

# Двигатель

Научно-технический журнал № 6 (54+243) 2007

2008:

С Новым Годом!

С новыми успехами!

2007 2005 2004



Научно-техническое издание по освещению проблем в промышленности



## Редакционный совет

- Богуслаев В.А.,**  
ген. директор ОАО "Мотор Сич"
- Бондин Ю.Н.,**  
ген. директор ГП "НПК газотурбостроения "Зоря"-Машпроект"
- Губертов А.М.,**  
зам. директора ФГУП "Исследовательский центр им. М.В. Келдыша"
- Данилов О.М.,**  
ген. директор ЗАО "Центральная компания МФПГ "БелРусАвто"
- Дическул М.Д.,**  
управляющий директор ОАО "Пермский моторный завод"
- Дмитриев В.Г.,**  
зам. председателя Технического совета ВПК
- Иноземцев А.А.,**  
ген. конструктор ОАО "Авиадвигатель"
- Каблов Е.Н.,**  
ген. директор ГНЦ "ВИАМ", академик РАН
- Каторгин Б.И.,**  
ген. конструктор ОАО "НПО Энергомаш им. акад. В.П. Глушко", академик РАН
- Клименко В.Р.,**  
гл. инженер ОАО "Аэрофлот - РМА"
- Кобзев С.А.,**  
начальник Департамента локомотивного хозяйства ОАО "РЖД"
- Коржов М.А.,**  
руководитель проекта "Двигатель" ОАО "АвтоВАЗ"
- Крымов В.В.,**  
директор ФГУП "ММПП "Салют" по науке
- Кутенев В.Ф.,**  
зам. ген. директора ГНЦ "НАМИ" по научной работе
- Кухаренок Г.М.,**  
зав. каф. ДВС Белорусского национального ТУ
- Лобач Н.И.,**  
ген. директор ПО "Минский моторный завод"
- Муравченко Ф.М.,**  
ген. конструктор МКБ "Прогресс"
- Новиков А.С.,**  
ген. директор ОАО "ММП им. В.В. Чернышева"
- Пустовгаров Ю.Л.,**  
зам. премьер-министра правительства Республики Башкортостан
- Ружьев В.Ю.,**  
первый зам. ген. директора Российского Речного Регистра
- Скибин В.А.,**  
ген. директор ГНЦ "ЦИАМ им. П.И. Баранова"
- Соколовский М.И.,**  
ген. конструктор, ген. директор ОАО "НПО "Искра"
- Троицкий Н.И.,**  
ген. директор ФГУП "НИИД"
- Фаворский О.Н.,**  
академик, член президиума РАН
- Чепкин В.М.,**  
первый зам. ген. директора НПО "Сатурн" по НИОКР
- Черваков В.В.,**  
декан факультета авиадвигателей МАИ
- Чуйко В.М.,**  
президент Ассоциации "Союз авиационного двигателестроения"

## РЕДАКЦИЯ

### Главный редактор

Александр Иванович Бажанов

### Заместитель главного редактора

Дмитрий Александрович Боев

### Ответственный секретарь

Александр Николаевич Медведь

### Финансовый директор

Дмитрий Михайлович Чекин

### Редакторы:

Александр Аркадьевич Гомберг,

Андрей Иванович Касьян,

Валентин Алексеевич Шерстянников

### Литературный редактор

Андрей Павлович Стаценко

### Художественные редакторы:

Елизавета Борисовна Кирвалидзе

Александр Николаевич Медведь

Владимир Николаевич Романов

### Техническая поддержка

Ольга Владимировна Лысенкова

### В номере использованы фотографии, эскизы и рисунки:

А.И. Бажанова, Д.А. Боева,

С.В. Кувшинова, А.Н. Медведя,

В.Н. Романова, В.Г. Сергеева

С.Ю. Семенцова, Г.В. Сухарева

Д.С. Хмеля и др.

### Адрес редакции журнала "Двигатель":

111116, Россия, Москва,

ул. Авиамоторная, 2.

Тел./Факс: (495) 362-3925.

engine@zebra.ru

boeff@yandex.ru

aib50@yandex.ru

[www.dvigately.ru](http://www.dvigately.ru)

## ОЧДААЕОАЕУ Е ЕСААОАЕУ

ООО "Редакция журнала "Двигатели" ©

генеральный директор Д.А. Боев

зам. ген. директора А.И. Бажанов

Рукописи не рецензируются и не возвращаются.

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.

### С 2002 года журнал включен в "Перечень изданий..." ВАК

Научно-технический журнал "Двигатель" ©

зарегистрирован в ГК РФ по печати

Рег. № 018414 от 11.01.1999 г.

Отпечатано

ЗАО "Фабрика Офсетной Печати"

Москва

Тираж 15 000 экз.

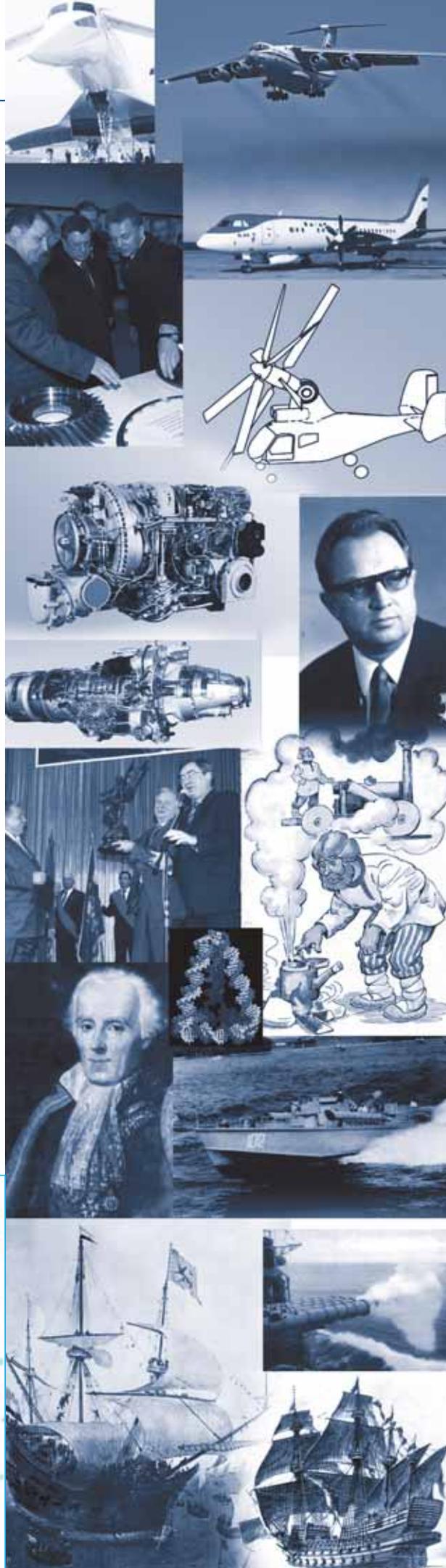
Периодичность: 6 выпусков в год.

Цена свободная



# СОДЕРЖАНИЕ

- 2. К запуску первого спутника**
- 4. НИОКР как основа создания конкурентоспособной продукции**  
Ю.С. Елисеев
- 8. Крылья судьбы**  
О.А. Корниенко
- 12. GLOBATEX AG: новые станки для модернизации и технического переоснащения предприятий**  
А.Л. Смирнов, В.С. Полуянов
- 16. Пассажирский сверхзвуковик: гонка за призраком скорости**  
А. Николаев
- 20. С первого пуска станка. Секрет быстрого возврата инвестиций**
- 22. 75 лет на службе Отечеству. ОАО "ММП имени В.В. Чернышева" отметило юбилей**  
Л.Л. Верниковская
- 24. Летим на винте!**  
Д.С. Хмель
- 28. Юбилей выдающегося конструктора**
- 30. ОКБ С.В. Ильюшина -75 лет**  
Н. Александров
- 34. Непрощание с Политехническим**  
Д.А. Боев
- 35. 60 лет Московскому вертолетному заводу им. М.Л. Миля**
- 36. Советские авиационные специалисты в послевоенной Германии**  
С.В. Кувшинов
- 38. CADreview VIP 2007 - технологии САПР**
- 39. О выборе оборудования и поставщика**  
Ф. Богомолов
- 40. Перспективы автопрома**
- 42. Турбулентность Навье-Стокса**  
Ю.М. Кочетков
- 44. Развитие экранопланного транспорта**  
В.Г. Сергеев
- 47. О единой природе темной и светлой материи**  
М.Я. Иванов
- 50. Любознайкин в мире квантов**  
А.И. Касьян
- 52. Подводный удар**  
С.Л. Мальчиков
- 56. Каракка, каравелла, галион**  
В.С. Шитарев
- 58. Пар**  
А. Идин



# К ЗАПУСКУ ПЕРВОГО СПУТНИКА

Вот и завершился год, в котором было отмечено сразу несколько знаменательных дат, тем или иным образом связанных с покорением человечеством космического пространства: 100-летие со дня рождения Сергея Павловича Королева и 50-летие запуска на околоземную орбиту первого искусственного спутника Земли. Это удивительное совпадение можно подкрепить еще одной юбилейной датой – 150-летием со дня рождения К.Э. Циолковского, одного из основоположников космической эры. Событие 50-летней давности наложило отпечаток на судьбы многих людей и в нашей стране, и далеко за ее пределами. Редакция журнала обратилась к руководителям предприятий и организаций, связанных с освоением космоса и задала им три вопроса:

1. Что для Вас 4 октября 1957 года?
2. Какова Ваша оценка состояния ракетного двигателестроения России и мира на сегодня?
3. Какими, по Вашему представлению, будут ракетные двигатели к 2057 году?

Ниже мы публикуем ответы на эти вопросы.

Генеральный конструктор ОАО "НПО Энергомаш имени академика В.П. Глушко" Борис Иванович Каторгин так ответил на эти вопросы:

1. День 4 октября 1957 г. для меня, как, по-моему, и для всех людей на Земле, ознаменовал начало космической эры.

Для многих молодых людей того времени, в том числе и для меня, космические дали стали привлекательными для работы в ракетно-космической промышленности.

2. Я являюсь специалистом по жидкостным ракетным двигателям (ЖРД), поэтому могу оценить состояние ракетного двигателестроения только в этой области. Традиционно российские ЖРД, созданные коллективами ведущих конструкторских бюро: "НПО Энергомаш", "КБ химавтоматики", "КБ химического машиностроения", являются по многим параметрам лучшими в мире, что доказала практика их эксплуатации на протяжении полувековой истории космонавтики в составе ракет-носителей "Союз", "Протон", "Энергия-Буря" и др. Один из российских двигателей сегодня покупают США для использования в своей ракете "Атлас". ЖРД-строение зарубежных стран, а именно США, Китая, Франции, Индии, Японии развивается весьма эффективно; тем не менее, лидерство России в этом направлении пока сохраняется.

3. Что касается ЖРД, то к 2057 г. будут разработаны новые двигатели, экономичные, надежные, на экологически чистом топливе. Это двигатели для всех ступеней ракет на топливе "жидкий кислород с жидким водородом" и трехкомпонентные двигатели на топливе "жидкий кислород плюс керосин плюс жидкий водород" с широким использованием в конструкции узлов и деталей новых материалов с более высокими механическими характеристиками, полученными с применением нанотехнологий. Долго будут жить также двигатели на топливе "жидкий кислород с керосином", в основном для первых ступеней ракет.

Более развернутыми оказались ответы генерального директора ОАО "НПО Энергомаш имени академика В.П. Глушко" Николая Анатольевича Пирогова:

1. 4 октября 1957 г. мне было чуть более 6 лет, и значимость этого epochального события я не осознавал. Но поскольку жил в Химках, где многие жители работали на сегодняшнем Энергомаше, их причастность к этому событию повышала интерес к нему у всего населения города. Незнакомое ранее слово "спутник" прочно вошло в лексикон окружающих меня людей. В последующие годы это событие отошло на второй план, уступив место непрерывному ряду новых триумфальных космических достижений. Успехи отечественной космонавтики захватили воображение многих школьников, и они связывали свою дальнейшую жизнь с работой в ракетно-космической отрасли. Так я поступил в МВТУ им. Н.Э. Баумана, а после его окончания - в КБ Энергомаш. Нынешний профессиональный и жизненный опыт позволяет сделать объективную оценку прошлым достижениям. И прав поэт, сказавший, что "большое видится на расстоянии". Сейчас для меня первый запуск искусственного спутника Земли является символом торжества отечественной науки и техники, результатом трудового подвига первопроходцев ракетной техники. Умные головы и умелые руки первого поколения отечественных ракетостроителей 50 лет назад создали первую космическую ракету, которая и сегодня, претерпев ряд усовершенствований, выводит в космическое пространство автоматические аппараты и пилотируемые корабли. Я преклоняюсь перед нашими предшественниками, сумевшими создать технический образец, конструкция которого и после 50 лет успешной эксплуатации имеет хорошие перспективы для использования в грядущем десятилетии, а может быть и далее.

Сейчас можно услышать голоса скептиков, утверждающих, что первый спутник был "куском железа с биполкой", выброшенным в космос безо всякой научной или другой практической цели. В опровержение такой "чернухи" можно сослаться на отклик в октябре 1957 г. мировой общественности на это действительно epochальное событие. И дело не в конструкции спутника, которую наши создатели назвали "простейшей", а в факте преодоления силы притяжения Земли продуктом деятельности человеческо-



го ума. К середине XX века человек покорил все земное пространство, всю сферу своего обитания: степи и леса, пустыни и джунгли, горные вершины и недра земли, океанские глубины и земную атмосферу. С запуском спутника он проник во внесземное пространство, это стало началом космической эры в мировой истории человечества.

2. ОАО "НПО Энергомаш" разрабатывает, изготавливает, осуществляет авторское сопровождение при изготовлении и эксплуатации жидкостных ракетных двигателей в диапазоне тяг от 70 до 800 тс на различных компонентах топлива. На находящихся в эксплуатации ЖРД это жидкий кислород и различные марки керосинов, а также азотный тетроксид и несимметричный диметилгидразин.

Особенностями ЖРД разработки последних 30 лет являются высокое давление в камере сгорания (до 270 кгс/см<sup>2</sup>) и схема с дожигом в камере генераторного газа с избытком окислителя.

С ЖРД такой схемы сегодня летают РН "Протон", "Зенит" (на I и II ступенях), "Атлас", "Воевода" или в конверсионном варианте - "Днепр". Успешно совершил два полета многодвигательный РН "Энергия", оснащенный на I ступени четырьмя самыми большими по тяге кислородно-керосиновыми двигателями РД-170. Сегодня на базе этого двигателя создается 200-тонный кислородно-керосиновый ЖРД РД-191 для ракет-носителей серии "Ангара".

Высокая надежность вышеперечисленных ЖРД подтверждается успешной многолетней эксплуатацией, и позволяет надеяться, что на предстоящий 20-30-летний период эти двигатели останутся в эксплуатации так же как двигатели-ветераны: модификации ЖРД РД-107, РД-108 для I и 2 ступеней РН типа "Союз" и модификации РД-253 для I ступени РН "Протон".

Рассматриваются проекты ЖРД с использованием метана в качестве горючего, в том числе с многократным полетным использованием, двухрежимный ЖРД с трехкомпонентным топливом "кислород + керосин + водород". Однако все эти проекты не

имеют сегодня конкретной привязки и срок их возможной реализации нельзя спрогнозировать.

Не просматривается на этот период и создание принципиально новых ЖРД в других странах.

В США для выполнения амбициозных программ исследования космического пространства, освоения Луны и Марса в соответствии с инициативной программой президента Буша возобновляются технологии ЖРД и РДТТ 60-х годов, использовавшихся в программах "Аполлон" ("Сатурн 5" и "Спейс-Шаттл"). О многоразовых ЖРД в США вообще замолчали.

В европейских странах (Франция, Германия, Италия) медленно развиваются исследования по ЖРД с использованием метана, которому разработчики из этих стран отдают предпочтение по сравнению с керосином. Реальное изготовление натурных образцов двигателей состоится, по-видимому, около 2020 г. Сведения о создании мощных ЖРД в других странах отсутствуют. Как показывает опыт, во всех странах идут по пути модернизации летающих ЖРД.

3. Задачи, обсуждаемые сегодня в области освоения дальнего и ближнего космоса, скорее всего, будут решаться с использованием химического топлива с помощью ЖРД существующих схем и модернизируемых ЖРД в течение предстоящего пятидесятилетия. При необходимости увеличения массы полезного груза будет использоваться принцип модульности. Усилия будут, скорее всего, сосредоточены на разработке высокоэкономичных, высоконадежных, длительно работающих ракетных двигателей для разгонных блоков и космических аппаратов. Это электроракетные двигатели, двигатели с использованием солнечной энергии и т.д. Использование ядерных двигателей маловероятно. Потребность в них может возникнуть только для решения уникальной космической задачи, когда химические и другие виды топлива не смогут обеспечить требуемой энергетики. **□**



# Universal Insurance Company

## ООО "Всеобщая страховая компания"

*Сердечно поздравляем  
всех своих клиентов и грузей  
с наступающим Новым годом.*

*Пусть 2008 год принесет Вам  
новые профессиональные достижения,  
радость творческих побед  
и удачных свершений!*



*Счастья и здоровья  
в Новом году!*

Россия, 101990, Москва, Петроверигский пер., 4.  
Тел./Факс: (495) 623-2102.  
E-mail: univc@rambler.ru

# НИОКР

## КАК ОСНОВА СОЗДАНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОЙ ПРОДУКЦИИ

Юрий Сергеевич Елисеев, генеральный директор ФГУП "ММПП "Салют"

19 ноября 2007 года на базе ФГУП "ММПП "Салют" председатель правительства РФ В.А. Зубков провел совещание по вопросам развития научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в машиностроении, в котором приняли участие министры и заместители министров, директора департаментов, руководители Федеральных агентств, представители финансовых и венчурных структур. В работе совещания принял участие генеральный директор завода "Салют" Ю.С. Елисеев.



Перед совещанием В.А. Зубков ознакомился с оснащением основных цехов предприятия и выпускаемой газотурбинной техникой военного и гражданского назначения. Генеральный директор Ю.С. Елисеев проинформировал главу правительства о научно-исследовательских и опытно-конструкторских работах, направленных на создание перспективных газотурбинных двигателей, в том числе двигателя пятого поколения.

Открывая совещание, В.А. Зубков отметил, что *"инновационный путь развития экономики России возможен только в условиях тесной интеграции государства, науки и производства. Процесс формирования инновационной системы начался три года назад. За это время создана нормативно-правовая база, принят ряд решений правительства по данному вопросу. Одним из инструментов государственной поддержки инновационного развития промышленности является механизм софинансирования перспективных НИОКР в рамках федеральных целевых программ (ФЦП). Сегодня эти программы действуют во многих отраслях промышленности, науки, образования. Однако практическая реализация идет невысокими темпами"*.

Далее председатель правительства назвал одной из причин медленного выполнения НИОКР практическое отсутствие средств, поступающих из внебюджетных источников. Между тем, объем таких

средств должен быть приблизительно равен объему бюджетного финансирования (по словам присутствовавшего на совещании министра промышленности и энергетики В.Б. Христенко, софинансирование ФЦП, обеспечивающих национальную безопасность, должно обеспечивать соотношение: 50 % - средства предприятия и 50 % - государственные средства, и даже 40 на 60 % и более; но только в том случае, если НИОКР выполнены в полном объеме и получены положительные результаты). Для ФЦП "Национальная технологическая база", рассчитанной на 2007-2011 гг., в 2007 г. предусматривалось поступление из внебюджетных источников средств в объеме 4,9 млрд руб., а реально за девять месяцев 2007 г. получено всего 0,5 млрд руб. Еще хуже обстоят дела с ФЦП по гражданской авиационной технике на 2002-2010 гг.: должно было поступить 8 млрд руб., а реально получено всего 4 % от необходимой суммы.

В отличие от многих предприятий машиностроительной отрасли ММПП "Салют" выделяет на выполнение НИОКР значительные средства из прибыли, что позволило этому предприятию выпускать конкурентоспособную продукцию как для российского, так и для международного рынков. И это, как заметил председатель правительства, хороший пример для других предприятий.



Действительно, на ММПП "Салют" научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам уделяется особое внимание и на их проведение выделяются значительные суммы. Генеральный директор Ю.С. Елисеев особо подчеркнул, что за последние пять лет предприятие затратило около 4,5 млрд рублей на НИОКР (из которых только 220 млн рублей, т.е. 4,9 % были получены из федерального бюджета) и 6,4 млрд рублей из собственных средств на техническое перевооружение.

По существу, научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими работами на заводе "Салют" занимались всегда. На протяжении всей истории предприятия все до единого двигателя, осваивавшиеся заводом, требовали соответствующей доводки. Так, в ходе подготовки к производству двигателя АЛ-31Ф в начале восьмидесятых годов прошлого века практически каждая деталь двигателя, изготовленная на заводе, после проведения испытаний подвергалась конструктивному или технологическому изменению один, а то и несколько раз. Очень много сил было отдано поиску материалов и конструкции лопаток турбины высокого давления. Проблемы возникали и по другим узлам двигателя; для их преодоления на заводе создавались соответствующие лаборатория, технологические и конструкторские отделы.

