - 50...100 мм, скорость - до 40 км/ч.



К началу Второй мировой войны США подошли, не имея в производстве и на вооружении ни одной модели среднего или тяжёлого танка, кроме 18 штук М2. Вражеские танки предполагалось уничтожать противотанковой артиллерией или самоходными противотанковыми орудиями. Срочно разработанный на основе М2 и поставленный в производство средний танк М3 "Ли" не удовлетворял военных уже на этапе разработки, и требования к новому танку были выпущены 31 августа 1940 года, ещё до окончания работ над М3. Предполагалось, что новый танк будет использовать уже отработанные и освоенные промышленностью узлы М3, но его основное орудие будет расположено в башне. Тем не менее, работы были приостановлены, вплоть до полной отработки и постановки в серийное производство предыдущей модели, и начались только 1 февраля 1941 года.

Прототип, получивший название Т6, появился 2 сентября 1941 года. Т6 перенял многое от танка М3: нижнюю часть корпуса, конструкцию ходовой части, двигатель, а также 75-мм танковую пушку М2. Но у Т6 был литой корпус, а пушка размещалась во вращающейся литой башне.

По завершению стандартизации танк получил обозначение М4, и в феврале 1942 года было начато его серийное производство в варианте М4А1.

М4 был проще танка М3, технологичнее и дешевле его в производстве. 75-мм орудие "Шермана" позволяло на равных противостоять немецким ТIII и ТIV. Появившийся Тигр полностью превосходил М4, но вместо разработки нового среднего танка было решено минимизировать расходы и начать модернизацию "Шермана", используя узлы других танков. Так появились модификации М4А1, М4А2, и М4А3 с башней Т23, оснащённой 76-мм пушкой М1 с улучшенными противотанковыми свойствами, примерно равными орудью советского танка Т-34/85 (начальная скорость противотанкового снаряда составляла 780 м/с, снаряд пробивал броню толщиной 101 мм на дистанции 900 м). К концу войны половина американских "Шерманов" была оснащена 76-мм орудием.

Одним из самых важных улучшений "Шермана" стала переработка пружинной подвески, которая, взятая от танка М3, не выдерживала большую массу "Шермана". Для устранения этих недостатков была разработана новая подвеска (HVSS), в которой буферные пружины были перемещены из вертикального положения в горизонтальное. Новая модель получила обозначение Е8. Производство М4А3Е8 началось в марте 1944 года и продолжалось до апреля 1945 года.

Особенностью производства М4 стало то, что практически все его варианты не являлись следствием модернизаций, а имели чисто технологические отличия и производились практически одновременно. То есть отличие М4А1 от М4А2 не значит, что М4А2 обозначает более поздний и более совершенный вариант, это лишь значит, что данные модели производились на разных заводах и имеют разные двигатели (а также другие незначительные отличия). Модернизациям, таким как изменение боеукладки, оснащение новой башней и пушкой, изменение типа подвески, все типы подвергались в целом в одно и то же время, получая армейские обозначения W, (76) и HVSS.



М4А2 "Шерман" с 75-мм пушкой и разным исполнением корпуса

Серийные варианты "Шермана" были таковы:

*М4 - танк со сварным корпусом и карбюраторным звездообразным двигателем Continental R-975. Всего выпущено 8389 машин, 6748 из них были вооружены пушкой М3, 1641 танк получил 105-мм гаубицу (М4(105)).

*М4А1 - танк с литым корпусом и двигателем Continental R-975, практически полностью соответствующий первоначальному прототипу Т6. Выпускался с февраля 1942 года по декабрь 1943 года. Всего выпущено 9677 машин, 6281 из них были вооружены пушкой М3, 3396 М4А1(76)W получили новое орудие М1. Танки самых первых серий имели 75-мм пушку М2 и два фиксированных курсовых пулемёта.

*М4А2 - танк со сварным корпусом и силовой установкой из двух дизелей General Motors 6046. Выпускался с апреля 1942 года по май 1945 года. Всего выпущено 11 283 танка, 8053 из них были вооружены пушкой М3, 3230 М4А2(76)W получили новое орудие М1.