Созданная экспериментальная база позволила в трудные годы перестройки осуществить для китайских заказчиков модернизацию АЛ-31Ф и, используя полученные финансовые резервы, начать полномасштабное техническое перевооружение предприятия и проведение НИОКР с целью дальнейшей модернизации уже выпускаемых двигателей и создания новых модификаций.

Достижению высокого научно-технического уровня на предприятии способствовала структурная перестройка, в результате которой к настоящему времени сформирован научно-технический комплекс, состоящий из десяти конструкторских бюро и отделов и девяти научно-технических и научно-производственных центров, Научно-исследовательского института двигателестроения (НИИД), Института целевой подготовки специалистов (ИЦПС).

Предприятие ориентируется на два основных направления дальнейшего развития:

- объединение под единым руководством всего спектра работ по жизненному циклу двигателей;
- совместную разработку и производство изделий с другими предприятиями-разработчиками ГТД.

В соответствии с первым направлением развития на "Салюте" организовано ОМКБ "Горизонт" - подразделение, способное разрабатывать промышленные и транспортные газотурбинные двигатели. Здесь выполняются термодинамические и тепловые расчеты, расчеты на прочность, ведутся разработка конструкций, твердотельное моделирование, проектирование агрегатов и редукторов, создание цифровой системы моделирования, мониторинг, испытание узлов.

На предприятии сформировался структурный комплекс, подразделения которого могут выполнять всю совокупность работ, соответствующих жизненному циклу газотурбинного двигателя и промышленных энергетических установок - проектирование, производство, обслуживание и ремонт в период эксплуатации.

Авиационное двигателестроение относится к наукоемкому виду продукции, характеризуется разнообразием и сложностью технологических процессов, применением новых конструктивных и функциональных материалов, непрерывным повышением требований к качеству, надежности, ресурсу изделий. Выполнение этих требований невозможно без проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.

Для проведения этих работ ММПП "Салют" обладает уникальным производственным и опытно-экспериментальным оборудованием, располагает научными работниками и специалистами высокой квалификации. На предприятии трудятся 14 работников, имеющих ученую степень доктора технических наук, и 106 кандидатов технических наук, 14 профессоров и доцентов.

Одной из форм успешной научно-исследовательской работы предприятия является учеба части специалистов в аспи-

рантуре. Темы работ аспирантов тесно увязаны с научными исследованиями, проводимыми на предприятии. В настоящее время 27 сотрудников предприятия являются аспирантами технических университетов. В их числе МГТУ им. Н.Э. Баумана, МАТИ им. К.Э. Циолковского, МИФИ, МАИ, МАМИ, МГИСиС, "Станкина", а также Московского государственного университета приборостроения и информатики и МГУ им. М.В. Ломоносова. Некоторые аспиранты выполняют работы в ОИВТ РАН, Всероссийском научно-исследовательском и испытательном институте медицинской техники.

В 2002-2007 гг. трем сотрудникам предприятия присвоены ученые степени докторов технических наук и еще трем - ученые степени кандидатов технических наук, что соответствует уровню крупного научного центра. В ближайшей перспективе "Салют" планирует объединить в конечной продукции - газотурбинном двигателе - все то положительное, что есть в "школах" академических и отраслевых институтов, а также учебных ВУЗов.

Внедрение результатов исследований в практику позволяет предприятию выпускать продукцию высокого качества, иметь высокую репутацию у заказчиков и партнеров по совместной деятельности. Высокий экспортный потенциал предприятия подтверждается долгосрочными контрактами на поставку, ремонт и обслуживание основной продукции в различных странах. Предприятие участвует в большинстве профильных российских и международных выставках.

В 2007 г. научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы на предприятии были направлены на:

- модернизацию существующих и освоение новых изделий;
- исследование и разработку новых технологий;
- разработку и применение новых материалов;
- контроль, диагностику и измерения.

Программа модернизации существующих и освоение новых изделий включает ряд крупных работ:

- разработку двигателя 99М1С;
- разработку турбовинтового двигателя ТВ-500С мощностью 630 л.с.;
- разработку двигателя АЛ-31Ф серии 30С для модернизации самолета МиГ-27;
- отработку конструкции компрессора КР-750;
- отработку конструкции двигателя АИ-222-25;
- модернизацию двигателя АЛ-21Ф3 для фронтового бомбардировщика Су-24;
- модернизацию двигателя МД-120 для увеличения ресурса;
- доводку системы автоматического управления САУ-235С с регулятором ЭЦР-235С;
- создание системы автоматического управления двигателем ТВ-500С и другие работы.

Основные направления исследований и разработки новых технологий были связаны с:

- литейным производством;
- обработкой металлов давлением;
- механической обработкой;
- химической, термической и СВЧ-обработкой;
- электрохимической и электроэрозионной обработкой;
- пайкой, сваркой, наплавкой, ремонтными технологиями;
- лазерной и электронно-лучевой технологиями;
- нанесением защитных покрытий, технологиями упрочнения деталей.

Цикл работ по разработке и применению новых материалов направлен на:

- исследование составов и способов нанесения теплоизолирующего покрытия на наружную поверхность выходного патрубка, диска турбины изделия ГТД-20С;
- разработку высокотеплостойких ремонтных материалов;
- исследование и разработку оборудования из композиционного материала для створок изд. 99 на основе карбида кремния с рабочей температурой до 1400 °С;
- создание различных видов подшипников, в том числе высокотемпературных на основе карбида кремния.



Первые ступени компрессора низкого давления двигателя АЛ-31ФМ1, выполненные по технологии "блиск"

Цикл работ по контролю, диагностике и измерениям включает:

- совершенствование метода и модернизация средств контроля остаточных напряжений на деталях ГТД;

- освоение неразрушающих методов контроля остаточных напряжений;

- усовершенствование программного обеспечения и системы измерения пазов в кольцах направляющих аппаратов компрессора;
- проведение исследований по очистке выбросов энергоустановок от NO<sub>x</sub> и др.

Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы проводятся в подразделениях предприятия с привлечением ведущих специалистов сторонних организаций:

- институтов академии наук РФ: ИВТАН (Москва), ИПХФ РАН (Черноголовка), ИСМАН (Черноголовка), ИПСМ (Уфа), ИХА РАН им. Н.Н. Семенова;

- высших учебных заведений, в том числе с МАИ, МГТУ им. Баумана, "Станкина", Омского государственного университета, ХАИ, МАТИ им. К.Э. Циолковского, МИСИС;

- конструкторских бюро и других организаций, в том числе с НПО "ЭГА", "Булат", НИТМ, НИИТОЧМАШ, Физического института РАН (Обнинск), РНЦ "Курчатовский институт", "ЭКОТЕХПРОМ" (Москва), ЦКБ "Лазурит" (Н. Новгород), ФГУП "ОНПП "Технология" (Обнинск), ВТИ (Москва), "Газпромаш", ОАО "Электро-механика" (Ржев) и др.

Финансирование научно-технической деятельности осуществляется целевым порядком по соответствующим конкретным научно-техническим программам, отражаемым в ежегодном плане научно-исследовательских, опытно-конструкторских и опытно-технологических работ, который утверждается научно-техническим советом ФГУП "ММПП "Салют". Причем суммы выделяемых средств с каждым годом возрастают: так в 2002 г. на эти цели было затрачено 667 млн руб., а в 2006 г. - 1150 млн руб. Финансирование осуществляется преимущественно за счет прибыли предприятия. Хотя разработка столь высокотехнологичного и наукоемкого продукта как авиадвигатель требует значительно больших финансовых затрат, а при создании принципиально новых военных двигателей - более существенной поддержки федерального бюджета.

В результате проведенных исследований получен ряд оригинальных решений наиболее актуальных проблем технологии производства современных двигателей. Так, наиболее сложным элементом ГТД является турбинная лопатка. Для создания лопатки, способной работать при высоких теплонапряженных режимах, на "Салюте" проводятся научно-исследовательские работы по различным направлениям, в том числе: литью по выплавляемым моделям, литью лопаток с направленной и монокристалльной структурой, газостатической обработке лопаток и нанесению на них многокомпонентных защитных покрытий, изготовлению керамических стержней на основе материалов, полученных методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза, разработке новых составов модельной массы и др. И это далеко не

полный перечень проводимых работ только по турбинной лопатке. Одновременно проводятся поисковые работы по камерам сгорания, компрессорам, реактивному соплу с изменяемым вектором тяги, системам регулирования и многому другому.

Параллельно создаются высокоэкономичные энергетические установки различного назначения от транспортных ГТУ мощностью 380...1000 кВт до энергетических ПГУ мощностью 60...500 МВт.

Для претворения этих замыслов в жизнь требуется не только производство, лаборатории и КБ, оснащенные самым современным оборудованием. Необходимы также специалисты, способные конструировать новую технику, разрабатывать новые технологии, а также высококвалифицированные рабочие. Именно поэтому на "Салюте" уделяется громадное внимание подбору, обучению и расстановке кадров.

Для выполнения задачи подготовки квалифицированного персонала на ФГУП "ММПП "Салют" создана и задействована система подготовки и повышения квалификации кадров, реализуемая заводским Институтом целевой подготовки специалистов. Повышение квалификации персонала предприятия базируется на системе непрерывного профессионального образования.

Важное место в этой работе отводится подготовке специалистов по информационным технологиям, так как интегрированное применение информационных технологий является необходимым условием устойчивого положения предприятия при проектировании и изготовлении технически сложных и наукоемких изделий, обеспечивающих высокую конкурентоспособность продукции.

Стимулирование научно-технической деятельности на предприятии осуществляется путем ежемесячной доплаты сотрудникам, имеющим ученые степени: кандидаты наук получают 3 тыс. рублей к основному заработку, а доктора наук - 7 тыс. рублей.

За период 2002-2006 г. специалисты предприятия опубликовали в 46 периодических научных изданиях в России и за рубежом 182 научные работы, представили 149 докладов на конференциях, симпозиумах, конгрессах, семинарах, сессиях, заседаниях и совещаниях внутри страны в ближнем и дальнем зарубежье. Всего за указанный период времени специалисты предприятия представили научной и технической общественности 331 научный труд.

Количество конференций, симпозиумов, съездов и других мероприятий, в которых ежегодно принимали участие специалисты завода, увеличилось с 10 в 2002 г. до 16 в 2006 г. Заметно возросло и количество докладов о результатах научных исследований, представленных специалистами завода в последние годы. Все шире используются страницы специализированных журналов для информирования двигателестроителей России об этих результатах.

Высокий научный уровень сотрудников предприятия позволил за последние пять лет подготовить и выпустить в свет 10 монографий и учебных пособий. Сотрудниками Института целевой подготовки специалистов по двигателестроению "Салюта" за этот период было разработано и выпущено 11 учебно-методических пособий.

Непрерывная научно-исследовательская работа, направленная на совершенствование газотурбинных двигателей, позволила предприятию выйти на принципиально новый уровень, получивший высокую оценку в распоряжении правительства Российской Федерации о присвоении "Салюту" статуса Федерального научно-производственного центра. В 2006 г. этот статус вновь был подтвержден. Среди государственных предприятий авиационной отрасли ММПП "Салют" является единственным обладателем этого статуса, что свидетельствует о его высоком производственном и научно-техническом уровне деятельности.

Закономерным итогом плодотворной работы "Салюта" в этом направлении явился Указ Президента РФ В.В. Путина от 11 августа 2007 г. № 239 о создании на базе ФГУП "ММПП "Салют" интегрированной структуры с новым названием "Федеральный научно-производственный центр газотурбостроения "Салют".

Хотелось бы надеяться, что правительству удастся уделить больше внимание и оказать действенную помощь предприятию оборонно-промышленного комплекса в выполнении ими научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.



GRIND-X

# Okamoto

OKAMOTO PRECISION SYSTEMS

## ПРЕЦИЗИОННЫЕ ШЛИФОВАЛЬНЫЕ И ДОВОДОЧНЫЕ СИСТЕМЫ

### От высокоточных инструментальных решений до нанотехнологий



**70 лет  
инноваций и  
лидерства**



Группа "СодикоМ-Элиском"

[www.okamoto-euro.ru](http://www.okamoto-euro.ru)

tel.: +7 495 786-9841, 787-0970

725-3603, 614-9801

fax: +7 495 786-9842, 614-1842

[info@sodick.ru](mailto:info@sodick.ru), [tc@sodick.ru](mailto:tc@sodick.ru)

# КРЫЛЬЯ СУДЬБЫ

Ольга Александровна Корниенко

5 мая 1945 года стало судьбоносной исторической датой для государственного предприятия, ныне известного под наименованием "Запорожское машиностроительное конструкторское бюро "Прогресс" имени академика А.Г. Ивченко". Именно в этот день нарком авиационной промышленности А.И. Шахурин подписал приказ НКАП СССР № 793 "О создании опытно-конструкторского бюро № 478". Временно обязанности руководителя исполнял А.Е. Долгий. Затем начальником ОКБ был назначен Александр Георгиевич Ивченко. Ядро коллектива составили специалисты омского завода, работавшие до эвакуации в Запорожье, – Г.И. Вильнер, А.М. Анашкин, В.А. Лотарев, А.К. Пантелеев, К.М. Валик и другие.

Новое КБ выживало в тяжелейших условиях. Моторостроительный завод лежал на руинах, не было ни станков, ни оборудования. Но уже в 1946 г. был создан первый отечественный вертолетный двигатель М-26 (впоследствии АИ-26В), которым оснащались вертолеты И. Братухина. А к 1948 г. в серийном производстве уже находились двигатели АИ-26 и АИ-14.

В конце 40-х годов минувшего века в авиационной промышленности прошла волна сокращений. Деятельность уменьшившегося наполовину ОКБ Ивченко в эти годы была сведена к работам по увеличению ресурса и надежности серийно выпускаемых двигателей АШ-62, АИ-26, АИ-19 и других.

Одним из первых А.Г. Ивченко понял, что время поршневой техники уходит. И он поручил конструкторам заняться проработками более перспективной техники - турбореактивной. Это была непростая задача.

В сжатые сроки, за полгода, было выполнено важное задание - изготовлен первый объект газотурбинной техники - турбостартер ТС-12. Турбостартер - это тот же двигатель, только поменьше. Он предназначался для запуска мощных турбовинтовых двигателей НК-12 ОКБ Н.Д. Кузнецова, установленных на бомбардировщике Ту-95.

А.Г. Ивченко принял решение укрепить ОКБ квалифицированными кадрами. В 1954 году в коллектив влились 26 выпускников Харьковского авиационного института. Это был один из самых сильных выпусков ХАИ; в число новоиспеченных инженеров входил и Федор Михайлович Муравченко. Выпускники сразу включились в работу по новой тематике.

В середине пятидесятых годов правительство поручило двум крупнейшим конструкторским коллективам (ОКБ С.В. Ильюшина и О.К. Антонова) разработать самолеты с турбовинтовыми двигателями. Создание двигателей для них возложили на ОКБ А.Г. Ивченко и Н.Д. Кузнецова, причем, на конкурсной основе. Но в ОКБ Н.Д. Кузнецова уже имелся опыт создания турбовинтовых двигателей для стратегических бомбардировщиков. В куйбышевском ОКБ работали, помимо отечественных конструкторов, высококвалифицированные немецкие специалисты: профессора, доктора технических наук, в то время для ОКБ А.Г. Ивченко подобное задание было новым.

В указанный период времени А.Г. Ивченко впервые посетил конструкторское бюро О.К. Антонова. Первая встреча двух больших личностей сыграла важную роль в дальнейшем сотрудничестве возглавляемых ими коллективов. Самолет Ан-8 с двигателями АИ-20 стал первой совместной машиной, работа над которой была завершена в рекордно короткие сроки - всего за пятнадцать месяцев.

Ан-8 по своим летно-техническим качествам соответствовал самым передовым требованиям авиационной техники. При грузоподъемности в одиннадцать тонн длина разбега двухдвигательного военно-транспортного самолета не превышала се-



Коллектив создателей легендарного АИ-20

мисот метров, в том числе и при взлете с грунтовых аэродромов. Это был большой успех. Практически параллельно шла разработка четырехдвигательных машин с АИ-20: пассажирского самолета Ан-10 и транспортного Ан-12.

Создание двигателя АИ-20 стало судьбоносным моментом для коллектива авиадвигателестроителей, возглавляемого Александром Георгиевичем Ивченко. В правительстве тогда сказали: "Или ваш коллектив осваивает новый двигатель АИ-20 и, тем самым, переходит на реактивную технику, или его закроют". О том, теперь уже историческом, периоде в деятельности ГП "Ивченко-Прогресс" вспоминает один из участников событий Федор Михайлович Мурваченко - нынешний руководитель предприятия:

*"Мне запомнилось то время - время борьбы за эту тему. Это была настоящая конкуренция. Потому что мы, абсолютно молодое*



Транспортный самолет Ан-8 с двумя двигателями АИ-20



Турбовинтовой двигатель АИ-20

*ОКБ, сражались с самым знаменитым в СССР ОКБ им. Кузнецова. Шла невероятной силы борьба и конкуренция. Все предприятие работало на одном дыхании. Была теснейшая связь с моторостроительным заводом, директором которого был Павел Иванович Скляр, к которому я отношусь с величайшей благодарностью. Он с самого начала был инициатором перехода на реактивную технику. Я тогда работал конструктором в бригаде компрессоров, а чуть позже меня назначили руководителем бригады запуска. Мы участвовали в испытаниях. На самолете Ил-18 у меня налет по исследованиям и экспериментам только с Коккинаки (Владимир Владимирович Коккинаки - заслуженный летчик - испытатель СССР - О.К.) больше 140 часов. Многие из наших ребят участвовали в становлении этого самолета. Он был создан и начал возить пассажиров, подумайте только, за 3 года! И, конечно, помимо усилий и энтузиазма, требовались знания".*

Из воспоминаний ветерана Льва Николаевича Ржавина:

*"Так как довольно сложно было перейти предприятию от поршневого двигателя к газотурбинному, начали готовить кадры. Меня посылают в Московскую академию авиационной промышленности, где я прошел курс обучения по прочности авиационных двигателей, по расчетам. Курс вели ведущие специалисты в этой области: ЦИАМ, ВИАМ и иные организации. Таким же образом проходили подготовку и другие специалисты конструкторского бюро".*

Чем еще запомнился тот период создания АИ-20 - это темпами. В сжатые сроки были выполнены проектирование, изготовление, доводка и проведение испытаний двигателя.

Двигатель АИ-20 начали проектировать на год позже, чем его куйбышевский конкурент НК-4, да и не все шло поначалу гладко. К примеру, военных заказчиков не устраивал лишний вес двигателя АИ-20. Но молодые инженеры не сдавались.

Всего за один год (!) ОКБ сумело спроектировать, изготовить и провести первые длительные испытания двигателя АИ-20.

А в то время не было компьютеров, ксероксов, вычислительной техники - почти все операции выполнялись вручную.

На обычной логарифмической линейке производили основные прочностные расчеты с таким высоким качеством, что двигатели АИ-20 работают и сегодня.

По утверждению главного конструктора А.П. Щелока, именно настрой, моральный климат внутри творческого коллектива нашего предприятия явились одним из слагаемых нашего успеха в проводившемся конкурсе. Но главным, что предопределило победу, явился правильно выбранный конструктивный облик двигателя АИ-20.

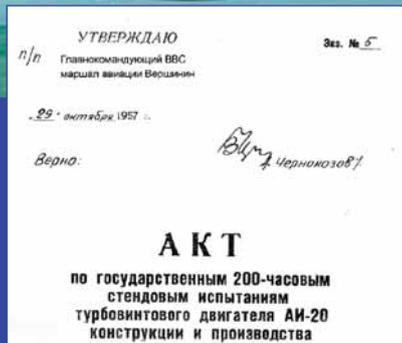
И здесь необходимо отметить стратегическую прозорливость Александра Георгиевича Ивченко как главного конструктора. В конце 40-х и в начале 50-х годов бурно развивались научные направления, связанные с проектированием и выполнением расчетов отдельных ступеней и компрессоров в целом, многоступенчатых турбин и других агрегатов. В частности, вошло в моду применение в компрессорах околозвуковых и сверхзвуковых ступеней с высокой



Лауреаты Ленинской премии за создание ГТД АИ-20 (1960 г.)



Военно-транспортный самолет Ан-12 с четырьмя ГТД АИ-20



Пассажирский лайнер Ил-18 с четырьмя ГТД АИ-20



Противолодочный самолет Ил-38 с четырьмя ГТД АИ-20М



Самолет-амфибия Бе-12 с двумя ГТД АИ-20Д

напорностью. Безусловно, это был новый шаг в авиационном конструировании. Однако такие ступени по тем временам были еще недостаточно экспериментально изучены и исследованы.