*М4А3 - имел сварной корпус и карбюраторный двигатель Ford GAA. Выпускался с июня 1942 года по март 1945 года в количестве 11 424 штуки. 5015 имели орудие М3, 3039 М4А3(105) 105-мм гаубицу, 3370 М4А3(76)W новое орудие М1.

*М4А4 - машина со сварным удлинённым корпусом и силовым агрегатом Chrysler A57 MultiBank из пяти автомобильных двигателей. Выпущена в количестве 7499 штук. Все вооружались орудием М3, и имели несколько видоизменённую форму башни, с радиостанцией в кормовой нише и портом для стрельбы из пистолета с левой стороны башни.

*М4А6 - корпус сварной, подобный М4А4, с литой лобовой частью. Двигатель - многотопливный дизель Caterpillar D200A. Выпущено 75 танков. Башня была такой же, как у М4А4.

Танк М4 имеет классическую компоновку с размещением моторного отделения сзади, а трансмиссионного - спереди. Между ними располагается боевое отделение, башня кругового вращения установлена практически по центру танка. Высота корпуса танка из-за вертикального расположения звездообразного авиационного двигателя была значительной. Корпус большинства модификаций танка М4 имеет сварную конструкцию из листов катаной броневой стали. Нижняя лобовая деталь сборная из трёх литых частей с креплением на болтах (впоследствии заменена на единую деталь). Первоначально предполагалось, что танк будет иметь литой корпус, но из-за сложности с массовым производством отливки такого размера, литой корпус получил только М4А1. Нижняя часть корпуса была такой же, как и у танка М3, за исключением того, что для изготовления использовалась сварка, а не клёпка, в том числе и у танков с литым корпусом.

М4 "Шерман" имел широкую гамму двигателей. На танк устанавливалось пять различных вариантов двигательной установки, что дало шесть основных модификаций: 1) М4 и М4А1 - звездообразный авиационный двигатель Continental R975 C1, 350 л.с.; 2) М4А2 - спарка шестицилиндровых дизелей GM 6046, 375 л.с.; 3) М4А3 - специально разработанный бензиновый V8Ford GAA, 500 л.с.; 4) М4А4 - 30-цилиндровая силовая установка Chrysler A57 multiBank, состоящая из пяти автомобильных бензиновых двигателей L6; 5) М4А6 - дизель Caterpillar RD1820.

Изначально компоновка танка и размеры моторного отсека были рассчитаны для звездообразного R975, что давало достаточно пространства для установки других типов двигателей. И только для установки 30-цилиндрового силового агрегата А57 в танке М4А4 удлиннили корпус.

В СССР по программе ленд-лиза поставлялись М4А2, поскольку одним из требований к танку в СССР было наличие дизельной силовой установки. В американской армии дизельные танки не использовались из-за массового применения бензиновых двигателей, но имелись в морской пехоте, у которой на кораблях были дизельные двигатели и, соответственно, дизельное топливо.

Танк оснащён бензиновой одноцилиндровой вспомогательной силовой установкой, служащей для подзарядки аккумуляторов без запуска основного двигателя, а также для прогрева двигателя в условиях низких температур.



М4А3 76w HVSS "Шерман"

За годы войны на американских предприятиях было изготовлено 10 960 танков М4А2, в СССР было отправлено 4063 машины (1990 танков с 75-мм пушкой, и 2073 - с 76-мм орудием), а получено военной приемкой 3664 машины, в том числе в июне 1945 года небольшое количество М4А2 76(W) HVSS с новой горизонтальной подвеской, которые успели участвовать в войне с Японией.

В 1944 году из США были получены 52 самоходно-артиллерийские установки М10, которые были направлены на формирование двух самоходно-артиллерийских полков. Построенная на базе танка М4А2, САУ имела броню 25...57 мм и вооружалась мощной 76,2-мм пушкой во вращающейся открытой сверху башне. Дизель GMC мощностью 375 л.с. позволял самоходке массой 29,5 т развивать скорость 48 км/ч.

САУ М10



После успешного применения немцами танков во время захвата Польши и Франции, американские военные решили, что бороться с вражескими танками должны специализированные противотанковые подразделения, оснащённые противотанковыми средствами с мощным вооружением.

Было решено создавать противотанковые САУ на шасси лёгких и средних танков. Работы по созданию истребителя танков на шасси среднего танка начались в декабре 1941 года, и первым прототипом стала опытная САУ Т24, представлявшая собой зенитное орудие М3, установленное в открытой рубке на шасси среднего танка М3. После постройки нескольких тестовых образцов, в том числе и с зенитным орудием М1918, проект был закрыт в апреле 1942 года, поскольку не удовлетворял требованиям военных в мобильности, и, кроме того, не имел вращающейся башни.

На замену в январе 1942 года пришёл проект Т35, представляющий собой установку орудия Т12, разработанного для тяжёлого танка М6, на шасси среднего танка М4А2 (с облегчённым бронированием) в башне кругового вращения. Орудие монтировалось в установке, заимствованной от М6, литая башня была открытой в верхней и задней части. Кроме того, по требованиям военных был разработан альтернативный вариант Т35Е1, получивший новую верхнюю часть корпуса, имеющую наклонное бронирование. Изготовленные образцы также получили новую сварную цилиндрическую башню, также имевшую наклонное бронирование. Крыша башни прикрывала только её переднюю часть.

Так как тесты показали преимущество наклонного бронирования, для стандартизации в качестве истребителя танков М10 был рекомендован прототип Т35Е1. При стандартизации в июне 1942 года М10 получил новую сварную башню пятиугольной формы. Орудие, стандартизованное как М7, получило новую установку принципиально иной конструкции. М10 базировалась на шасси среднего танка М4А2 (модификация М10А1 - на шасси М4А3) со специальной открытой сверху башней, где была установлена пушка М3 калибром 3 дюйма (76,2 мм). Как и у танков башня могла вращаться на 360 градусов, что делало самоходку довольно эффективной. Для поражения бронечелой применялся бронебойный снаряд М79, который мог пробить 76 мм брони при угле встречи 30° относительно нормали на расстоянии 900 м. Полный боекомплект орудия в машине составляли 54 снаряда. На корме башни устанавливался большой противотанковый, который придавал башне характерный и легко распознаваемый силуэт. Для обороны в ближнем бою и отражения атак с воздуха на корме башни устанавливался 12,7-мм пулемёт М2 "Браунинг". Боекомплект пулемёта составлял 300 патронов.

Часть САУ М10 и М10А1, поставленных в 1944 г. в Великобританию, подверглись модернизации - пушки заменили британскими 17-фунтовыми орудиями, имевшими большую бронепробиваемость.

САУ М10 с английской 17-фунтовой пушкой



Кроме танков, в СССР из США в больших количествах поступали бронетранспортеры и различные машины на их базе. Американские колесные бронетранспортеры были представлены в РККА машиной ScoutCar M3A1 фирмы White (в советских документах проходит как "бронетранспортер", "бронемашина", или "полубронемашина" M3A1, или "Скаут"). "Скаут" был прекрасно приспособлен для разведывательных целей. При массе 5,6 т машина имела толщину брони до 12,7 мм и могла перевозить 8 человек (2 - экипаж, 6 - десант). 110-сильный карбюраторный двигатель позволял бронетранспортеру развивать скорость до 105 км/ч. Штатное вооружение "Скаута" включало 12,7-мм крупнокалиберный и 7,62-мм пулеметы Browning, не считая личного оружия экипажа. В РККА бронетранспортеры "Скаут" использовались в составе разведывательных рот танковых и механизированных бригад, мотоциклетных батальонов корпусного подчинения и в отдельных мотоциклетных полках танковых армий. За годы войны в США было построено 20 894 машины "Скаут", из них 3034 попали в бронетанковые и механизированные войска Красной Армии.