Александр Георгиевич не стал увлекаться модой, а пошел по пути применения проверенных практикой дозвуковых ступеней компрессора, имевших высокие значения адиабатического к.п.д. и большие запасы газодинамической устойчивости, сведя, тем самым, к минимуму инженерный риск создания двигателя АИ-20. И хотя находились специалисты, говорившие: "Что это за двигатель, если в нем нет ни одной сверхзвуковой ступени?", выбранный путь оказался правильным, так как он основывался на реальных технических возможностях ОКБ того периода и учитывал минимальные сроки, отведенные на создание двигателя. Поскольку двигатель АИ-20 предназначался для пассажирских перевозок, ставка была сделана на простоту конструкции и надежность двигателя, обеспечивавших в будущем резкое увеличение его ресурса, что, в свою очередь, повысило эффективность пассажиро-транспортных перевозок.

И все же вначале первый опытный самолет Ил-18 был построен с двигателями НК-4, разработанными ОКБ Н.Д. Кузнецова. В соответствии с решением правительства авиазаводом № 30 в 1957-1958 годах было выпущено 36 самолетов Ил-18, в том числе 27 единиц с двигателями НК-4, и только 9 - с двигателями АИ-20.

Эксплуатационные испытания проходили самолеты с обоими типами двигателей. Но надежность двигателя НК-4 оставляла желать лучшего. Очередная нештатная ситуация с обрывом двигателя на внутренней силовой установке предопределила его судьбу. В феврале 1959 года Министерство авиационной промышленности приняло решение: "В связи с тем, что ряд дефектов, выявленных в эксплуатации на двигателях НК-4 (разрушение конических шестерен, обрыв лопаток компрессора, поломка стопорного кольца ротора компрессора, разрушение шарикоподшипников и др.), может привести к авариям и серьезным повреждениям самолета в процессе эксплуатации, нами принято решение приостановить эксплуатационные испытания самолетов Ил-18 с двигателями НК-4".

Там же было предписано: "Впредь все самолеты Ил-18 выпускать только с двигателями АИ-20. Выпущенные заводом № 30 в 1958 году 27 самолетов Ил-18 с двигателями НК-4 переоборудовать в течение 1959 года под двигатели АИ-20".

Государственные испытания этого самолета проводились совместно ГК НИИ ВВС и ГосНИИ ГА.

В 1959 году правительство постановило: двигатель АИ-20 устанавливать на самолеты Ан-10 и Ил-18 и запустить в серийное производство на двух крупнейших моторостроительных заводах в Запорожье и Перми. А чуть ранее, в 1957 году, ОКБ А.Г. Ивченко приобрело статус Государственного союзного

**САМОЛЕТЫ, НА КОТОРЫЕ УСТАНАВЛИВАЮТСЯ ДВИГАТЕЛИ АИ-20 И ИХ МОДИФИКАЦИИ**

Модификация двигателя	Тип самолета	Количество пассажиров или грузоподъемность	Максимальная дальность полета, км	Максимальная скорость, км/ч	Средняя продолжительность полета, ч
АИ-20К	Ил-18	65-122 чел.	5000	685	4,2
	Ан-12	20 000 кг	6300	650	3,9
АИ-20М	Ил-18	65-122 чел.	6500	685	-
	Ан-12	20 000 кг	7500	660	-
	Ил-38	Противолодочный самолет		640	5,2
АИ-20Д серия 4	Ан-8	7880 кг	2960	560	2,0
	Бе-12	Многоцелевой самолет-амфибия		550	2,1
АИ-20Д серия 5,5Э	Ан-32	6700 кг	2500	530	2,0

опытно-конструкторского бюро. Коллектив ОКБ-478 постепенно завоевывал авторитет и известность.

Двигатели АИ-20 и его модификации устанавливались на самолетах десяти типов, а также электростанциях, судах на подводных крыльях и воздушной подушке, других уникальных установках.

За создание самолета Ил-18 с двигателем АИ-20 главный конструктор А.Г. Ивченко и его заместитель В.А. Лотарев, ведущие конструкторы А.К. Пантелеев и А.Н. Зленко, начальник бригады А.И. Шведченко были удостоены Ленинской премии.

Сегодня за плечами коллектива ГП "Ивченко-Прогресс" много важных разработок, практически всегда идущих, как говорят конструкторы, "на крыло". Но именно двигатель АИ-20 во многом стал "лицом" фирмы, обеспечил ей известность и возможность продолжения работ.

*"Создание АИ-20 - самое значительное, можно без преувеличения сказать, эпохальное событие в жизни нашего коллектива, - считает генеральный конструктор Федор Михайлович Муравченко. - Именно оно определило нашу судьбу и во многом судьбу моторостроительного завода, в единой упряжке с которым создавался этот уникальный двигатель. Именно то поколение определило судьбу и ОКБ, и моторостроительного завода. Не будь этой великой победы, тех людей, я уверен, что не было бы таким ОКБ, а может, и вообще бы его не было, и, конечно, не был бы таким моторостроительный завод".*

По случаю полувекового юбилея со дня подписания акта Государственных испытаний АИ-20 в коллективе проводилось торжественное мероприятие. На него пришли ветераны - более 150 непосредственных участников разработки, изготовления, доводки, проведения госиспытаний. Сегодня в рабочем строю остались немногие. Среди них рабочий Песоцкий Анатолий Андреевич, а также молодые специалисты тех лет, выпускники ХАИ: Муравченко Федор Михайлович, Дашковский Владимир Иосифович, Мартыненко Леонид Иванович, Белашов Петр Васильевич, Булавин Эдуард Григорьевич, Щелок Анатолий Павлович. Созданный умом, опытом, руками первопроходцев газотурбинный двигатель был востребован пассажирской, транспортной и специальной авиацией. Побольше бы таких надежных, долговечных моторов.



Экраноплан СМ-6 с ГД АИ-20К



Судно на подводных крыльях "Буревестник" с двумя ГД АИ-20С



Судно на воздушной подушке "Сормович" с ГД АИ-20С



Мобильная ГТЭ АИ-2500

# GLOBALTEX AG:

## НОВЫЕ СТАНКИ ДЛЯ МОДЕРНИЗАЦИИ И ТЕХНИЧЕСКОГО ПЕРЕОСНАЩЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ

Алексей Львович Смирнов, к.ф.-м.н.  
Владимир Сергеевич Полуянов, к.т.н.

Модернизация и техническое переоснащение предприятий являются необходимыми условиями их выживания и рентабельности в современных условиях жесткой конкуренции. Компания Globatex AG работает на рынке СНГ более 15 лет (прежнее название фирмы Charmilles & Mikron Diffusion), обеспечивая переоснащение предприятий оборудованием, сертифицированным в соответствии с Европейскими стандартами. За это время предприятиям СНГ поставлено более тысячи высококачественных станков. Компания Globatex AG основное внимание уделяет поставке новых технологий на основе использования высокопроизводительных прецизионных станков, нового оборудования и программных продуктов европейских и японских фирм.

Компания предлагает станки и оборудование германских фирм Rödgers (высокоскоростные фрезерные обрабатывающие центры - ОЦ), Zimmer + Kreim (электроэрозионные копировально-прошивочные системы и системы автоматизации станков), Peter Wolters AG (технологии и оборудование для прецизионной обработки плоских поверхностей, а также оборудование для круглого наружного и внутреннего шлифования швейцарской фирмы Voulard Machines CO SA, приобретенной фирмой Peter Wolters AG в 2006 г.), голландской фирмы Unisign (вертикальные и порталные фрезерные ОЦ, в том числе со встроенными планшайбами для выполнения токарно-карусельных работ), японской фирмы Seibu Electric & Machinery Co., LTD (прецизионные электроэрозионные проволочно-вырезные станки), швейцарских фирм Vumotec (токарно-фрезерные ОЦ), Dixi Machines, недавно приобретенной японской компанией Mori Seiki (горизонтально-расточные ОЦ); Rollomatic (профилишлифовальные станки для изготовления и заточки осевых режущих инструментов) и итальянской фирмы Samputensili - отделения фирмы SAMP S.P.A. (зуборезные и зубошлифовальные станки).

Некоторые из предлагаемых компанией Globatex AG станков могут быть объединены в гибкие производственные системы с использованием предлагаемых ею средств автоматизации процессов смены инструментов и деталей, их транспортировки и хранения.

**Фрезерные ОЦ фирм Rödgers, Unisign и координатно-расточные ОЦ фирмы Dixi**



Фирма Rödgers является одной из ведущих компаний в мире, изготавливающих фрезерно-сверлильные ОЦ для высокоскоростной обработки, формы для литья под давлением и пресс-формы. Фирма производит фрезерно-сверлильные ОЦ серий RFM, RXP и RHP.

**Станки серии RFM.** Модели RFM600, RFM600DS, RFM760, RFM1000 и RFM1000S с шарико-винтовыми приводами оснащены шпинделями с максимальной частотой вращения 36 000 или



42 000 мин<sup>-1</sup> мощностью, соответственно, 17 и 14 кВт. Максимальные значения подачи по осям - 30 000 мм/мин.

**Станки серии RXP.** Модели RXP300, RXP500, RXP500DS, RXP800 RXP800DS и RXP1200 с линейными электроприводами оснащены шпинделями с максимальной частотой вращения 42 000 или 50 000 мин<sup>-1</sup> мощ-

ностью, соответственно, 14 и 4,2 кВт. Максимальные значения подачи по осям - 40 000 мм/мин.

**Станки серии RHP.** Модели RHP500, RHP600 и RHP800 с линейными приводами и гидростатическими направляющими - прецизионные станки с возможностью осуществления на них операций скоростного фрезерования, координатного и контурного шлифования трехмерных поверхностей, а также измерений.

Станки фирмы Rödgers отличаются:

- наличием быстродействующей системы компьютерного управления тип RMS 6 собственной разработки, обеспечивающей малое время обработки кадров программы - 0,1 мс и просмотр программы вперед - более чем 10 000 кадров;
- простотой программирования с использованием 3D CAD/CAM системы;
- малым временем обработки деталей;
- повышенной производительностью;
- высоким качеством обработанной поверхности;
- наличием патентованной системы воздушной блокировки для защиты всех осей станка (направляющих и приводов), а также шпинделя от попадания в них грязи и пыли, благодаря чему обеспечивается длительный (более 10 лет) срок службы станка с сохранением его первоначальных точностных характеристик;
- отсутствием необходимости в какой-либо модификации станка для обработки электродов из графита (необходима лишь дополнительная система отсоса графитовой пыли);
- бесконтактным измерением размеров инструмента по длине и диаметру вне зоны обработки с использованием лазера до его установки в шпиндель станка;
- наличием патентованной вакуумной системы уравновешивания веса шпиндельной головки по оси Z, отличающейся отсутствием какого-либо трения;

Станки фирмы Rödgers обеспечивают высокую точность и качество обработанных поверхностей без образования на них выступов в местах сопряжений, обычно образующихся при обработке различными инструментами и требующих дополнительной ручной доводки.



Фирма UNISIGN предлагает экономичные решения для гибкого производства - высокопроизводительные



трех- и пятикоординатные вертикальные и порталные обрабатывающие центры серий UNIVERS, UNIPRO, UNIPENT, UNIPORT и UNICOM с размерами зоны обработки от 1600x600x500 мм до 24 000x4000x1600 мм. Фирма использует типовой модульный дизайн. Более 90 %

деталей станков изготавливаются на самой фирме.

Серия UNIVERS включает вертикальные многоцелевые станки с компьютерным управлением с подвижной по оси X колонной. Большая поверхность крепления с практически неограниченной длиной поверхности в направлении оси X (до 24 000 мм) идеальна для обработки длинных деталей или для многосторонней обработки в "маятниковом" режиме, когда в процессе обработки детали на одной позиции производится снятие ранее обработанной детали и установка новой заготовки на другой позиции.

Вертикальные обрабатывающие центры серии UNIPRO и UNIPENT предназначены главным образом для высокоскоростной обработки деталей.

Станки серии UNICOM предназначены для полной обработки деталей с использованием фрезерования, сверления и токарной обработки аналогично обработке на карусельных станках.

Портальные станки серии UNIPORT предназначены для многосторонней обработки крупногабаритных деталей. Обрабатывающие центры предлагаются в различном исполнении: с подвижным порталом и неподвижным столом, а также с неподвижным порталом и подвижным столом. Эти станки могут быть выполнены в трех вариантах: с одним подвижным столом, с двумя столами или со сменными паллетами.

В таблице 1 приведены рекомендуемые области применения станков фирмы Unisign.

unisign	Области применения обрабатывающих центров фирмы UNISING				
	UNIVERS	UNIPRO	UNIPENT	UNIPORT	UNICOM
Машиностроение. Металлообработка	+	+	+	+	+
Авиакосмическая промышленность	+	+	+	-	+
Автомобильная промышленность	+	-	-	+	-
Подъемно-транспортные машины	+	-	-	+	-
Транспортное машиностроение	+	-	-	+	-
Нефтегазовая промышленность	+	-	-	+	+



Фирма DIXI Machines, входящая в состав японской компании Mori Seiki, выпускает прецизионные горизонтальные расточные станки для инструментального (изготовление крупногабаритных штампов и пресс-форм) и основного производства (изготовление деталей двигателей, трансмиссии автомобилей, авиационной техники и др.). Размеры зоны

обработки: от 500x500x500 мм до 1200x1100x1100 мм.

Фирма DIXI Machines является пионером в решении многих конструктивных задач, направленных на повышение точности и расширение технологических возможностей станков.

С 1948 г. фирма поставляет пятиосевые координатно-расточные станки, с 1961 г. - станки с ЧПУ, с 1977 г. - станки с автоматической сменой инструментов, затем со сменой паллет, с 2000 г. - высокоскоростные производственные горизонтально-расточные станки серии DHP. В 2004 г. начато производство координатно-расточных станков нового поколения серии JIG для выполнения координатно-расточных, координатно- и контурно-шлифовальных операций, скоростного фрезерования и др.

Сборка станков фирмы осуществляется в уникальном производственном помещении площадью 3000 м<sup>2</sup> с поддержанием температуры в пределах ±0,5 °С.

Четырехосевые станки моделей DHP 50 5X и DHP 80 5X имеют поворотный стол (ось В) с мощным прямым приводом, который обеспечивает высокие скорости движения и ускорения. Пятиосевые станки моделей DHP50 5X Tilt и DHP 80 5X Tilt оснащены наклонно-поворотными столами, обеспечивающими угол наклона, равный 180° (+45°/-135°). Наименьшая дискретность, равная 0,0001°, обеспечивает 1 800 000 индексированных положений стола.

Разрешающая способность измерительных линеек станков (0,05 мкм) позволяет осуществлять сверхточную динамическую интерполяцию. При быстрых перемещениях скорость может составлять до 60 000 мм/мин. Наименьшая дискретность программируемых перемещений 0,1 мкм.

В станках JIG обеспечивается оптимальное регулирование подачи при обработке деталей для получения наибольшей точности обработки. Возможна обработка тяжелых деталей (до 5 т). Разрешающая способность измерительной системы станков 0,05 мкм, точность позиционирования Р (по нормам ISO) менее 990 нм, дискретность программируемого перемещения 100 нм (0,1 мкм).

**Электроэрозионное оборудование фирм Zimmer & Kreim и Seibu**

Фирма Zimmer & Kreim предлагает системные решения, связанные с оборудованием для электроэрозионной прошивки полостей и отверстий, автоматизацией процессов (смена электродов и деталей), программным обеспечением для электроэрозионных копировально-прошивочных станков, гибких производственных ячеек и систем.

Фирма является лидером на рынке Германии в области электроэрозионных копировально-прошивочных станков и мировым лидером в области автоматизации загрузки/разгрузки станков, транспортировки и хранения электродов, режущих инструментов и деталей.

Прецизионные электроэрозионные копировально-прошивочные станки моделей genius 602, genius 700, genius 850, genius 1000, genius 1200 и genius 1700 с размерами зоны обработки от 350x250x315 мм до 1250x1000x515 мм предназначены для инструментального и основного производства различных отраслей промышленности. Все станки фирмы поставляются с неподвижными столами, подъемными рабочими ваннами, а также со встроенной осью С. Фирма предлагает различные опции для электроэрозионных копировально-прошивочных систем, расширяющие их технологические возможности, в том числе:

- "О-модуль" для получения обрабатываемой поверхности с шероховатостью, меньшей 0,2 мкм Ra;
- "С-модуль" для производственной обработки труднообрабатываемых материалов (например, твердых сплавов) и для обработки вращающимся электродом;



- вращающуюся головку для скоростного и точного прошивания глубоких полостей полыми электродами диаметром от 0,6 до 6 мм с использованием С-модуля и с прокачкой жидкости под высоким давлением;

- Q-ось, являющаяся пятой полноценной осью для электроэрозионной обработки и устанавливаемую на столе станка вертикально или горизонтально;

- адаптер для тяжелых электродов, устанавливаемый в рабочей головке станка без снятия его стандартного патрона;

- опцию genius transfer с джойстиком, позволяющую измерять обрабатываемые детали и электроды непосредственно на станке, аналогично измерению на измерительной машине;

- устройство для электроэрозионной резки проволокой.

На станках серии Genius могут использоваться поворотные и наклонно-поворотные столы, например, фирмы Lehmann.

Фирма уделяет большое внимание объединению копировально-прошивочных станков с новыми системами загрузки/разгрузки и их оснащению различным интеллектуальным программным обеспечением. Станки любого потребителя, например, станки фирм Zimmer&Kreim и Roeders, могут быть объединены в гибкие производственные системы с использованием робото-технического комплекса линейного типа модели Chameleon, обеспечивающего транспортировку, загрузку/разгрузку электродов, режущих инструментов и деталей.



**Фирма Seibu** в 1972 г. первой в мире создала электроэрозионные проволочно-вырезные станки с CNC-управлением. Фирма предлагает:

- станки для струйной обработки серии M и погружные станки серии MS трех моделей в каждой из серий с ходами по осям X, Y и Z, равными 350x250x230, 500x350x310 и 750x500x310 мм;

- прецизионные погружные станки серии MMS двух моделей с ходами 350x250x230 и 500x350x310 мм;

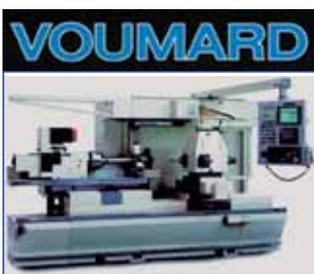
- суперпрецизионный погружной станок серии MPS модели MP250S с ходами 250x180x200 мм.

О высокой точности станков серий MS и M можно судить по результатам измерений межцентровых расстояний вырезанных отверстий с заданными расстояниями - 300, 150 и 100 мм. Отмечены максимальные отклонения, равные +1 мкм, и минимальные отклонения, равные -1 мкм. Круглость вырезанных отверстий диаметром 10 мм - меньше 0,89 мкм, минимальная шероховатость поверхности - 0,05 мкм Ra.

Автоматическая заправка проволоки в указанных станках осуществляется в стартовое отверстие и в вырезанный паз на траектории ее движения в месте ее случайного обрыва.

По отдельному заказу станки серии MS комплектуются устройством для электроэрозионной прошивки стартовых отверстий, устанавливаемым на станке менее чем за 1 мин.

**Шлифовальные и доводочные станки фирм Voumard и Peter Walters**



**Фирма Voumard Machines Co SA**, основанная в 1939 г., является одним из мировых лидеров в области высокоточных шлифовальных станков. Фирма входит в состав компании Peter Walters Group и выпускает высокопроизводительные и высокотехнологичные шлифовальные центры для обработки наружных и внут-

ренних цилиндрических, конических, плоских торцевых и других поверхностей точных деталей диаметром от 60 до 830 мм и длиной от 40 до 1200 мм, как правило, с одной их установки.

В производственную программу фирмы Voumard входят:

- внутришлифовальные станки;

- многоцелевые шлифовальные станки (для внутреннего, наружного шлифования, шлифования торцевых поверхностей, плоских поверхностей пазов, выступов и т.д.);

- специальные профишлифовальные станки для внутренней шлифовки (например, овальных цилиндрических поверхностей корпусов насосов).

Вся производственная программа фирмы предполагает широкий ряд шлифовальных станков для решения конкретных задач заказчика в условиях крупносерийного или единичного производства деталей.

Станки оснащены двух-, трех- или четырехпозиционными револьверными головками, управляемыми от УЧПУ, соответственно с двумя, тремя, или четырьмя шпинделями, либо отдельными шпинделями (одним или двумя шпинделями, устанавливаемыми на подвижном суппорте таким образом, что их оси параллельны друг другу).

Для правки кругов в станках предусмотрены устройства с алмазным карандашом или с алмазным роликом, управляемые от УЧПУ станка.

Станки фирмы VOUMARD эффективно используются при изготовлении деталей автомобильных двигателей, станков (шпинделей, их торцевых поверхностей и пазов на концах шпинделей для передачи вращения шпинделя инструментальным оправкам), швейных машин, редукторов, гидро- и пневмоагрегатов, топливной аппаратуры, деталей авиационной и космической техники, штампов и пресс-форм, подшипников и т.п.



**Компания Peter Walters**, основанная в 1804 г., является мировым лидером в области технологии прецизионной обработки плоских поверхностей. Фирма предлагает станки с одним и двумя кругами для обработки плоских деталей, в том числе станки для тонкой шлифовки, доводки (притирки), полировки, плоского хонингования и снятия заусенцев.