Американские полугусеничные бронетранспортеры M2, M3, M9 поступали в части, подчиненные ГБТУ, в небольших количествах (всего 118 единиц), так как основная масса этих машин - 1082 штуки - направлялась в артиллерию (в основном, в истребительно-противотанковую), где они использовались для буксировки 76 и 100-мм орудий.



В танковых соединениях эти бронетранспортеры с 16-мм бронёй, способные перевозить от 10 до 13 человек, превращали в командирские машины бригад, корпусов, армий. Двигатель мощностью 147 л.с. позволял машине двигаться со скоростью до 72 км/ч. Оборонительное вооружение M2 состояло из двух пулеметов Browning и было идентично колесному "Скауту".

На базе полугусеничных бронетранспортеров семейства M2-M9 изготавливались различные САУ, также поставлявшиеся в нашу страну. САУ Т-48 (советское обозначение СУ-57) представляли из себя 57-мм пушку, установленную в боевом отделении американского полугусеничного бронетранспортера M3. Первоначально предполагалось поставлять эту САУ в Великобританию, но затем 650 машин передали в СССР.

Зенитная СУ M15 состояла из полугусеничного БТР M3 и установленного на неё комбинированного пулемётно-пушечного вооружения: 37-мм пушка M1A2 и два пулемета Browning M2 калибра 12,7 мм. Из 2332 выпущенных в США ЗСУ M15 в танковых частях РККА находилось всего 100 машин.

Ещё одна зенитная самоходная установка M17 была вооружена четырьмя 12,7-мм пулеметами Browning M2 в авиационной вращающейся установке, смонтированной на базе полугусеничного БТР. Все 1000 зенитных СУ M17, изготовленных в США, были поставлены в Советский Союз.



Помимо линейных танков Красная Армия получила 127 ремонтных танков M31 (советское обозначение Т-2), изготовленных на базе M3 среднего, на котором демонтировали основное вооружение и установили крановое оборудование и лебедку.

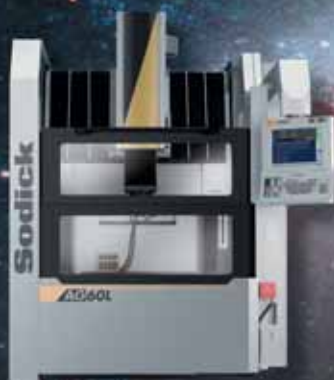
Особняком среди поставленной по ленд-лизу бронетехники стоит 13-тонный тяжелый бронированный скоростной трактор M5. Этот тягач, построенный на базе ходовой части легкого танка M3 "Генерал Стюарт", имел двигатель Continental R6572 мощностью 235 л.с. и был способен буксировать орудия калибром до 155 мм, одновременно перевозя 8-9 человек со скоростью 56 км/ч. Кабина была открытого типа, с брезентовой крышей. Водитель и расчет орудия располагались в передней части машины. Из 5290 машин, выпущенных фирмой International Harvester, в СССР в 1944-1945 годах попало 200 M5, которые направлялись исключительно в артиллерийские части РККА, где использовались для буксировки 122 и 152-мм пушек.

(Продолжение следует.)

Танки Англии и США, разработанные в годы Второй мировой войны

Показатель	Англия			США			
	«Валентайн» MkXI	«Кромвель» MkVII	«Черчилль» MkVII	M5A1 «Стюарт»	M24 «Чаффи»	M3A4 «Грант»	M4A3 «Шерман IV»
Годы производства	1941-44	1941-44	1941-45	1941-42	1943-44	1940-42	1942-45
Масса, т	18	28	45	14,7	18,4	29	32
Экипаж, чел.	4	5	5	4	4-5	6	5
Калибр пушки, мм	75	75	75	37	75	75 и 37	75
Начальная скорость снаряда, м/с	620	620	620	884	620	620 и 881	620
Боекомплект к пушке, выстр.	46	64	82	147	48	50 и 279	97
Толщина брони корпуса, мм	65	65	152	54	39	85	90
Максимальная скорость, км/ч	40	52	28	58	55	39	48
Запас хода по шоссе, км	225	160	200	200	200	140	160
Мощность двигателя, л.с.	210	600	350	2x110	2x110	420	500
Среднее давление на грунт, кг/см ²	0,7	1,0	0,95	0,88	0,78	0,85	1,03

Sodick



39000 линейных электроискровых станков в эксплуатации

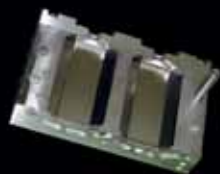
(свыше **700** в России, Украине и др. государствах
бывшего СССР; на 12.2015 г.)

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

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

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

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



Точность позиционирования:

гарантия **10** лет

Впервые в отрасли!

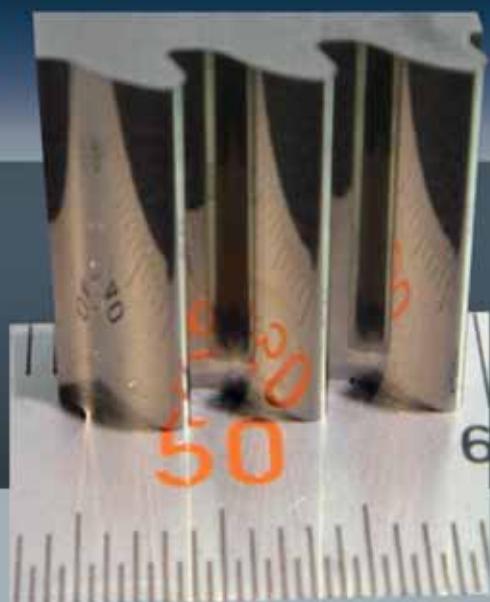
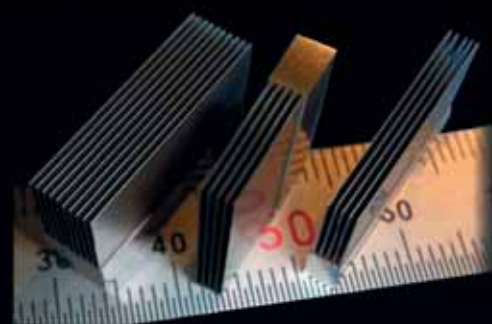
60 лет опыта производства ЭИ станков!

НАНОШЕРОХОВАТОСТЬ

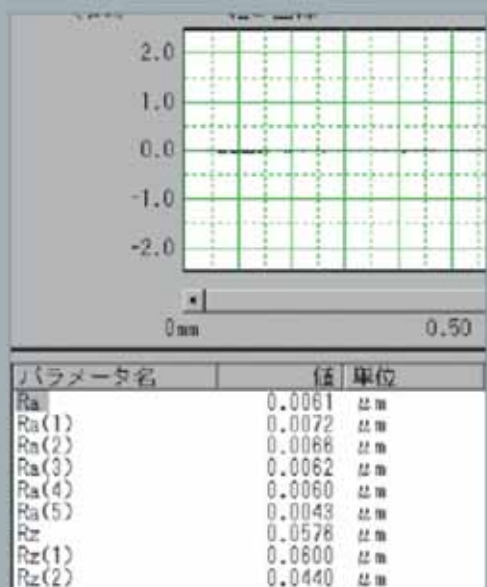
**Шероховатость $Ra=0,006$ мкм
($Rz=50$ нано = 14-й класс!)
на серийном линейном
вырезном станке в масле!**

Sodick

www.sodicom.biz



AP250L



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

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

**Прецизионная вырезка тонкой проволокой
высоких пуансонов.**

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

Рекорд отрасли!

Долговременная точность в работе.

При изготовлении высококачественной медицинской техники важна стабильность производственного процесса. Этому требованию превосходно удовлетворяют станки Hermle.



Обработка центры Hermle - это чемпионы в микронной точности с длительным сроком службы. Выполняют пятиосевую обработку заготовок весом до 2500 килограмм - причем с точностью в несколько микрон. Для получения идеальных результатов.

Open House в Госхаиме в апреле 2018 года

www.hermle.de

Машиненфабрик Бертольд Хермле АГ, Госхайм телефон: +49 7426/95-0 info@hermle.de