Компания всегда готова ответить на требования рынка, предлагая новые станки, инновационные технологические решения и т.п. Ряд станков фирмы дополнен системами для комбинированной обработки - шлифования и обработки щетками для снятия заусенцев и окончательной оптимальной обработки поверхностей деталей, обработанных резанием, а также штамповок. Станки фирмы работают более 50 лет на заводах известных в мире компаний по металлообработке, обработке стекла, керамики, полупроводников и других материалов, используемых в электронной промышленности. Станки отвечают требованиям высокого качества обрабатываемых поверхностей, параллельности, плоскостности и точности, а также требованиям по толщине деталей.

Фирма предлагает решения под заказ практически для всех применений, материалов и отраслей промышленности. На станках фирмы обрабатываются различные материалы, в том числе:

- металлы (сталь, порошковый металл, твердые сплавы, латунь, алюминиевые сплавы и чугуны, например, детали из чугуна - элементы инжекционных систем дизельных двигателей, гидронасосов, твердосплавные режущие пластины);

- стекло, кварц, сапфир (например, детали датчиков, линзы конденсоров (излучателей), платы интегральных схем);

- керамика: оксиды алюминия, нитриды кремния, пьезокерамика, цирконий (детали клапанов обтюраторы, высококачественные подшипники, керамические режущие пластины);

- специальные материалы: карбиды, углеграфиты, пластики, ферриты и магнитные материалы (например, затворы (обтюраторы) клапаны и детали насосов, детали электроники);

- полупроводники: кремний, карбиды кремния, германий, гал-

лий-арсенид, галлий-нитрид, ниобат лития, танталат лития (например, тонкие платы, подложки, жесткие диски, носители микросхем).

Большой опыт позволяет фирме Peter Walters оснащать производство фирм-заказчиков специальным оборудованием и технологиями, на основе которых создаются производственные прецизионные системы.

**Станки фирмы Rollomatic для изготовления и заточки осевых инструментов**



Фирма Rollomatic SA, основанная в 1953 г., выпускает прецизионные шлифовальные центры для производства и заточки инструментов. За последние 15 лет фирма стала одним из наиболее успешных в мире производителей инструментальных шлифовальных станков.

Фирма проявляет профессиональный подход к проектированию и производству высокотехнологичных шлифовальных центров от трех- до восьмиосевого CNC-управления. Кроме того, фирма выпускает станки для изготовления точных заготовок инструментов, пуансонов, станки для обработки канавок и затылованных поверхностей инструментов, станки для обработки вершин сверл, хвостовиков, а также околостаночное вспомогательное оборудование, в том числе устройства правки кругов и измерения их дисбаланса.

С использованием станков фирмы Rollomatic SA в металлообрабатывающей промышленности многих стран организовано производство концевых фрез с прямым торцом, сферических фрез, сверл, конических инструментов, ступенчатых инструментов, в том числе ступенчатых сверл, инструментов для аэрокосмического производства; высокоточных пуансонов, высокоточных (с прецизионной степенью концентричности и узким диапазоном допусков) заготовок для изготовления инструментов.

Из выпускаемых фирмой станков особо могут быть выделены следующие:

- станки серии Microgrind 2000X, предназначенные для производства микросверл диаметром 0,05...1,6 мм, а также станки модели GrindSmart 620XS;
- автоматический шестиосевой высокоточный шлифовальный станок с CNC-управлением и встроенным роботом для загрузки/разгрузки, предназначенный для производства высококачественного инструмента диаметром 0,1...16 мм;
- станок модели GrindSmart 6000XL - первый в мире инструментальный шестиосевой станок с гидростатическими направляющими по всем осям, со встроенным быстродействующим роботом и системой правки кругов, предназначенный для изготовления инструментов диаметром 3...32 мм.

**Токарно-фрезерные ОЦ фирмы Bumatex**



Производственная программа компании Bumatex SA основана на выполнении заказов фирм по их техническим условиям, в соответствии с которыми компания разрабатывает оптимальную технологию массового производства деталей заказчика и создает обрабатывающие центры, реализующие фрезерные, токарные, сверлильные операции в необходимой последовательности так, чтобы получить на выходе деталь с минимальными затратами.

- В настоящее время фирма предлагает:
- обрабатывающие центры и многоцелевые станки моделей S-191, S-192 F, S-192 FT, S-128 с тремя, четырьмя или пятью одновременно управляемыми осями, предназначенные для обработки деталей из прутков или отдельных заготовок;
  - гравировальные обрабатывающие центры;
  - пятиосевые микрофрезерные станки модели S-128;
  - токарно-фрезерные обрабатывающие центры моделей S-189 и S-192FT с количеством осей от двух до восьми, одно- или двухшпиндельные для одновременной обработки со шпинделями, имеющими проходные отверстия для прутков диаметром 32/42/65 мм. Эти центры могут быть оснащены двумя револьверными головками на 16 инструментов;
  - токарно-отрезные обрабатывающие центры модели EZ-123;
  - производственные токарно-фрезерные станки;
  - многопозиционные (от двух до двенадцати независимых позиций) многоосевые (до 49 осей) агрегатные станки моделей S-1000/C и S-1000/12.

Станки компании Bumatex SA используются в часовой, автомобильной, авиакосмической, электротехнической, судостроительной, оборонной, легкой, медицинской и других отраслях промышленности.

**Зуборезные и зубошлифовальные станки фирмы Samputensili**



Фирма Samputensili, являющаяся отделением фирмы SAMP S.p.A., специализируется в области технологии, оборудования и инструмента для зубообработки.

Фирма предлагает зубофрезерные станки, станки для закругления кромок и снятия фасок, профилешлифования, зубонарезания методом обкатки, шлифования поверхностей червяков и винтов, станки для заточки зуборезного инструмента. Фирма активно работает с заказчиками по автоматизации обработки и созданию производственных систем.

Инструменты, предлагаемые фирмой Samputensili, представляют собой червячные фрезы, фрезы для нарезания зубьев ленточной пилы, долбяки, шеверы, накатные ролики для снятия заусенцев, накатные ролики для закругления кромок и снятия фасок, инструменты для снятия заусенцев звездочек цепных передач, круги с покрытием из кубического нитрида бора, керамические круги.

Фирмой разработаны и внедрены технология и оборудование для обработки резанием и шлифования винтовых поверхностей, технологии нарезания зубьев червячными фрезами, шевингования, снятия фасок и заусенцев, долбления, шлифования по методу обкатки, профильного шлифования и заточки инструментов.

Основными областями применения разработок фирмы являются: машиностроение, аэрокосмическая промышленность, железнодорожный и автомобильный транспорт (легковые автомобили и небольшие грузовики), судостроение, производство мотоциклов и мотороллеров, ветросиловых установок, компрессоров, насосов, винтов транспортировочных и экстремальных устройств, винтов шарико-винтовых пар, а также производственные линии.

Специалисты фирмы Globatex AG готовы ответить на вопросы о приобретении предлагаемых станков, условиям их поставки, монтажа и пуска в эксплуатацию

**Представительство фирмы Globatex AG в России:**  
**129223, Москва, пр. Мира, д. 119, стр. 69.**  
**Тел.: (+7-495) 739-0376.**  
**Факс: (+7-495) 232-3625.**  
**www.globatex.ru**



# ПАССАЖИРСКИЙ СВЕРХЗВУКОВИК:

## ГОНКА ЗА ПРИЗРАКОМ СКОРОСТИ

Александр Николаев

Четыре года назад, в октябре 2003 г., закончился летный век англо-французского сверхзвукового пассажирского самолета (СПС) "Конкорд". С грустью проводили в последний полет огромную белую птицу его создатели, члены экипажей и бывшие пассажиры. Более чем за двадцать лет эксплуатации "Конкорды" налетали сотни миллионов километров, о них сняты документальные и художественные фильмы, написаны книги. Стало расхожим мнение, что вот, мол, англичанам и французам удалось создать удачный СПС, а советские конструкторы со своим Ту-144 фактически провалились. Так ли это?

### Ты помнишь, как все начиналось...

Середина пятидесятых годов минувшего века ознаменовалась появлением сверхзвуковых истребителей, поступивших на вооружение ВВС ряда стран. Чуть позднее, к началу шестидесятых, пришел черед реактивных сверхзвуковых бомбардировщиков. Относительно крупные машины В-58 "Хастлер" и Ту-22 сумели довести до приемлемого уровня лишь две страны мира - США и СССР. Еще более крупные бомбовозы-ракетоносцы В-70 "Валькирия" и М-50 остались в опытных экземплярах. Подчеркнем, что пассажирские реактивные самолеты соответствующего периода обладали максимальными скоростями порядка 800...900 км/ч (примерно таковыми они остались и сегодня), но в воздухе начала витать идея создания сверхзвукового пассажирского самолета. Казалось, его появление сулило немалые преимущества. Прежде всего, постройка сверхзвукового лайнера высоко поднимала политический и технический престиж страны. И кроме того, многим специалистам казалось, что массовое внедрение таких машин приведет к очередному качественному скачку авиационной отрасли в целом и гражданской авиации, в частности. К примеру, А.С. Яковлев в своей книге "Цель жизни" писал: "К числу важнейших задач относится создание трансконтинентальных сверхзвуковых транспортно-пассажирских самолетов".

Первую попытку создания сверхзвукового авиалайнера предприняла, по-видимому, американская фирма "Конвэр", изучавшая возможность создания сверхзвукового пассажирского самолета на базе бомбардировщика "Хастлер". Предполагалось удлинить и расширить фюзеляж, разместив в нем сотню пассажи-

рских кресел, несколько изменить аэродинамику машины. Но когда проект обсчитали экономисты, от него пришлось отказаться. Выяснилось, что билет на СПС от Нью-Йорка до Сан-Франциско стоил бы в восемь раз дороже, чем на "Боинге". Кроме того, конвэровская машина не обладала трансатлантической дальностью, что автоматически исключало ее из конкурентной борьбы на одной из самых престижных авиатрасс.

При создании полноценного СПС перед конструкторами вставало несколько серьезных технических и экологических проблем. Боевые самолеты того времени хотя и считались сверхзвуковыми, но все же львиную долю полетного времени летали на дозвуке, преодолевая звуковой барьер лишь на непродолжительное время: при прорыве ПВО, броске к цели, преследовании противника, уходе из-под атаки и т.д. По-существу, их можно считать дозвуковыми самолетами, способными лишь кратковременно "выскакивать" на сверхзвук, причем лишь с включением форсажа, то есть на очень неэкономичном режиме. Пассажирский же сверхзвуковик для получения преимуществ перед обычным лайнером должен лететь со скоростью  $M > 1$  на протяжении большей части маршрута. Как известно, в районе числа  $M = 1$  коэффициент лобового сопротивления  $S_x$  резко увеличивается, что делает крайне нерациональным полет с соответствующей скоростью. Положение с  $S_x$  несколько улучшается с увеличением числа  $M$  примерно до 2...2,3. Далее вступает в действие так называемый тепловой барьер: из-за трения о воздух некоторые части самолета, особенно передние кромки крыла, фюзеляжа, воздухозаборников недопус-

тимо разогреваются, что ведет к потере механической прочности. Становятся неприменимыми конструкционные материалы типа дюралюминия, а именно они являлись и до сих пор остаются самыми широко распространенными в авиации.

Итак, крейсерская скорость полета СПС не могла в то время превосходить величины, соответствующей  $M = 2...2,3$ . Но ведь скоростной напор при такой скорости приблизительно в пять раз больше, чем при полете на дозвуке, поэтому потребная тяга двигателей возрастает многократно (с учетом увеличившегося  $C_x$ ). На большой высоте (порядка 15 км) тяга газотурбинного двигателя в четыре-пять раз (в зависимости от типа ГТД) меньше, чем у земли. Так что, двигатель с "паспортной" тягой 20 тс у земли реально "выдаст" на высоте 15 км всего 4...5 тс. Его "прожорливость" сильно зависит от того, насколько велик вклад форсажной камеры в создание тяги. Грубо можно считать, что на форсаже удельный расход топлива приблизительно вдвое больше удельного расхода на бесфорсажном максимальном режиме. Суммируя все факторы, разработчики приходили к неутешительному выводу: для полета на сверхзвуковом режиме с  $M = 2$  на некоторое расстояние требуется в четыре-пять раз больше топлива, чем для преодоления этого же расстояния на "дозвуке". Кроме того, требуется создание ГТД, способного длительно (несколько часов непрерывно) и при этом с высокой надежностью работать на сверхзвуковом режиме.

Следует учитывать, что любое тело, движущееся в атмосфере со сверхзвуковой скоростью, создает систему скачков уплотнения, которая, достигая земли, воспринимается как громовой грохот. Очевидно, что для ограничения шумового воздействия на людей полеты СПС должны происходить либо над ненаселенной местностью (океан, северная часть Сибири), либо на очень большой высоте, не менее 15...17 км.

После серии катастроф первого английского реактивного лайнера "Комета" имидж британской авиапромышленности серьезно пошатнулся. "Боинги" и "Дугласы" стали решительно вытеснять английские машины с рынка авиaperевозок. Естественно, англичане жаждали реванша, а для этого требовалось совершить технологический прорыв в области гражданского самолетостроения. Еще в 1956 г. в Англии был создан Комитет по сверхзвуковому транспортным самолетам (STAC). Помимо ведущих аэродинамиков, конструкторов, прочнистов, системщиков и двигателистов, в него вошли представители крупнейших авиафирм и авиационных организаций.

К началу 1959 г. участники Комитета согласились с тем, что сверхзвуковой пассажирский самолет имеет будущее, несмотря на все трудности технологического и конструкционного порядка. К осени того же года решили сфокусировать все усилия на "двухаховом" проекте. Заказы на разработку технических проектов получили фирмы, входившие в концерн ВАС - планер должен был разрабатываться компанией "Бристоль Эркрафт", а двигатели - фирмой "Бристоль Сиддли". К концу 1960 г. появился аванпроект шестидвигательной машины с 140 пассажирами. Одновременно оценили объем потребных капиталовложений и поняли, что ослабленная экономическим кризисом промышленность Великобритании не сможет самостоятельно реализовать такое "чудо века". Тогда англичане приступили к поиску партнеров в Европе.

В это же время во Франции на фирме "Сюд Авиасьон" проектировался во многом похожий СПС, несколько уступающий английскому варианту по дальности и пассажировместимости. Переговоры прошли на удивление быстро и успешно, особенно учитывая традиционную остроту конкуренции между английскими и французскими авиаконструкторами. Вскоре появился совместный англо-французский проект 100-местного пассажирского самолета со сверхзвуковой скоростью и трансатлантической дальностью, получивший имя "Конкорд", что в переводе на русский означает "Согласие".

Что касается американцев, то они еще некоторое время потратили на изучение вопроса о целесообразности создания СПС в рамках программы SST, но затем решили повременить и посмотреть, что получится у конструкторов Старого света. Тем более, что и русские зашевелились.

### Русские идут!

Пионером в области проектирования отечественного СПС является мясищевское ОКБ-23, еще в 1958 г. приступившее к исследованию возможных вариантов "преобразования" боевых машин М-50 и М-52 в пассажирские. Сравнительно быстро выяснилась бесперспективность этого направления, и в 1959 г. В.М. Мясищев принял решение о целесообразности создания полностью оригинального самолета. В декабре 1959 г. вышло постановление Совмина СССР № 569-232, задавшее ОКБ-23 задачу разработки пассажирского "сверхзвуковика" под названием М-53. ОКБ рассмотрело несколько вариантов и остановилось на схеме "утка" с крылом переменной стреловидности, передним управляемым горизонтальным оперением, пассажироместимостью 100-130 человек и максимальной рейсовой дальностью 6500 км (для трансатлантических перелетов). При полетной массе 165 т самолет должен был оснащаться четырьмя двигателями РД16-23 главного конструктора П.Ф. Зубца. Как альтернатива рассматривались также еще не существовавшие в металле двигатели ВК-15 главного конструктора В.Я. Климова. Проект самолета М-53 был представлен в Госкомитет по авиационной технике в конце августа 1960 г., но уже через два месяца ОКБ-23 прекратило существование в качестве самостоятельной организации.

Первые технические предложения ОКБ-156 главного конструктора А.Н. Туполева по СПС, относящиеся к началу шестидесятых годов минувшего века, базировались на конструкции дальнего бомбардировщика Ту-22 (вариант "134"), а также на проекте стратегического ударного самолета "135" (вариант "135П"). На основе анализа рациональных вариантов будущего СПС, проведенного с учетом возможностей отечественного самолетостроения и его ближайших перспектив, а также экономического потенциала страны и потребностей ГВФ, специалисты туполевского ОКБ решили, что для СССР наиболее предпочтительным является создание машины, близкой к англо-французскому "Конкорду". Впоследствии это обстоятельство привело к ряду инсинуаций и появлению оскорбительных псевдонимов применительно к Ту-144 (на Западе его именовали "Конкордский", намекая на "цельнотянучность" идеи). Наши, как обычно, отрицали плагиат, но у западноевропейцев под влиянием прессы сформировалось соответствующее мнение.

Интересно, что определенную роль в формировании позиции о целесообразности разработки отечественного СПС сыграла статья шведского авиаконструктора Лундберга в американской газете "Вашингтон пост", вышедшая 15 сентября 1963 г. Каким-то образом она попала в руки первого секретаря ЦК КПСС Н.С. Хрущева, который в конце года направил статью для рассмотрения руко-



У самолета Ту-144 на МАКС-2007

водителем военно-промышленного комплекса СССР Д.Ф. Устинову и Л.В. Смирнову, председателю ГКАТ П.В. Деметьеву, начальнику Главного управления ГВФ Е.Ф. Логинову и генеральному конструктору А.Н. Туполеву.

Суть статьи сводилась к тому, что создание СПС сопряжено с огромным ворохом технических проблем и, по мнению Лундберга, нецелесообразно. Лундберг писал, что СПС "не может обеспечить такую же безопасность, какую обеспечивает в настоящее время самолет с дозвуковой скоростью полета. Это объясняется прежде всего большим числом рискованных неожиданностей, которые неизбежно возникают при внедрении радикально новой конструкции. А сверхзвуковой пассажирский самолет не может быть построен без одновременного внесения в его конструкцию многочисленных новшеств.

Кроме того, он будет летать на высотах, об атмосферных условиях которых почти ничего не известно. Град и дождь могут встречаться на высотах до 75 000 футов. А встреча с градом при полете со сверхзвуковой скоростью, безусловно, равносильна катастрофе..."

Местами он рассуждал, не располагая достоверной информацией о проблеме, и утверждал, в частности, что "пассажиры, летящие на сверхзвуковом самолете на высотах более 55 000 футов, во время вспышек на Солнце будут, видимо, получать дозу облучения, равную максимально допустимой для лиц, работающих с источниками излучения, в течение трех месяцев... Шум в салоне сверхзвукового самолета будет сильнее. Пассажиры в кабине сверхзвукового самолета будут находиться в большей тесноте, чем в современных самолетах".

Вместе с тем, он сосредоточивал внимание читателей и на реальных проблемах: "Самолет, летящий со сверхзвуковой скоростью, создает непрерывно акустические удары, которые слышны на земле. Они будут слышны вдоль всего "летного коридора" в зоне шириной от 25 до 100 миль в зависимости от веса и высоты полета самолета. При широком распространении сверхзвуковых самолетов весь земной шар будет охвачен зонами слышимости звуковых ударов. Ограничение полетов лишь малонаселенными областями сильно сузит возможности выбора маршрутов и сделает их неэкономичными. Может оказаться, что проектируемые в настоящее время сверхзвуковые самолеты получат разрешение на полеты лишь в пределах страны, где этот самолет построен".

Совместная позиция руководителей авиапрома СССР по поводу статьи малоизвестного конструктора из Швеции была изложена в справке, направленной Н.С. Хрущеву в марте 1964 г. В ней выражалось несогласие с выводами Лундберга: "Развитие отечественной и зарубежной авиационной техники в настоящее время достигло такого уровня, когда создание сверхзвукового пассажирского самолета стало технически реальным. Эта задача является одной из важнейших практических задач в развитии авиации для стран с высокоразвитой промышленностью. При проек-

тировании такого самолета потребуются провести сложные исследования и найти решение ряда проблем, однако накопленный опыт по дозвуковым реактивным пассажирским самолетам и сверхзвуковым военным самолетам дает уверенность в том, что создание сверхзвукового пассажирского самолета может быть успешно осуществлено...

Необходимость практического решения при этом ряда крупных вопросов пугают конструктора Лундберга, очевидно, из-за малого опыта, накопленного в Швеции по созданию сверхзвуковых самолетов. Так, например, он предполагает, что шум в кабине сверхзвукового самолета и на земле, и в полете будет весьма велик. Практика полетов на сверхзвуковых самолетах показывает, что, наоборот, при увеличении скорости полета сверх скорости звука в кабине наступает полная тишина.

Лундберг опасается, что эксплуатация сверхзвукового самолета в сложных метеоусловиях будет затруднена. Однако установлено, что на высотах около 20 км, где будут летать сверхзвуковые самолеты, метеоусловия более стабильны, чем на меньших высотах...

Лундберг высказывает сомнения в отношении экономичности и безопасности полетов и в отношении возможной вредности полетов на больших высотах из-за космических излучений. Опасения... о вредности космических излучений на высотах 20...25 км не подтверждаются опытом эксплуатации сверхзвуковых военных самолетов.

Таким образом, доводы, приведенные Лундбергом, не могут рассматриваться как серьезные основания для сомнений в необходимости и возможности создания сверхзвукового пассажирского самолета".

Впрочем, иного ответа и не могло быть. Ведь еще в июле 1963 г. вышло постановление ЦК КПСС и Совмина № 798-271 "О создании ОКБ А.Н. Туполева СПС Ту-144 с четырьмя реактивными двигателями и о постройке партии этих самолетов".

## Через тернии - к СПС

Итак, 26 октября 1962 г. правительства Франции и Великобритании подписали финансово-экономическое соглашение о совместных работах по проектированию, постройке и испытанию СПС "Конкорд". Англичане брали на себя 2/3 работ по двигательным установкам, а французы - примерно 60 % всех работ по планеру и его системам. Главными исполнителями выступали английская фирма "Бритиш Эркрафт" и французская "Сюд авиасьон". Разработанные для самолета реактивные двигатели "Олимпус" тягой 17 100 кгс также явились результатом сотрудничества двигателестроительных фирм "Роллс-Ройс" и "СНЕКМА". Сумма затрат на 8 лет программы составляла 170 млн фунтов стерлингов и распределялась между странами поровну. Однако сложнейшие проблемы, которые пришлось разрешать в процессе создания "Конкорда", существенно изменили планы первоначального финансирования. За 14 лет работ по созданию такого самолета было затрачено более 1200 млн фунтов стерлингов. Поэтому и стоимость серийного экземпляра составила не уже 10, а 60 млн долл.

Для испытания необычного, так называемого "оживального" крыла "Конкорда" в условиях реального полета было решено, помимо испытаний в аэродинамических трубах, построить самолет-аналог. Такой летающей моделью стал одноместный экспериментальный самолет ВАС-221 фирмы "Бритиш Эркрафт". Впоследствии в СССР построят самолет-аналог с "оживальным" крылом на базе МиГ-21. Использование "оживального" крыла снижало смещение аэродинамического фокуса при преодолении "звукового барьера". Кроме того, для сохранения требуемой центровки топливо перекачивалось в соответствующие баки.

При испытаниях планера в аэродинамической трубе выяснилось, что носок крыла СПС нагревался набегающим потоком воздуха до 135...145 °С. Одновременно планер самолета нагружался механически через рычажную систему подвески. Проведенные испытания позволили фирмам назначить технический ресурс планера в 45 000 летных часов. Важной особенностью СПС "Конкорд" явилось использование основной электрической системы управления самолетом. Жесткая механическая связь являлась резервной.



Сборка самолета "Конкорд"

Полет со сверхзвуковой скоростью требовал повышенного расхода топлива по сравнению с дозвуковыми самолетами, поэтому в крыле и фюзеляже самолета "Конкорд" в 17 баках размещалось 119 786 л топлива. Неважный обзор из кабины на взлетно-посадочных режимах был скомпенсирован отклонением носовой части фюзеляжа вниз на 12,5°. Именно это техническое решение в сочетании с "оживальной" формой крыла были в глазах западных обывателей наиболее убедительной уликой "цельнотянутости" конструкции отечественного Ту-144.

Первый опытный самолет "Конкорд" с заводским номером 001, построенный во Франции, совершил первый полет 2 марта 1969 г., уступив пальму первенства советскому самолету Ту-144, впервые взлетевшему 31 декабря 1968 г. Британский "Конкорд" 002 взлетел 9 апреля 1969 г. После этих двух опытных образцов были построены два предсерийных "Конкорда" и еще два планера для проведения статических испытаний на усталость. Только 6 декабря 1973 г. с заводского аэродрома в Тулузе поднялся в небо первый серийный самолет. Он и следующие три "Конкорда" летали в арктических и тропических условиях для оценки их летных и эксплуатационных характеристик.

Но будущее "Конкорда" оставалось сомнительным. Дело в том, что одноконтурные ТРДФ "Олимп" 593-1 отличались весьма высоким уровнем шума. Это обстоятельство привело к тому, что США и Япония запретили полеты самолетов "Конкорд" над своей территорией. И если первоначально 16 авиалиний заказали 74 "Конкорда", то в марте 1973 г. они отменили свои заказы. В результате за девять лет было построено всего 16 серийных самолетов "Конкорд".

В 1975 г. правительства Франции и Великобритании решили прекратить серийное производство "Конкордов", а весь имеющийся в наличии авиапарк выставить на продажу за символическую цену в один франк (или в один фунт - для английских покупателей) за штуку. Правда, продажа оговаривалась условием: компания-покупатель была обязана использовать товар по прямому назначению, а не разделять лайнер на сувениры и не устраивать в его салоне пивной бар. Перепродавать самолеты третьим лицам разрешалось с тем же условием и по той же цене, какую заплатили прежние владельцы. В результате этой беспрецедентной акции "Эр Франс" приобрела товара на пять франков, а "Бритиш Эрэйз" - на семь фунтов!

17 октября 1977 г. Верховный суд США снял запрет руководства Нью-Йоркского аэропорта на полеты "Конкорда". Коммерческие рейсы между Нью-Йорком и Лондоном возобновились в конце 1977 г., а с января 1978 г. они стали ежедневными. Затем организовали рейсы Лондон - Сингапур, а также в Каракас, Рио-де-Жанейро и Дакар. В течение первых лет расходы на эксплуатацию "Конкордов" брали на себя, в основном, правительства Франции и Великобритании. Сделано это было потому, что довольно быстро выявилась убыточность самолетов из-за большого расхода топлива (а в 1970-х годах разразился энергетический кризис), и, как следствие, высокой стоимости билетов. Коэффициент загрузки самолета снизился до 0,4, и авиакомпания вынуждены были прекратить полеты в Южную Америку, Африку и Азию. Остались более-менее рентабельными маршруты в США.

Разработчики не сидели сложа руки. Были усовершенствованы двигатели, что позволило снизить уровень шума и повысить их экономичность. Несколько улучшили аэродинамику самолета, перепроектировали пассажирскую кабину. Лишь в начале 1980-х эксплуатация "Конкорда" стала приносить прибыль. В 1983 г. у авиакомпании "Эр Франс" она составила 3,1 млн долларов, в следующем - уже 6,3 млн. Английская авиакомпания "Бритиш Эрэйз" начиная с 1983 г. стала в среднем получать ежегодно 12...15 млн долларов. "Конкорды", принадлежавшие "Эр Франс", за десять лет перевезли 620 000 пассажиров, преодолели расстояние протяженностью почти 70 млн км и налетали 45 000 часов. Авиакомпания "Бритиш Эрэйз" перевезла на "Конкордах" за это время более 800 000 пассажиров.



"Конкорд" - экспонат музея в Ле-Бурже

Вместе с тем, авиаперевозчикам приходилось выворачиваться наизнанку, чтобы приманить разборчивого клиента. Так, одно время были популярны бизнес-вожжи "одного дня": бизнесмен-европеец вылетал ранним утром в Нью-Йорк, также утром (благодаря сверхзвуковой скорости) туда прибывал, проводил деловые переговоры и к вечеру успевал вернуться домой. Другим фирменным хитом "Конкорда" стали специальные рейсы 31 декабря, во время которых пассажирам удавалось несколько раз в течение суток встретить Новый год, поднимая бокалы с лучшим шампанским под изысканную закуску. А в 2000 г. состоялся единственный в своем роде кругосветный полет чартерного "Конкорда": за 24 дня пассажиры, заплатившие за билет \$62 000, наслаждались на борту первой-классной кухней, шампанским и икрой, и, кроме того, провели по дватри дня на Гавайях, в Новой Зеландии, Австралии, Китае, Гонконге, Индии, Кении и Франции.

Однако все дальнейшие перспективы сломала катастрофа 25 июля 2000 г., случившаяся при взлете с парижского аэропорта. "Конкорд" загорелся и рухнул на гостиницу, погубив не только 113 человек (100 пассажиров, 9 членов экипажа и 4 посетителя ресторана), но и репутацию всей сверхзвуковой пассажирской авиации. Согласно выводам специальной комиссии, причиной катастрофы стало попадание под колесо тонкой титановой пластинки, отвалившейся от двигателя DC10 компании "Континентал". Потерянная деталь привела к разрушению покрышки, куски резины пробили нижнюю поверхность крыла, вызвав утечку из топливного бака и возгорание керосина. Затем поочередно отказали два двигателя, и двухсоттонный самолет, который к тому же еще не успел набрать достаточной высоты, упал в двух километрах от Гусенвиля - места гибели советского Ту-144 (об этой катастрофе чуть позднее).

Тем не менее, компании, эксплуатировавшие "Конкорд", сдаваться не собирались. После доработки шасси и конструкции топливных баков были восстановлены летные сертификаты, и руководство компаний торжественно объявило о возобновлении рейсов в Нью-Йорк осенью 2001 г. Однако в сентябре 2001 г. там, как известно, состоялись другие "полеты", после которых мир до сих пор не может прийти в себя. Вместе с башнями международного торгового центра рухнул и спрос на полеты в Нью-Йорк со скоростью, соответствовавшей  $M = 2$ .

Впрочем, рейсы в Нью-Йорк, хотя и с половинной заполняемостью, все же возобновили, но в декабре 2002 г. случилась новая авария: теперь уже у британского "Конкорда" в полете отвалился фрагмент закрылка. И хотя жертв удалось избежать, испытывать судьбу теперь отваживались немногие.

Прощальный рейс британского лайнера состоялся 24 октября 2003 г. (французы прекратили полеты еще 31 мая). Объявленные "Бритиш Эрэйз" дисконтные цены на летние рейсы 2003 г. (3500 фунтов в один конец) к сентябрю вновь подскочили до 6,5 тыс. фунтов; в Соединенных Штатах билеты на сентябрьские рейсы стоили, как и раньше, \$7,3 тыс. В конце концов, разве это деньги, если речь идет о прощании с мечтой!

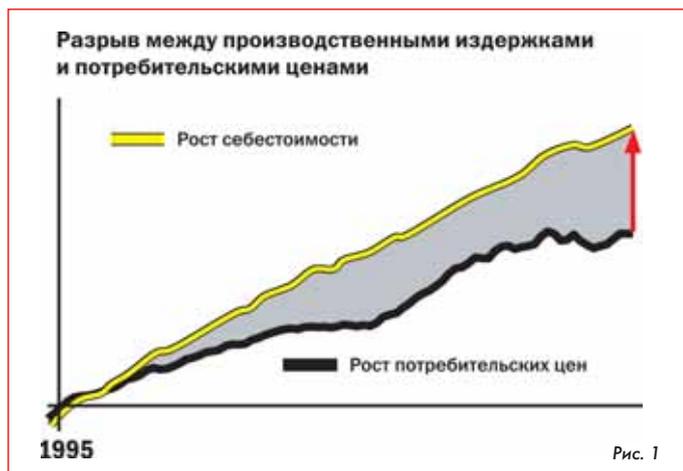
(Продолжение в следующем номере)

# С ПЕРВОГО ПУСКА СТАНКА СЕКРЕТ БЫСТРОГО ВОЗВРАТА ИНВЕСТИЦИЙ

**В** последние годы российское машиностроение показывает устойчивый рост объемов производства. Согласно теории, увеличение объемов выпуска продукции должно привести к снижению доли постоянных затрат и, следовательно, к повышению прибыльности и конкурентоспособности любого предприятия. Однако налицо парадоксальный факт: в условиях современной экономики большинству предприятий машиностроения с каждым годом становится все труднее поддерживать желаемый уровень рентабельности.

Проблема повышения производственных издержек носит глобальный характер. На диаграмме (рис. 1) приведены индексы относительного роста потребительских цен и относительного роста производственных затрат. Исследование проводилось для стран - членов организации экономического сотрудничества и развития.

График наглядно показывает, что начиная с 1995 г. производственные издержки предприятий росли быстрее, чем потребительские цены. Разрыв постоянно усугубляется и тому есть несколько причин.



С одной стороны, имеются препятствия для увеличения потребительских цен. Основную роль здесь играет возрастающая ценовая конкуренция на большинстве мировых рынков, особенно там, где имеется давление со стороны азиатских производителей товаров низкой ценовой группы. Другим сдерживающим фактором является государственное регулирование, направленное на снижение инфляции. В то же время, все факторы, влияющие на рост производственных затрат, имеют объективную тенденцию к росту. Наиболее заметно подорожание энергоносителей. За ним следует повышение цен на металл и другие виды сырья для машиностроения. Рост благосостояния населения - явление однозначно позитивное для экономики в целом, но, в то же время, оно равнозначно существенному возрастанию стоимости рабочей силы, что приводит к повышению производственных затрат. К удорожанию производства приводит постоянное ужесточение экологических норм, которое требует капиталовложений и для усовершенствования производственных процессов, и для изменения конструкции самих выпускаемых изделий.

Таким образом, с каждым годом производителям все сложнее обеспечивать прибыльность и развивать производство или, по крайней мере, удерживать на прежнем уровне себестоимость продукции.

Сохранить уровень рентабельности предприятия и его конкурентоспособность в сложившихся условиях можно, только ес-

ли постоянно увеличивать эффективность имеющихся производственных мощностей, повышая производительность труда и отдачу от оборудования, и, тем самым, снижать издержки в расчете на единицу выпущенной продукции.

Для предприятий машиностроения существенная доля затрат сконцентрирована в механической обработке деталей. Интересно проследить, каким образом разные составляющие издержек влияют на эффективность работы предприятия в целом.

Примерное соотношение затрат на механическую обработку приведено на рис. 2. К постоянным затратам относятся расходы на эксплуатацию оборудования, оплата труда сотрудников и административные затраты. Все эти расходы характеризуют предприятие в целом и присутствуют вне зависимости от объемов выпуска продукции. Поэтому их доля в себестоимости изделий снижается, когда выпуск продукции растет. К переменным затратам относятся расходы на закупку материалов заготовок и режущий инструмент. В масштабах предприятия эти расходы примерно пропорциональны объему выпуска. Но в расчете на одно изделие они, напротив, мало зависят от объемов выпуска. Например, изменить материальные затраты на производство изделия при неизменной конструкции практически невозможно. Практика показывает, что затраты на режущий инструмент составляют 2...4 % себестоимости продукции, и эта цифра мало варьируется для различных производств.

Нетрудно убедиться в том, что постоянные затраты предприятия составляют в себестоимости изделия основную часть. Следовательно, именно с их сокращением должна быть связана оптимизация технологий. Попытка экономить на режущем инструменте, снижая его стоимость, или, что равноценно, повышая его стойкость, может принести экономию лишь в пределах общих расходов на сам инструмент, то есть от долей до единиц процентов. В то же время использование более совершенного инструмента не ведет к существенному росту расходов, но благодаря возможности применения более высоких режимов резания позволяет сократить время обработки на станках. Например, повышение производительности обработки на 20 % эквивалентно снижению себестоимости изделия на 15 %.

Ни для кого не секрет, что изношенность основных фондов в российском машиностроении оценивается на уровне 70 %. Инвестиции в переоснащение имеющегося оборудования современным металлорежущим инструментом, как правило, менее рискованны и приносят более быструю отдачу, нежели тотальная замена станочного парка. Это связано в первую очередь с



тем, что требуемый объем капиталовложений в режущий инструмент на порядок меньше. Достаточно взглянуть на рис. 2, чтобы убедиться в этом. При грамотном переоснащении имеющихся универсальных станков или станков с ЧПУ эффект может выразиться в двух-трехкратном увеличении производительности и в пропорциональном снижении себестоимости. Богатый опыт работы компании Sandvik Coromant подтверждает это.

Однако добиться повышения производительности путем замены одного только инструмента более совершенным можно далеко не всегда. Так, никакой инструмент не даст существенного эффекта на станке с предельной степенью износа механической системы. Более того, частые поломки дорогого инструмента из-за неисправности станка могут дать и отрицательный экономический эффект. Заменить или отремонтировать неисправный станок - это две разумные альтернативы.

Хуже обстоит дело в том случае, когда производственный процесс построен на базе автоматических линий с жестким циклом. Существенно повысить эффективность такого производства крайне сложно. Даже если станки в линии не изношены, внедрение прогрессивного инструмента способно снизить только инструментальные расходы и количество простоев благодаря более высокой и стабильной стойкости. Повысить производительность обработки не удастся, так как невозможно изменить цикл выпуска. К тому же автоматические линии, спроектированные в прошлом, были рассчитаны на выпуск больших объемов однотипной продукции, спрос на которую постепенно снижается. При малом объеме выпуска падает и рентабельность производства на автоматических линиях.

Таким образом, рано или поздно предприятие сталкивается с необходимостью замены устаревших станков и автоматических линий. Выбор нового оборудования сейчас достаточно широк. Что же принимать за критерий оптимальности?

Подбирая инструмент для нового оборудования, инженеры

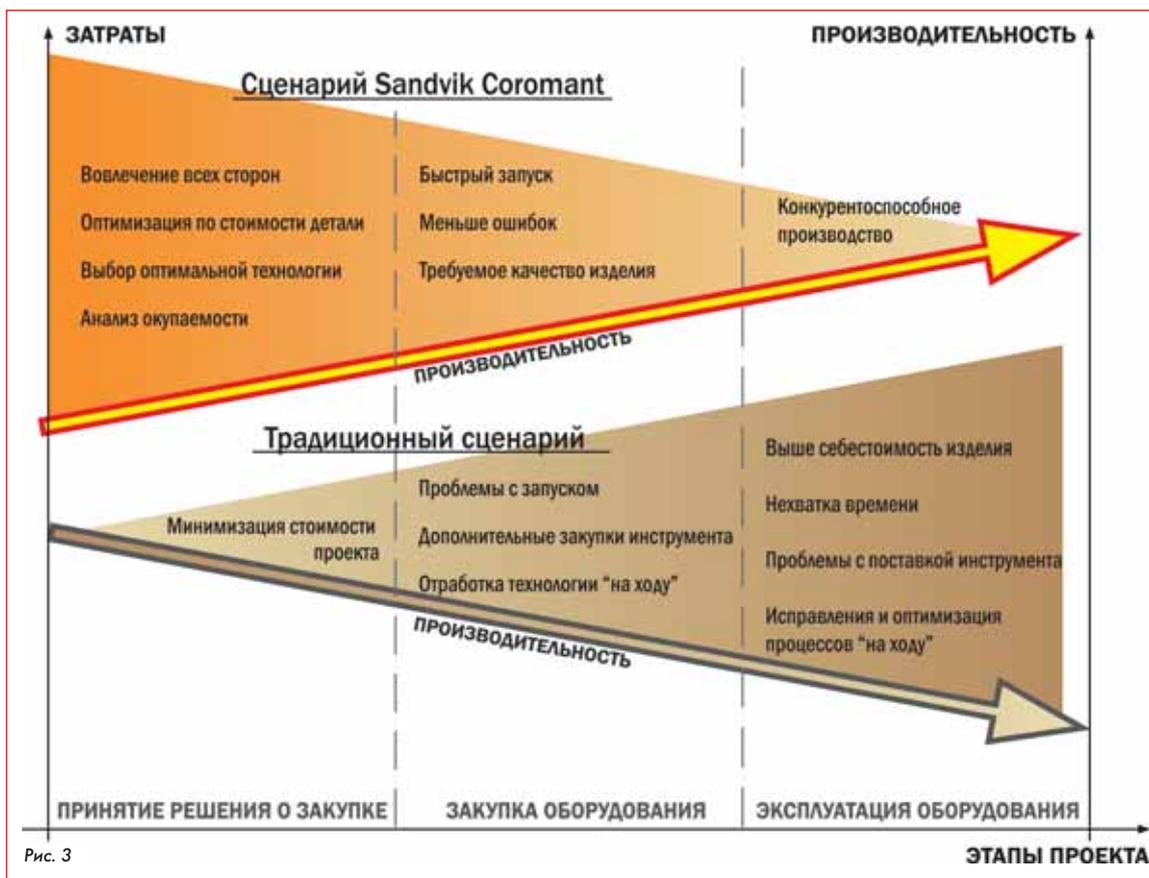


Рис. 3

Sandvik Coromant строят технологию так, чтобы максимально снизить себестоимость производства детали с учетом предполагаемого объема выпуска. Если такой принцип оптимизации принимается с самого начала переоснащения производства, то удастся идеально согласовать характеристики металлорежущего оборудования с применяемым комплектом инструментов.

В результате оптимизации по указанному критерию комплекс "оборудование + инструмент" на 10...15 % превосходит по производительности вариант, для которого критерием оптимальности является минимизация стоимости проекта. Что интересно: изначально более дорогой, но хорошо проработанный проект окупается на 12-15 месяцев раньше.



ООО "Сандвик" 127018, Москва, ул. Полковая, 1  
 Тел.: (495) 916-7191, 956-5080 Факс: (495) 689-7124, 689-8343  
 coromant.ru@sandvik.com  
 www.coromant.sandvik.com/ru

ИНФОРМАЦИЯ

Продолжаются пусконаладочные работы парогазовой установки ПГУ-60С на ТЭЦ-28 разработки и производства ФГУП "ММПП "Салют".

Установка ПГУ-60С мощностью 60 МВт уже получила признание на российском энергетическом рынке. Предприятие участвует в программе РАО "ЕЭС" "ТЭЦ нового поколения". В рамках этой программы на ТЭЦ-28 компании "Мосэнерго" завершается проект строительства парогазовой электростанции мощностью 60 МВт и к.п.д. 52 %.

11 ноября 2006 года ФГУП "ММПП "Салют" был произведен первый техноло-

гический запуск опытного образца газотурбинного двигателя ГТД-50С, предназначенного для первой очереди парогазовой установки ПГУ-60С на ТЭЦ-28 ОАО "Мосэнерго". Горячий запуск ГТД-50С, проведенный на испытательной базе МКБ "Горизонт", прошел успешно: двигатель вышел на холостой ход. Это событие с полным правом можно назвать "началом отсчета программы парогазовых установок". Следующий этап - двигатель направляется на ТЭЦ-28 ОАО "Мосэнерго", где он будет работать в составе ПГУ-60С.

В августе 2007 г. проведен холодный

запуск ГТД-50С на ТЭЦ-28 ОАО "Мосэнерго" в составе ПГУ-60С.

В начале декабря 2007 года выполнено несколько пусков установки с выходом в сеть. Нарботка ПГУ в общей сложности достигла 50 часов, в том числе более 30 часов непрерывной работы.

Перед специалистами "Салюта" стоит задача по дальнейшей оптимизации работы ПГУ-60С, выводу установки на номинальные режимы, наращиванию электрической мощности и повышению эксплуатационно-технических характеристик ПГУ-60С.

Пресс-служба ФГУП "ММПП "Салют"

# 75 ЛЕТ НА СЛУЖБЕ ОТЕЧЕСТВУ

## ОАО "ММП ИМЕНИ В.В. ЧЕРНЫШЕВА" ОТМЕТИЛО ЮБИЛЕЙ

Людмила Леонидовна Верниковская, ответственный секретарь заводской газеты

"ММП имени В.В. Чернышева" в 2007 г. отметило свое 75-летие. Торжественный вечер состоялся 14 декабря в заводском Дворце культуры "Красный Октябрь". Мероприятие началось с показа фильма, рассказывающего об основных этапах становления и развития предприятия.

На юбилей были приглашены высокие гости из аппарата Правительства РФ, Министерства обороны и ВВС РФ, Федеральной службы по военно-техническому сотрудничеству, депутаты Государственной Думы РФ и Мосгордумы, представители московской мэрии, генеральные директора ведущих российских и зарубежных авиастроительных предприятий.

Много теплых слов было сказано гостями в адрес предприятия, зачитаны поздравительные телеграммы от Правительства Российской Федерации, Правительства Москвы, главнокомандующего ВВС РФ, президента Торгово-промышленной палаты РФ и других официальных лиц.

История завода неразрывно связана с историей развития отечественной авиации. Об этом говорили все выступавшие.

Президент Ассоциации "Союз авиационного двигателестроения" В.М. Чуйко, поздравляя коллектив предприятия с юбилеем, подчеркнул, что ОАО "ММП имени В.В.Чернышева", созданное



на базе авиаремонтных мастерских ГВФ в 1932 г., сегодня хорошо известно далеко за пределами России. Да и как можно не знать предприятие, двигателями которого оснащались почти все типы самолетов, разработанных всемирно известными конструкторскими бюро имени А.И. Микояна, С.В. Ильюшина, С.А. Лавочкина, С.А. Яковлева, П.О. Сухого, А.Н. Туполева? Взаимодействие с передовыми авиационными конструкторскими бюро позволило заводу на протяжении многих десятилетий быть в авангарде отечественного двигателестроения.

Член Правительства Москвы, префект Северо-Западного административного округа В.А. Козлов отметил большой вклад



предприятия и в развитие района. Весомая часть его жилого фонда и объекты социальной сферы построены при непосредственном участии ММП имени В.В. Чернышева: более 40 детских садов, оздоровительные лагеря, комбинат питания, спорткомплекс, профессионально-техническое училище, школы, Дворец культуры "Красный Октябрь", лыжная база, дом-интернат для инвалидов, магазины и многие другие сооружения. Жители Северо-Западного округа и Московской области имеют возможность пользоваться социальной базой предприятия.

Главком ВВС России с 2002 по 2007 гг. В.С. Михайлов в приветственном слове сказал, что вклад предприятия в отечественную авиацию огромен. Более 50 лет ОАО "ММП имени В.В. Чернышева" является поставщиком двигателей для самолетов марки "МиГ". Все фронтовые истребители разработки ОКБ им. А.И. Микояна оснащались двигателями, изготовленными на ММП имени В.В. Чернышева. К их числу относится и двигатель РД-33 для знаменитого истребителя МиГ-29. Моторы, "рожденные" на ММП имени В.В. Чернышева, с честью служили Родине как в мирное, так и в военное время, и всегда главными достоинствами двигателей завода были традиционно высокие качество и надежность.

С приветственными словами к гостям и работникам предприятия обратился генеральный директор Александр Сергеевич Новиков, который поблагодарил выступающих за теплые слова и высокую оценку достижений трудового коллектива. В частности, он сказал:

*"Юбилей - это повод вспомнить прошлое, оценить настоящее и попробовать заглянуть в будущее. Жизнь и история предприятия - это жизни и судьбы многих людей: инженеров и техников, конструкторов, рабочих, которые своим напряженным самоотверженным трудом вписывали целые главы в историю завода, строили настоящее, подавая пример будущим поколениям. Преданность профессии, высокая ответственность за порученное дело, высокий профессионализм и организованность отличали наш коллектив в прошлом, все это присуще ему и в настоящее время. Традиции, заложенные еще с первых лет существования предприятия, несмотря на многие сложности прошлого и настоящего времени нам удалось сохранить и приумножить."*

В последние годы ОАО "ММП имени В.В. Чернышева" открывает для себя новые рынки сбыта и новые виды деятельности. Помимо военной продукции предприятие активно наращивает выпуск двигателей для гражданских и транспортных самолетов, с которыми связано будущее авиации России, - турбовинтовых двигателей ТВ7-117С и модифицированных ТВ7-117СМ для пассажирских самолетов Ил-114, а также ТВ7-117СТ для перспективных военно-транспортных Ил-112В, начато освоение производства вертолетных двигателей ВК-2500.

Кроме того, на базе ОАО "ММП имени В.В. Чернышева" и Тушинского машиностроительного конструкторского бюро (ТМКБ) создан Научно-производственный центр. Главное детище нового проекта - перспективный двигатель РД-1700 для реактивного учебно-тренировочного самолета нового поколения МиГ-АТ. Этот двигатель - первая "проба сил" для предприятия, проект, в котором ОАО "ММП имени В.В. Чернышева" выступает как основной инвестор, соразработчик и производитель газотурбинного двигателя нового поколения.

75 лет - это возраст зрелости и уверенности в своих силах. Накопленный большой кадровый и научный, производственный и технологический потенциал, тесное сотрудничество с разработчиками и поставщиками позволяют нам с оптимизмом смотреть в будущее".

Торжественный вечер продолжил концерт ведущих артистов отечественной эстрады. Поздравить коллектив предприятия приехали Александр Серов, Сергей Захаров, Людмила Николаева, Государственный академический ансамбль народного танца Игоря Моисеева и многие другие.

Атмосфера праздника, дружеского участия и внимания царил до конца вечера. Работники завода своими трудовыми достижениями встретили юбилей предприятия и готовы в дальнейшем так же успешно работать на благо развития отечественного авиадвигателестроения.



## ПОКУПАЕТЕ НОВЫЙ СТАНОК?

OTS – инструмент быстрого возврата инвестиций...

Покупка нового оборудования – серьезное вложение средств, и поэтому Вы должны быть уверены в скорейшем возврате инвестиций.

Покупая станок, Вы рассчитываете повысить производительность, улучшить качество деталей и снизить время на их обработку.

Другими словами – Вы хотите получить результат.

И абсолютно не важно, покупаете ли Вы один универсальный станок или целую автоматическую линию.

Важно с самого начала правильно оснастить их самым современным и эффективным режущим и вспомогательным инструментом.



# ЛЕТИМ НА ВИНТЕ!

*Концепция скоростного вертолета "Винтолет"*

**Дмитрий Сергеевич Хмель,**  
инженер-конструктор

В этом году исполнилось сто лет со дня первого полета человека с использованием подъемной силы винта. Виновник этого события - французский конструктор Поль Корню. Впрочем, его машина способна была лишь поднять пилота (он же сам себе двигатель) и опустить его обратно. Вертолет в том виде, каким мы его знаем: одновинтовой схемы с автоматом перекоса для создания управляющих моментов на винте, был изобретен в 1911 г. нашим соотечественником, учеником Н.Е. Жуковского Б.Н. Юрьевым. Он же заложил основы

возникновение скачков уплотнения при относительно небольших скоростях полета.

В попытках скрестить безаэродромный взлет и посадку с эффективным полетом с большими скоростями конструкторами многих стран не один десяток лет ведутся поисковые разработки, создаются различные варианты летательных аппаратов вертикального взлета и посадки (ЛАВВИП). Среди всего многообразия прослеживается два основных класса: самолеты вертикального взлета и скоростные вертолеты. К последнему классу относится предлагаемая автором статьи концепция ЛАВВИП под названием "винтолет".

Наблюдая разнообразие летающих существ в природе, мы видим, что наиболее совершенные пернатые обитатели небес создают силы для полета на движущемся крыле и у них отсутствуют какие-либо дополнительные поверхности для создания тяги. Такой выбор Величайшего Конструктора закономерен, ведь птицы созданы для длительных полетов.

У несущего винта лопасти движутся с большой скоростью в горизонтальной плоскости, а машущее крыло значительно медленнее - в вертикальной плоскости в горизонтальном полете, за исключением тех случаев, когда для взлета, в основном небольшие пернатые летуны, используют перемещение крыла по горизонтали. В полете при движении крыла вниз подъемная сила крыла отклоняется вперед и по мере увеличения скорости движения вниз крыло начинает создавать тягу, а при движении вверх наоборот силы отклоняются назад, создавая силу торможения. У пернатых машущее крыло во время движения постоянно изменяет угол установки, площадь обдува, скорость движения и прочие параметры для того, чтобы создать при махе вниз силы большей величины, чем при движении крыла вверх. В результате птицы, поддерживая себя в полете, продвигаются вперед.

При махе вниз усилие увеличивается для перемещения крыла против подъемной силы, а при движении вверх наоборот силы, создаваемые крылом, становятся меньше и крыло движется по направлению создаваемой на нем силы вверх.

Аналогично описанному, в горизонтальном полете на воздушном винте, ось которого совпадает с направлением полета, кроме тяги (что привычно на винтовых самолетах) может быть получена подъемная сила за счет изменения углов лопастей в течение оборота.

При вращении лопасти в вертикальной плоскости, увеличивая углы установки при движении лопасти вниз, достигают наибольших углов вблизи горизонтального положения лопасти, там, где силы на лопасти направлены вверх. Во время дальнейшего вращения вниз и на оставшейся части оборота уменьшают углы с тем, чтобы при движении лопасти вверх, где силы направлены вниз уменьшить углы на лопастях (рис 1). Изменяя таким образом силы в течение оборота лопасти получим в сумме устойчивую силу направленную вверх и вперед. При этом на винтах противоположного вращения, момент возникающий на одном воздушном винте уравновесится моментом от другого (рис 2).

Предлагаемый способ

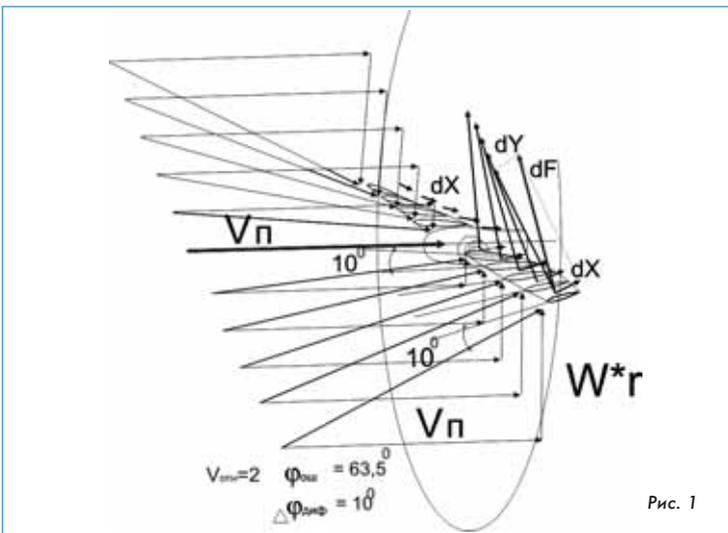


Рис. 1

расчета винта вертолета. Создать вертолет оказалось непросто и первые успехи вертолет начал совершать в тридцатых годах XX века. Геликоптеры созданные знаменитым русским авиаконструктором И.И. Сикорским успешно проложили путь в небо, положив начало безаэродромной авиации. Уникальные возможности вертолета сейчас по достоинству оценены всеми и несмотря на то, что вертолет проигрывает самолету по скорости, дальности и экономичности, ему нет равных там, где нужен вертикальный взлет и посадка.

Несомненно, если бы скорость полета вертолета была близка к максимальной скорости винтовых самолетов, то они составляли бы основную часть авиации. В наше время некоторые автомобили и поезда развивают скорость до 400 км/ч. Так почему же эти скорости являются пределом для вертолета?

Дело в том, что набегаящим потоком несущий винт обдувается в направлении, близком к плоскости вращения, что приводит к увеличению скоростей обтекания наступающей лопасти и уменьшению скорости на отступающей. Из-за этого при увеличении скорости полета на отступающих лопастях увеличиваются углы атаки (поскольку вертолет должен быть сбалансирован), что приводит к возникновению срывов потока. Кроме того, скорости обтекания концов наступающих лопастей приближаются к скорости звука, что вызывает

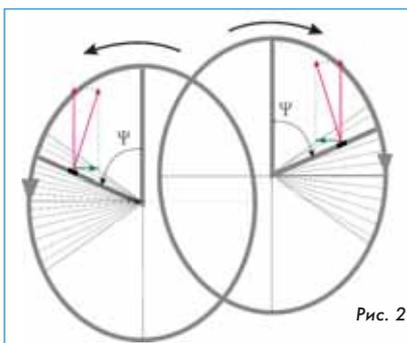


Рис. 2

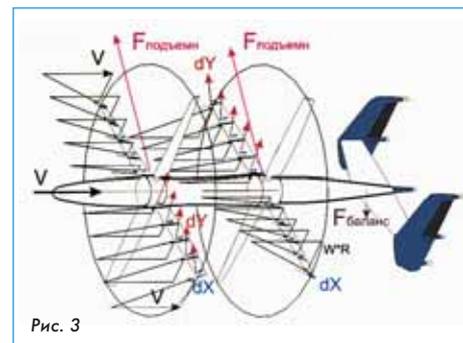


Рис. 3

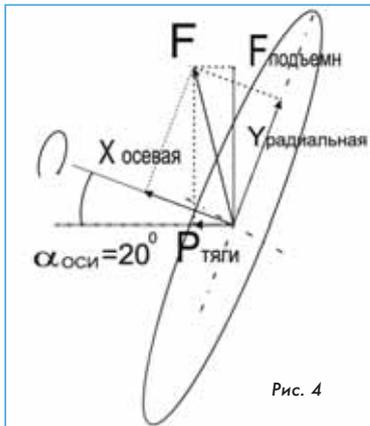


Рис. 4

полета на воздушных винтах позволит эффективно создавать подъемную силу и тягу, как при низких, так и при высоких скоростях полета, в случае уменьшения окружных скоростей на внешнем радиусе винта по отношению к скорости полета от 1,5 до 2, 3 раз. Потребная тяга будет достигаться при пониженной в несколько раз скорости вращения по отношению к скорости вращения пропеллера самолета, потому что силы на лопасти при движении вниз близки по величине к весу аппарата.

под большим углом установки, чем противоположную.

При обтекании винтов вдоль оси достаточно отклонить управляющие кольца на винтах противоположного вращения не в одну сторону, как это делают для создания момента, а в противоположные, для того, чтобы появилась подъемная сила перпендикулярно оси (рис. 3). При этом на каждом из винтов создадут уравнивающие друг друга моменты в противоположные стороны, а не в одну сторону, как это обычно происходит для создания управляющих моментов на винте

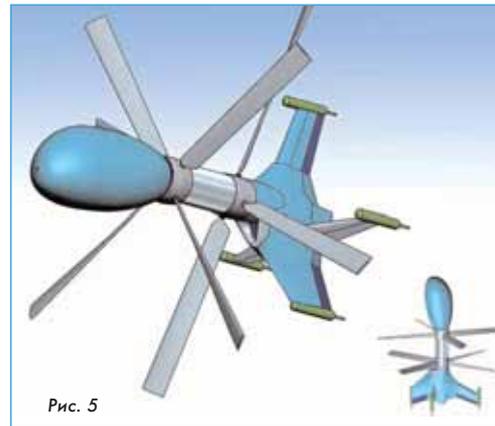


Рис. 5

Для дополнительного увеличения подъемной силы винта по отношению к тяге, необходимо пере-

По мере замедления вращения, возрастает шаг винта и силы создаваемые на лопастях винта отклоняются к плоскости вращения, что приводит к возрастанию подъемной силы и снижению тяги винта при снижении потребной для вращения мощности.

Однако скорость вращения винта должна быть достаточной для отклонения вперед сил на несущих лопастях, создания тяги и преодоления сопротивления остальных лопастей, углы атаки которых близки к нулю, а также для преодоления сопротивления самого летательного аппарата. Использование осевого обтекания винтов позволит винтолету летать значительно быстрее вертолета, а уменьшенные скорости обтекания лопастей позволят даже небольшого обогнать по скорости винтовые самолеты. Для еще более быстрого полета могут быть использованы высоконагруженные винты со стреловидными лопастями винтовентиляторного типа).

Поскольку для создания максимальной тяги на взлете используют большие окружные скорости вращения, а в полете вращение должно быть замедленно, силовая установка и трансмиссия должны изменять скорость вращения винта в несколько раз, для этого может быть использован редуктор с изменяемым передаточным отношением, а короче говоря - коробка передач. Если же удастся сконструировать винт изменяемого диаметра, то снизить окружные скорости можно телескопически вдвигая лопасти.

На малых скоростях винтолет сможет создать тягу вдоль оси винта так же, как и на винтах вертолета, а при больших скоростях полета и осевом обтекании винта - подъемную силу перпендикулярно оси и тягу в направлении полета, управляя вектором силы винтов по величине и направлению, при создании наибольших углов установки в течение оборота лопасти на одном воздушном винте в противоположной части по отношению к сектору, на котором создают наибольшие углы установки на воздушном винте противоположного вращения.

Изменение углов лопастей в течении оборота на винтах у вертолетов производят при помощи автомата перекоса, поворачивая внешнее кольцо автомата перекоса, связанное с внутренним вращающимся кольцом, которое начинает совершать колебательное движение и заставляет колебаться и лопасти относительно их продольных осей. В результате одну часть окружности лопасть будет пробегает

вести лопасти под наибольшие углы в течении всего сектора вращения, когда она движется вблизи горизонтального положения, а на остальной части оборота минимизировать углы атаки на лопасти устанавливая ее под углы флюгирования. Для такого ступенчатого изменения углов установки в течении оборота уже недостаточно обычного автомата перекоса, необходимо использовать силовой привод, непосредственно изменяющий углы лопасти в течении каждого оборота, причем необходимо сконструировать винт из современных высокопрочных материалов, с учетом колебаний которые возникнут при изменении углов лопасти.

В течение оборота величина сил на лопасти винта будет значительно изменяться. Как показывают расчеты учитывающие маятниковые колебания лопасти под действием переменных сил, для винтов с шарнирно закрепленными лопастями при окружных скоростях на конце лопасти 100 м/с центробежные силы преобладают и колебательное движение лопасти не приводит к значительным последствиям (рис. 6).

Расчет винта со сниженными скоростями вращения при создании сил на лопастях в одной четверти оборота с учетом влияния колебаний лопастей на характеристики винта (рис. 7) подтверждает эффективность создания сил винте. Так, при подъемной силе 2500 кгс на скорости 720 км/ч тяга винтов составит 500 кг при N= 3500 л.с. Такая мощность будет затрачиваться при использовании обычных скоростей вращения винтов на создание той же тяги и на преодоление сопротивления несущего тот же вес крыла с качеством около 8...10.

Для увеличения подъемной силы в полете при торможении винтами, уменьшают углы установки для создания отрицательных углов атаки, при вращении лопасти вверх, и создают на лопастях силы направленные против движения но увеличивающие подъемную силу. При увеличении зоны реверсирования, создавая на винте силу противоположную тяге получим подъемную силу при авторотировании винта. Такой режим можно использовать для полета с снижением вы-

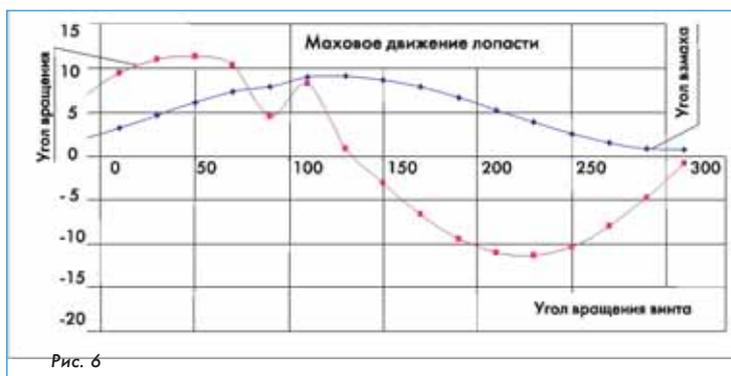


Рис. 6

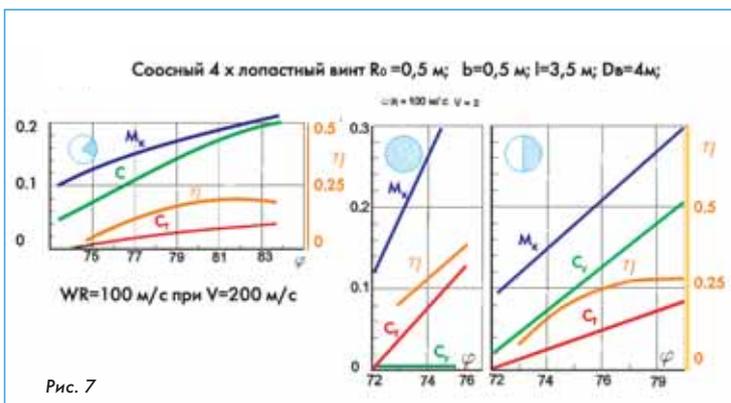


Рис. 7

Винтолет пилотажный	
Нормальная эксплуатационная взлётная масса, кг	1100
Максимальная скорость полета на высоте $H = 0$ м, км/ч	780
Крейсерская скорость полета, на высоте $H = 0$ м, км/ч	630
Дальность полета на экономической скорости	1200 км
Максимальная перегрузка	9g
Ожидаемые летно-технические характеристики:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• высокая маневренность, скороподъемность;</li> <li>• тяговооруженность в диапазоне от 0 до 800 км/ч;</li> <li>• возможность длительного зависания и безаэродромной эксплуатации в сочетании с высокой дальностью полета</li> </ul>	



Рис. 8

соты и скорости при отказе двигателя. При наличии двигателя преодолевающего сопротивление винтов его можно использовать для полета на авторотирующих винтах без использования сложной системы трансмиссии и редуктора для приведения винтов во вращение.

Установка оси под углом до  $10^\circ$  в горизонтальном полете приведет к тому, что углы атаки на лопасти при вращении вниз возрастут и уменьшатся при движении вверх, что приведет к увеличению подъемной силы на винте, но затруднит обеспечение флюжирования лопастям. Дальнейший наклон оси приводит к увеличению углов атаки и образованию срывов потока. Осуществление полета при больших углах оси к горизонтальному положению возможно с уменьшением углов установки во время движения лопасти вниз в положениях ее близких к горизонтальному до значений при которых углы атаки будут меньше углов, приводящих к срывам потока.

При повороте оси вверх происходит отклонение вверх силы создаваемой винтом, что приводит к возрастанию подъемной силы винтов при некотором снижении тяги, что может быть использовано для увеличения подъемной силы при уменьшении тяги для маневрирования и при переходе к горизонтальному полету (рис. 4).

Для перехода от вертикального взлёта к горизонтальному, винтолет может применять как поворот винтов, так и изменение положения летательного аппарата вместе с винтами. При повороте винтов вместе с корпусом аппарата, винты могут располагаться в центре корпуса или на равных расстояниях от центра масс на несущей балке соединяющей носовую и хвостовую части аппарата. Для управления винтолетом используется автомат перекося, а в полете на скорости аппарат управ-

ляется преимущественно рулями на стабилизирующем оперении.

Предполагается построить вначале небольшой демонстрационный винтолет с электрическими двигателями, скорость вращения которых можно регулировать в широких пределах (рис. 5). Простота конструкции позволит создавать аппараты с высокой весовой эффективностью. Построенный затем экспериментальный дистанционно пилотируемый винтолет позволит достичь большой скорости и дальности полета и проверить маневренные возможности винтолета. Обладая возможностью зависать, такой винтолет сможет выполнять задачи мониторинга удаленных объектов.

На следующем этапе может быть создан одноместный или двухместный пилотируемый винтолет с вертикальным положением корпуса на взлете и при посадке (рис. 8). Который позволит решать самые разнообразные задачи и может стать безаэродромным средством полета - пилотажным аппаратом экстра класса по многим параметрам опережающим не только вертолеты, но и самолеты.

Следующий этап - скоростной пассажирский винтолет с поворотными винтами.

Пилотируемый винтолет с поворотными винтами рассчитан на размещение 3-6 пассажиров. Он может быть востребован как личное безаэродромное транспортное средство. В варианте аэротакси такой винтолет может обеспечить удобство и оперативность доставки, от двери до двери. Взлетев с площадки, оборудованной на крыше здания в мегаполисе, за два часа полета он перенесет пассажиров на расстояние, которое за это время они могли бы преодолеть только на самолете (Рис. 9-10).

Винтолет сможет с успехом использоваться для перевозки грузов и людей на отдаленные неосвоенные территории в районах крайнего севера, Сибири, Южной Америки (район Амазонки) и Африки. Основным преимуществом по сравнению с самолетом при близкой скорости и эффективности осуществления полета, является безаэродромность. Отсутствие необходимости в дорогостоящей инфраструктуре аэропортов может снизить стоимость эксплуатации винтолета. Перевозки людей, грузов со скоростями от 600 до 800 км/ч на расстоянии 1000...2000 км составят большую часть пассажиропотока. Винтолет может эффективно использоваться в этом секторе перевозок как вместо вертолетов, так и вместо самолетов средней дальности и, кроме того, привлечет пассажиров с других видов транспорта из-за удобств и оперативности адресной доставки "от двери до двери".

**Продвижение концепции "Винтолет" должно будет осуществляться "КБ ЛАВВИП".**

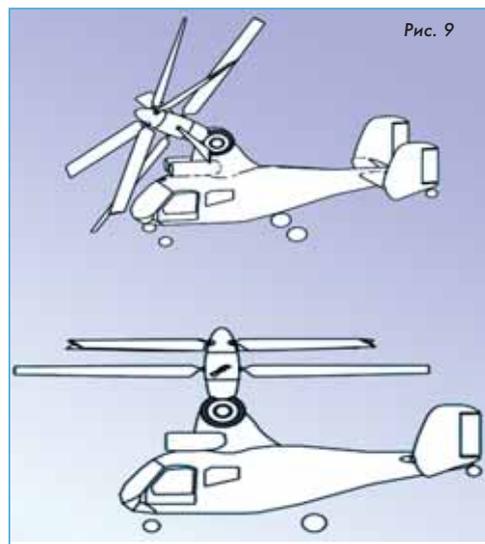


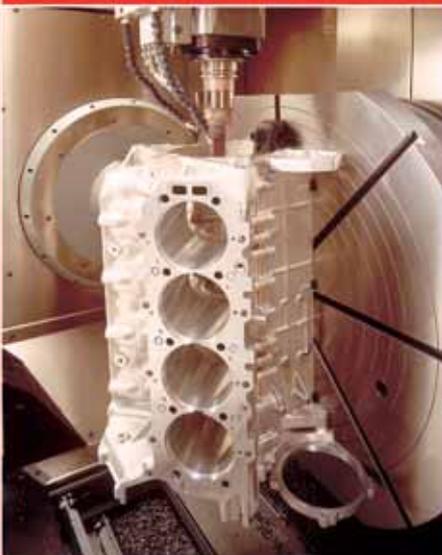
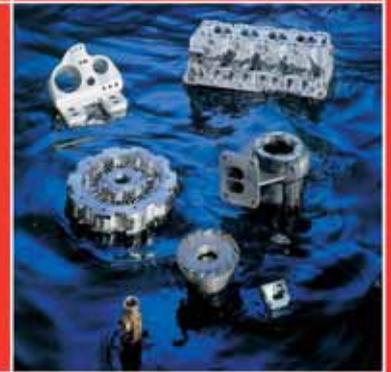
Рис. 9

Винтолет с поворотными винтами 4-6 чел.	
Взлетная масса, кг	4120
Максимальная скорость полета на высоте $H = 0$ м, км/ч	780
Крейсерская скорость полета на высоте $H = 0$ м, км/ч	630
Максимальная дальность полёта на высоте $H = 0$ м, км	2500
Максимальная достигаемая перегрузка в полете на максимальной скорости	4 g
Полезная коммерческая нагрузка, кг	1480



Рис. 10

Винтолет с поворотными винтами 10 - 20 чел.	
Дальность при перевозках на местных маршрутах, км	до 1000
Средняя дальность при осуществлении региональных перевозок, км	2000...3000
Взлетная масса, кг	12 270
Максимальная скорость полета $H = 0$ м, км/ч	880
Крейсерская скорость полета, $H = 0$ м, км/ч	730
Скорость полета минимальная, км/ч	0



**Станки, которые Вас не подведут,  
и партнер, которому Вы можете доверять -  
сегодня и завтра!**

# ЮБИЛЕЙ ВЫДАЮЩЕГОСЯ КОНСТРУКТОРА



4 декабря 2007 года исполнилось 90 лет со дня рождения выдающегося конструктора авиационных двигателей - Сергея Петровича Изотова, память о котором у всех, кто с ним сотрудничал, сохранится на многие десятилетия. А о его заслугах в становлении отечественного двигателестроения будут вспоминать еще дольше.

Сергей Петрович Изотов - ученик и первый заместитель В.Я. Климова. Он возглавил Ленинградское ОКБ завода авиационного моторостроения № 117 (позже - ЛНПО, сейчас - ОАО "Климов") в 1960 г. после ухода на пенсию своего учителя и основателя предприятия. С.П. Изотов руководил ЛНПО им. В.Я. Климова более 20 лет.



ГТД-1250



ТВ3-117

Под его руководством были созданы ТВ2-117 - вертолетный ТВД со свободной турбиной, давший начало наиболее многочисленному семейству вертолетных двигателей. Среди всех ГТД, созданных в мире, двигатели ТВ2-117 и ТВ3-117, имеющие более двух десятков модификаций, обладают самым широким спектром применения. Они установлены более чем на 60 типах российских и зарубежных вертолетов и самолетов, которые эксплуатируются в 80 странах мира. Модернизация двигателей семейства ТВ-3 продолжается до нашего времени.

На основе ТВ-3 уже после ухода из жизни С.П. Изотова был создан двигатель ТВ7-117, в свою очередь также положивший начало новому модельному ряду двигателей для перспективных самолетов и вертолетов.

Под непосредственным руководством Сергея Петровича в ОКБ создали и ТВД ГТД-350 для легкого вертолета Ми-2. Позже на базе ГТД-350 в ЛНПО разработали танковый ГТД-350Т, устанавливавшийся на опытном танке и некоторых других наземных транспортных средствах. В семидесятых годах минувшего века под руководством С.П. Изотова специально для танка Т-80 был создан газотурбинный двигатель ГТД-1000.

В 1976 г., после долгого перерыва в создании ТРД, в Ленинградском ОКБ создали ТРДДФ РД-33 для нового истребителя МиГ-29. Работами руководил Сергей Петрович, и во многом именно благодаря его энергии двигатель в 1981 г. пошел в серию, но, к сожалению, уже после безвременной кончины генерального конструктора.

Всю свою жизнь С.П. Изотов занимался созданием авиационных, ракетных, танковых двигателей. Он не только руководил важнейшими исследованиями в области газотурбинного двигателестроения, но и настойчиво занимался проблемами, связанными с перспективным развитием предприятия, особенно подго-

товкой кадров. С этой целью он основал кафедру энергомашиностроения в Политехническом университете, которая по сей день готовит инженерные кадры для ОАО "Климов".

ОАО "Климов" достойно отметило юбилей своего генерального конструктора. В частности, состоялось торжественное открытие памятной мемориальной доски в Политехническом университете, который Сергей Петрович Изотов окончил в 1941 г. Речи на открытии мемориальной доски произнесли генеральный конструктор ОАО "Климов" Алексей Григорьев, соратники Сергея Петровича Изотова, а также сын конструктора - Петр Сергеевич Изотов, который продолжает традиции своего отца и разрабатывает авиадвигатели в ОКБ "Климов".



ГТД-1250

В рамках юбилейных торжеств была организована научно-техническая конференция "Климовские чтения", посвященная инновационным технологиям развития авиационной промышленности. На конференции были подняты актуальные проблемы современного авиастроения, обсуждение которых происходило достаточно эмоционально. Круглый стол позволил участникам не только выступить со своими докладами и рассказать о проектах, но и выслушать комментарии более опытных коллег, почерпнуть для себя ценную информацию. По заверению почетных гостей - руководителей ведущих авиационных предприятий страны - Сергей Петрович Изотов был бы горд тем, что на смену ему пришли новые талантливые специалисты.







Николай Александров

# ОКБ С.В. ИЛЬЮШИНА - 75 ЛЕТ

## Начало пути

Сергей Владимирович Ильюшин родился 31 марта 1894 г. в деревне Делялево Вологодской губернии в семье крестьянина. Окончив трехлетнюю начальную земскую школу, Сергей привлек своей усидчивостью и трудолюбием учителей, и один из них, А.В. Чаевский, решил помочь способному мальчику. На протяжении пяти лет долгими зимними вечерами (летом было не до учебы, надо было помогать семье) Чаевский занимался с Сергеем Ильюшиным арифметикой, алгеброй, физикой и геометрией. В пятнадцать лет учеба закончилась - пришлось уходить из деревни на заработки.

Сергей стал работать чернорабочим, землекопом, возчиком, строил Амурскую железную дорогу, а в 1913 г. получил удивительную по тем временам специальность помощника машиниста парового экскаватора. Вскоре после начала Первой мировой войны молодого человека мобилизовали и, после непродолжительной службы в учебном подразделении, направили в Петербург в аэродромную команду Комендантского аэродрома.

На эту команду была фактически возложена функция военной приемки самолетов от двух авиазаводов, принадлежавших С.С. Щетинину и В.А. Лебедеву. Сергей освоил специальность авиационного моториста, но этого ему показалось мало. Вместе еще с одним солдатом - в будущем известным советским конструктором авиадвигателей В.Я. Климовым - он обратился к командованию с рапортом о направлении в школу летчиков Всероссийского императорского аэроклуба. В конце 1916 г. С.В. Ильюшин выдержал экзамен на звание летчика, поднявшись на высоту более 2000 м и выполнив ряд фигур пилотажа.

Осенью 1917 г., после Октябрьских событий в Петрограде, большая часть офицеров-летчиков покинула аэродромную команду. Авиазаводы, испытывавшие острый дефицит рабочих рук, материалов и готовых агрегатов (наиболее остро ощущалась нехватка моторов) свернули свою деятельность, и в марте 1918 г. аэродромную команду расформировали. Ильюшин вернулся на родину, но в мае 1919 г. его вновь призвали, на этот раз уже в Красную Армию. Надежда стать военным летчиком осталась нереализованной - самолетов не хватало, поэтому Сергею пришлось вновь вспомнить специальность авиадвигателя.



Планер АВФ-21

О способностях и организаторских качествах двадцатипятилетнего С.В. Ильюшина свидетельствует тот факт, что именно ему была поручена эвакуация совершившего вынужденную посадку в районе Петрозаводска новейшего английского разведчика-бомбардировщика "Авро" 504к. Разобрав машину, протащив ее через болото и лесные дебри, с огромными трудностями Ильюшину удалось доставить "Аврешку" в Москву. Следующим заданием было - снять чертежи с трофейной машины. Эту работу также поручили Сергею Владимировичу. Любопытно, что впоследствии по выполненным под руководством Ильюшина чертежам самолет выпускали серийно. Всего на ленинградском авиазаводе № 23 построили 664 У-1 и 73 морских МУ-1

В апреле 1920 г. Ильюшин получил назначение в авиационный парк Кавказского фронта. Несмотря на название, базировался авиапарк в Саратове, а затем в Арзамасе. Здесь помимо работы по специальности авиадвигателя Сергею Владимировичу довелось освоить обязанности комиссара авиапарка, а в начале зимы 1921 г. - возглавить авиапоезд, отправлявшийся на Кавказский фронт. Впрочем, поехать на этот раз не пришлось: после прибытия в Закавказье приписанные к авиапоезду самолеты передали в другие части, уже "понюхавшие пороху". Оставшийся без техники технический состав откомандировали в Москву. Сам С.В. Ильюшин написал рапорт о направлении на учебу в Институт инженеров Красного Воздушного Флота им. Н.Е. Жуковского.

## Становление конструктора и руководителя

Несмотря на громкое название, Институт инженеров Красного Воздушного Флота им. Н.Е. Жуковского в 1921 г. располагал всего... двумя учебными аудиториями. На двух курсах проходил обучение 101 слушатель. Зато преподаватели были отменные - Б.С. Стечкин, Б.Н. Юрьев, В.П. Ветчинкин и другие. В июне 1922 г. Институт был передан в состав наркомата по военным делам и переименован в Академию Воздушного Флота им. проф. Н.Е. Жуковского. А еще через восемь месяцев Академия перебралась в Петровский подъездной дворец, получивший в связи с этим новое пышное наименование Дворца Красной Авиации. В подсобных помещениях дворца организовали опытный завод, где слушатели стали строить планы собственной конструкции: АВФ-1 "Арап" М.К. Тихонравова и АВФ-2 "Стриж" В.С. Пышнова. С.В. Ильюшин также спроектировал свой первый планер, но места для его постройки на небольшом заводике не нашлось, и ильюшинского первенца пришлось изготовить в мастерских тяжелой артиллерии; поэтому он получил немного странное наименование АВФ-3 "Мастяжарт".

Летом 1923 г. в Коктебеле "Мастяжарт" опробовали в полете. Первый блин был комом - из-за излишне задней центровки планер свалился на крыло, получил повреждения, а его пилот - легкие ушибы. Впрочем, машину быстро отремонтировали, сиденье пилота сдвинули вперед, а для дополнительного смещения центра тяжести в носовой части закрепили... кувалду. В дальнейшем ильюшинский планер неплохо летал, и техническая комиссия поощрила конструктора

тора специальным призом. Летом следующего года в Коктебеле летали уже два планера С.В. Ильюшина: учебный АВФ-4 "Рабфаконец" и паритель АВФ-5 "Мастяжарт 2". А в 1925 г. ильюшинский планер АВФ-21 "Москва" участвовал в планерных состязаниях в Германии. Сергей Владимирович тепло вспоминал об этих удивительно насыщенных годах учебы в академии: "Для авиаконструктора планеризм - это та же люлька, в которой должен качаться ребенок, прежде чем научиться ходить".

В 1926 г. С.В. Ильюшин, успешно завершивший обучение в Военно-воздушной академии им. проф. Н.Е. Жуковского и защитивший дипломный проект на тему "самолет-истребитель", получил квалификацию военного инженера-механика и был назначен начальником самолетной секции Научно-технического комитета (НТК) Управления ВВС. В тридцать два года он надел военную форму с синими петлицами и двумя алыми ромбами дивизионного инженера. Его одноклассник Н.М. Харламов стал начальником НТК УВВС.

Главным содержанием работы самолетной секции НТК было формирование тактико-технических требований к самолетам различных типов и проверка соответствия этим требованиям проектов, предлагавшихся авиаконструкторами. Работая в НТК, С.В. Ильюшин накопил обширные знания, значительно расширил свой инженерный кругозор, изучил конструктивные особенности зарубежных самолетов различных типов. "Не было такого военного самолета в мире, которого я досконально не знал бы", - вспоминал Сергей Владимирович.

В 1930 г. С.В. Ильюшина назначили помощником начальника Научно-испытательного института ВВС. Здесь ему довелось организовывать и участвовать в проведении испытаний самолетов, для которых в НТК задавались тактико-технические требования. В те годы в НИИ ВВС испытывались все типы новых летательных аппаратов: и военные, и гражданские. Еще через год Ильюшина по его просьбе откомандировали в авиационную промышленность и назначили заместителем начальника ЦАГИ и начальником Центрального конструкторского бюро (ЦКБ).

В начале тридцатых годов прошлого столетия в ЦАГИ проводились фундаментальные исследования по аэро- и гидродинамике, изучались научные проблемы динамики полета. Был в нем и сугубо практический отдел, занимавшийся постройкой самолетов, аэросаней и глиссеров - АГОС (авиация, гидроавиация и опытное строительство). С 1925 г. руководил работой АГОС А.Н. Туполев. Все другие авиационные конструкторские бюро, имевшиеся в стране, как правило, были маломощными, не располагали необходимым оборудованием и исследовательской базой. В связи с этим было принято решение собрать их "под единым крылом ЦАГИ", обеспечить всем необходимым и, в соответствии с господствовавшими в то время представлениями, организовать "рациональное" распределение задач между подразделениями не по типам проектировавшихся машин, а по конкретным агрегатам и узлам самолетов. Одна и та же бригада должна была проектировать шасси для нескольких типов самолетов, другая - мотоустановки, третья - фюзеляжи, и т.п.

Жизнь опровергла представление о "рациональности" такого подхода. Проектирование новых машин замедлилось, а качество разработок из-за разного рода неувязок оказалось низким. Ни один из самолетов, спроектированных по указанному принципу (ЛШ, ТШ-1, ДИ-3, ТБ-5) не был принят на вооружение. Придя в ЦКБ ЦАГИ "на усиление", С.В. Ильюшин вскоре осознал порочность поагрегатного разбиения задачи проектирования самолетов для отрасли в целом. Такого же мнения придерживался и один из опытейших и уважаемых советских конструкторов Н.Н. Поликарпов, также работавший в то время в ЦКБ ЦАГИ. Ильюшин обратился к руководителю отрасли П.И. Баранову с предложением радикально изменить принципы разработки самолетов и вернуться к бригадам, специализировавшимся на создании самолетов определенного класса. В этом случае ответственность за разработку возлагалась на главного конструктора, а не "размывалась", как это было в ЦКБ ЦАГИ. Кроме того, по мнению С.В. Ильюшина, следовало перебазировать конструкторские коллективы

Дальний бомбардировщик Ил-4



из сугубо научного учреждения (где основные производственные мощности контролировал АГОС, не входивший в ЦКБ) на серийный завод. П.И. Баранов после некоторого раздумья поддержал предложение Ильюшина.

### Во главе ОКБ

13 января 1933 г. приказом заместителя народного комиссара тяжелой промышленности СССР и начальника Главного управления авиационной промышленности П.И. Баранова Центральное конструкторское бюро (ЦКБ) "сменило адрес", перебазировавшись на завод № 39 им. В.Р. Менжинского. Начальником ЦКБ и заместителем директора завода был назначен С.В. Ильюшин. Структурно ЦКБ также изменилось: теперь оно состояло из самостоятельных конструкторских бригад, специализировавшихся по типам самолетов, вооружению, технологии и проведению различного рода испытаний. Бригадами руководили известные авиационные специалисты С.А. Кочергин, Н.Н. Поликарпов, Я.И. Мальцев, В.А. Чижевский, И.В. Четвериков (затем Г.М. Бериев) и П.М. Крейсон.

Кроме того, была организована группа конструкторов бригады № 3 в составе С.М. Егера, В.В. Никитина, В.В. Калинина, С.Н. Черникова, З.З. Жевагиной, А.Я. Левина, работой которой непосредственно руководил начальник ЦКБ. Она и составила первое ядро, основу конструкторского бюро С.В. Ильюшина. Основными направлениями деятельности бригады № 3 являлись проектирование и постройка боевых самолетов. В мае 1934 г. в бригаде работало уже 54 специалиста. Задачей, которую выбрал С.В. Ильюшин для себя и своих ближайших сотрудников, стала разработка двухмоторного бомбардировщика-моноплана. К 1935 г. был спроектирован, построен и испытан двухмоторный бомбардировщик ЦКБ-26, модификация которого впоследствии получила название ДБ-3.

В августе 1936 г. самолет ДБ-3 приняли на вооружение ВВС Красной Армии. В том же году летчик-испытатель В.К. Коккинаки на этом самолете установил первый советский авиационный мировой рекорд, а в 1938-1939 гг. на самолете "Москва" (гражданский вариант ДБ-3) были выполнены два выдающихся для своего времени дальних перелета из Москвы на Дальний Восток и в Северную Америку.

В сентябре 1935 г. Глававиапром официально преобразовал бригаду № 3 в Опытное конструкторское бюро завода им. В.В. Менжинского. Сотрудниками бюро стали также специалисты четвертой, пятой и шестой бригад, участвовавшие в проектиро-



Штурмовик Ил-2



Ил-18 пассажирский лайнер

вании самолета ЦКБ-26. Сергея Владимировича Ильюшина назначили главным конструктором нового ОКБ. Общая численность сотрудников на пороге 1936 г. составила 90 человек. Шеф-пилотом ОКБ стал В.К. Коккинаки.

Начиная с 1935 г. коллектив приступил к созданию специального самолета поля боя - самолета-штурмовика для уничтожения танков, боевой техники, механизированных частей и живой силы противника. 2 октября 1939 г. бронированный штурмовик ЦКБ-55 (он же БШ-2) впервые поднялся в воздух. Спустя два года этот самолет стал грозным, известным на весь мир штурмовиком. "Летающему танку" суждено будет сыграть выдающуюся роль в Великой Отечественной войне.

В соответствии с приказом наркома авиационной промышленности № 704 "О переименовании боевых самолетов", вышедшем в декабре 1940 г., штурмовик получил новое наименование по первым буквам фамилии конструктора и стал именоваться Ил-2. Позднее, в сентябре 1942 г. новое название получил и дальний бомбардировщик С.В. Ильюшина: вместо обозначения ДБ-3Ф стали использовать сокращение Ил-4.

С первых дней Великой Отечественной войны самолеты ДБ-3 и ДБ-3Ф наносили бомбовые удары по вражеским тылам, колоннам танков и мотомеханизированных войск противника. В августе 1941 г. эти самолеты осуществили первые налеты на столицу фашистской Германии. На протяжении всей войны Ил-4 использовались как бомбардировщики, торпедоносцы и как средство для заброски разведывательных групп в тылы врага.

Не менее важную роль сыграли в годы войны штурмовики С.В. Ильюшина. Недаром И.В. Сталин направил директорам заводов, производивших "Илюшины", телеграмму со словами: "Самолеты Ил-2 нужны нашей Красной Армии теперь как воздух, как хлеб". Всего было построено свыше 36 000 самолетов Ил-2. Вероятно, этот рекорд, зафиксированный в истории авиации, никогда не будет превзойден. Самолеты Ил-2 положили начало новому роду авиации. В статье газеты "Правда", вышедшей в свет в 1944 г., отмечалось: "Самолеты "Ильюшин-2" не только достижение авиационной науки - это замечательное тактическое открытие".

Опыт боевого применения Ил-2 был использован при создании скоростного и высокоманевренного бронированного штурмовика Ил-10, который по своим летно-техническим данным значительно превосходил Ил-2. Самолеты Ил-10 применялись на последнем этапе Великой Отечественной войны и в войне с милитаристской Японией. Их серийное производство продолжалось до 1947 г. Модернизированные штурмовики Ил-10М строились серийно и до середины пятидесятых годов прошлого столетия состояли на вооружении штурмовой авиации ВВС Советской Армии и некоторых зарубежных стран.

С октября 1941 г. по апрель 1942 г. ОКБ С.В. Ильюшина находилось в эвакуации в Куйбышеве на авиационном заводе № 18. После возвращения в Москву ОКБ и опытное производство разместились на территории завода № 240 НКАП неподалеку от Центрального аэродрома. 21 апреля 1942 г. приказом № 304 народного комиссара авиационной промышленности СССР А.И. Шахурина Сергей Владимирович Ильюшин был назначен директором и главным конструктором завода № 240.

В последние годы войны коллектив ОКБ приступил к проектированию первого пассажирского самолета Ил-12, освоив новое направление в своей творческой деятельности. В 1946 г. самолет Ил-12 начал эксплуатироваться Аэрофлотом. С этого момента в Советском Союзе появился первый отечественный самолет для массовых пассажирских перевозок, по своим характеристикам более совершенный, чем широко распространенный в те времена самолет США ДС-3 (эта машина серийно строилась в СССР под наименованием Ли-2). Одновременно Ил-12 выпускался в военнотранспортном варианте.

На основе опыта эксплуатации самолетов Ил-12 в 1950 г. был создан пассажирский самолет Ил-14 с более высокими летно-техническими характеристиками и высоким уровнем комфорта для пассажиров. Самолет строился в многочисленных вариантах и выпускался серийно не только в Советском Союзе, но и в Чехословакии и Германской Демократической Республике. Массовая и продолжительная эксплуатация Ил-14, широкое использование его научными экспедициями при работах на Северном и Южном полюсах, осуществление полетов в различных климатических условиях подтвердили достоинства конструкции самолета, высокие летные и технико-экономические качества.

В послевоенные годы в коллективе илюшинцев был спроектирован и в 1947 г. начал совершать экспериментальные полеты реактивный четырехдвигательный бомбардировщик Ил-22, считающийся первым в СССР реактивным самолетом этого класса. Результаты испытаний Ил-22 и опыт проектирования позволили коллективу в короткие сроки создать первый реактивный фронтовой бомбардировщик Ил-28.

Самолет Ил-28 обладал высокими летно-техническими данными и простотой в технике пилотирования. При его проектировании впервые был применен разработанный под руководством С.В. Ильюшина новый технологический метод сборки, что обеспечило повышенную точность обводов самолета (особенно крыла), высокое качество клепки и уменьшение трудозатрат. Самолет Ил-28 строился в нескольких вариантах.

Продолжая опытно-конструкторские работы по совершенствованию реактивного фронтового бомбардировщика в направлении повышения его скоростных характеристик, дальности полета и ударной мощи, коллектив С.В. Ильюшина в 1949-1954 гг. разработал опытный дозвуковой бомбардировщик Ил-46 и первый сверхзвуковой бомбардировщик Ил-54 со стреловидным крылом, подвеской двигателей на пилонах и шасси велосипедного типа.

В 1946 г. в ОКБ был спроектирован самолет Ил-18 с поршневыми двигателями для перевозки 66 пассажиров, но в серию он не попал, как говорят, из-за опасений И.В. Сталина: по мнению последнего, катастрофа самолета с большим числом пассажиров на борту имела бы слишком сильный резонанс в обществе. После появления отечественных турбовинтовых двигателей коллектив конструкторского бюро в 1956 г. на основе "отставленного" Ил-18 создал новый вариант четырехдвигательного, на этот раз турбовинтового пассажирского самолета. В 1957-1970 гг. Ил-18 находился в серийном производстве. Эксплуатация самолета на линиях Аэрофлота с компоновкой на 75, а позднее на 100 пассажиров началась в апреле 1959 г. На базе Ил-18 было создано несколько ва-



Дальнемагистральный самолет Ил-96

риантов самолетов специального назначения, в том числе противолодочная машина, самолет - командный пункт и самолет-разведчик. Благодаря отличным летным и эксплуатационным характеристикам машина получила широкое признание как у нас в стране, так и во многих зарубежных странах. Было поставлено свыше 120 самолетов в 17 стран мира. 17 декабря 1956 г. Совет Министров СССР принял постановление о присвоении С.В. Ильюшину звания генерального конструктора.

В середине шестидесятых годов на воздушные линии страны начали поступать турбореактивные самолеты второго поколения, которые отличались от предыдущих машин большей скоростью и повышенным комфортом для пассажиров. Представителем этого поколения самолетов, созданного коллективом ильюшинцев, явился Ил-62. Эта четырехдвигательная машина сразу начала летать на международных линиях, открыв 15 сентября 1967 г. трансатлантическую трассу Москва-Монреаль. С целью увеличения дальности полета самолета была создана его модификация - Ил-62М. Такие самолеты по своим показателям находились на уровне лучших зарубежных межконтинентальных лайнеров соответствующего поколения.

30 апреля 1966 г. приказом № 175 Министерства авиационной промышленности СССР было утверждено открытое наименование опытного завода - Московский машиностроительный завод "Стрела".

### Под руководством Г.В. Новожилова

28 июля 1970 г. новым руководителем ОКБ Московского машиностроительного завода "Стрела" приказом № 378 министра авиационной промышленности СССР был назначен ближайший помощник С.В. Ильюшина Генрих Васильевич Новожилов, а 25 марта 1971 г. поднялся в воздух транспортный самолет Ил-76, созданный под его руководством.

В конструкции самолета Ил-76 была впервые в мире реализована концепция базирования тяжелого реактивного транспортного самолета как на бетонированных, так и на грунтовых аэродромах ограниченных размеров. Главной особенностью самолета являлась способность не только перевозить крупногабаритные грузы и различную технику весом более 40 тонн, но и значительное сокращение времени стоянки самолета благодаря внутрисамолетной механизации погрузочно-разгрузочных работ и использования контейнеров и поддонов международного и отечественного образцов.

С декабря 1977 г. самолет начал успешно эксплуатироваться на международных линиях Аэрофлота. Ил-76 стал массовым самолетом советской транспортной авиации, способным выполнять различные требования, предъявляемые к самолетам такого типа.

На самолете Ил-76 установлено 27 мировых рекордов грузоподъемности и скорости полета. Продолжая работу по совершенствованию самолета Ил-76, коллектив предприятия разработал и запустил в серийное производство самолеты Ил-76М, Ил-76Т, Ил-76МД, Ил-76ТД, подготовил к производству самолет Ил-76ТФ/МФ - модификацию с увеличенной грузоподъемностью и дальностью полета.

18 апреля 1977 г. Московский машиностроительный завод "Стрела" согласно постановлению Совета Министров РСФСР



Легкий многоцелевой самолет Ил-103



Региональный самолет Ил-114

№ 228-16 переименовали в Московский машиностроительный завод имени Сергея Владимировича Ильюшина.

В семидесятые годы прошлого столетия ильюшинцы успешно справились с задачей создания и сертификации первого в нашей стране широкофюзеляжного самолета Ил-86 на 350 пассажиров. С декабря 1980 г. самолет Ил-86 находится в эксплуатации на внутренних и международных воздушных линиях. По сравнению с другими эксплуатировавшимися самолетами Ил-86 обеспечивал существенное снижение эксплуатационных расходов и значительную экономию топлива. Благодаря своим конструктивным особенностям - системе "багаж при себе плюс контейнеры", установке трех входных дверей со встроенными трапами и специальному шасси - самолет Ил-86 мог регулярно эксплуатироваться без проведения дорогостоящей реконструкции существующих аэропортов и их взлетно-посадочных полос, рассчитанных на прием более легких пассажирских самолетов.

Одновременно с созданием первого отечественного широкофюзеляжного самолета большой пассажироместимости в ОКБ имени С.В. Ильюшина развернулись проектно-исследовательские работы по широкофюзеляжному дальнемагистральному пассажирскому самолету. Первоначально предполагалось, что новая машина будет являться дальнейшей модификацией самолета Ил-86, но постоянно возрастающие требования по снижению эксплуатационных расходов, увеличению полезной нагрузки и пассажироместимости при одновременном увеличении дальности полета и сокращении расхода топлива привели к созданию принципиально нового самолета Ил-96-300 с использованием новых проектно-конструкторских решений, направленных на повышение аэродинамического совершенства самолета, снижение его массы, обеспечение простоты эксплуатации и технического обслуживания. 28 сентября 1988 г. новый флагман гражданского воздушного флота страны - самолет Ил-96-300 впервые поднялся в небо.

На основе оценки перспектив развития различных классов пассажирских самолетов и обобщения более чем тридцатилетнего опыта эксплуатации различных вариантов самолета Ил-14 ОКБ имени С.В. Ильюшина в начале 80-х годов выступило с инициативным предложением о создании нового пассажирского самолета для местных воздушных линий - Ил-114. Инициатива была поддержана Министерством гражданской авиации СССР и, несмотря на большую загрузку коллектива работами по созданию самолета Ил-96-300, было принято решение параллельно разрабатывать самолет Ил-114.

Основным назначением самолета, серийное производство которого началось в 1992 г., является перевозка пассажиров с багажом и грузов на местных воздушных линиях с большими пассажиропотоками, а также на отдельных магистральных линиях с малыми пассажиропотоками. Самолет Ил-114 эксплуатируется с относительно небольших аэродромов, имеющих как бетонированные, так и грунтовые покрытия взлетно-посадочных полос, что способствует расширению географии использования самолета.

24 декабря 1991 г. Московский машиностроительный завод имени С.В. Ильюшина согласно приказу № 4 Департамента авиационной промышленности переименован в Открытое акционерное общество имени С.В. Ильюшина.

# НЕПРОЩАНИЕ С ПОЛИТЕХНИЧЕСКИМ (ОДНАЖДЫ, ЧЕРЕЗ 135 ЛЕТ)

Дмитрий Александрович Боев



Политехнический музей в Москве - явление, своим существованием во многом определившее промышленное развитие России на рубеже XIX - XX веков. Уро-



вень развития промышленности уже требовал от каждого "промышленного труженика" известного "умственного развития". Наглядность в образовании и популяризация научных знаний представлялись наиболее эффективными способами подготовки рабочих к промышленному труду. Как говорил тогдашний директор Императорского технического училища (на Коровьем броду)



и известного "умственного развития". Наглядность в образовании и популяризация научных знаний представлялись наиболее эффективными способами подготовки рабочих к промышленному труду. Как говорил тогдашний директор Императорского технического училища (на Коровьем броду) В.К. Делла-Вос в речи на открытии Музея прикладных знаний: **"Среди всех наших наиболее действительных"**

**средств, назначенных для народного образования, самое видное место после школ занимают различного рода хорошо организованные публичные музеи... такого рода учреждения действуют весьма благотворительно и на возвышение нравственных его (народонаселения) качеств, так как эти последние находятся в тесной связи с умственной культурой человека".**

С таким посылом и работает нынешний Политехнический музей все 135 лет. Он был свидетелем и непосредственным участником множества судьбоносных событий; его история - неотъемлемая часть истории не только отечественного музейного дела, но и российской науки и культуры, общественной жизни в целом.

С тем и собрались 12 декабря сотрудники музея и приглашенные друзья в знаменитой Большой аудитории (которая, кстати, в это же время отметила 100-летний юбилей!) Собрание вел генеральный директор музея Гурген Григорьевич Григорян. Было торжественно. Были приветствия и поздравления. Были выступления

артистов. И было большое награждение сотрудников музея - и грамотами и почетными знаками Министерства культуры, и наградами московского правительства. Музею досталась грамота Московской городской думы. Грамотой Министерства культуры награжден и Г.Г. Григорян. Фонд менеджеров новой эпохи наградил директора золотой медалью Петра Великого. А московское правительство наградило директора научной библиотеки Политехнического музея Галину Васильевну Спиринову знаком отличия "За безупречную службу Москве".

Прошедшее ясно свидетельствует, что руководство страны и ее столицы правильно понимают роль научных учреждений культуры. Это вселяет надежды на перспективы как отдельно взятого музея, так и отечественной промышленности в целом. **!**



*Вы уже что-то слышали об этом?*

*Вы наверняка что-то об этом знаете!*

*А может быть Вашими руками создавалось что-то из этого?*

*Люди и их дела: то, что на самом деле позволяло считать Россию великой державой.*

**С 1997 года коллектив лучших отечественных журналистов и кинодокументалистов при финансировании правительства Москвы создает эпопею нашей славы: историко-патриотический цикл современного документального кино "Тайны забытых побед". Основатели документального сериала - творческая группа в составе публициста Ярослава Голованова, телеакадемика Льва Николаева, режиссера Бориса Смирнова, продюсера Фаида Симфорова и народного артиста России Василия Ланового.**

**Основная цель сериала - остановить процесс уничтожения и забвения всего того, что было создано в нашем великом государстве, дискредитации достижений ученых и инженеров, которые долгие годы плодотворно трудились на благо Отечества. Для того чтобы спасти страну нужно было сохранить память о великих делах нашей Родины. Слава Отечества - сумма славных дел людей, его населяющих.**

**Каждый фильм сериала - отдельный рассказ, детальное исследование об ученом или конструкторе, объекте или предприятии. В том числе и о тех, чьи имена долгие десятилетия было запрещено называть в печати, так как все**

**они находились под грифом "секретно".**

**В серии - фильмы о космодроме "Байконур", атомном ледоколе "Ленин", создателе баллистических ракет Михаиле Янгеле, уникальном супербомбардировщике "Сотка" Н. Чернякова, уникальной крылатой ракете "Буря" С. Лавочкина, авиаконструкторе Константине Калинине, создавшем основные пассажирские самолеты 30-х годов, титановых атомных подводных лодках проекта 705 и многом, многом другом. То, о чем мы знали и не знали. Или слышали, но не были уверены. Не случайно сериал "Тайны забытых побед" вызывает самые горячие отклики среди молодежи: школьников, студентов. Для них эти факты - настоящее откровение. За 10 лет выпущено более 40 документальных фильмов. И съемки продолжаются.**

**У сериала "Тайны забытых побед" есть свой сайт: [www.pobedy.ru](http://www.pobedy.ru), на котором можно найти самую полную информацию о фильмах и их создателях, об интересных случаях на съемках, узнать новости, расписание показов фильмов этого проекта на различных телеканалах. И там же можно заказать диски с фильмами сериала: лицензионные, по цене производителя, без всякой торговой наценки. **!****



12 декабря 2007 г. исполнилось 60 лет ОАО "Московский вертолетный завод им. М.Л. Миля". Предприятие яв-

ляется головным отечественным разработчиком винтокрылых летательных аппаратов и одним из лидеров мирового вертолетостроения.

Московский вертолетный завод им. М.Л. Миля ведет свою историю от ОКБ, основанного Михаилом Леонтьевичем Милем в соответствии с постановлением Совета Министров СССР от 12 декабря 1947 г. Сформированное на базе вертолетной лаборатории ЦАГИ конструкторское бюро первые годы располагалось на территории авиазавода № 82 в Тушино. В 1951 г. ОКБ Миля получило в свое распоряжение старейший в нашей стране специализированный вертолетостроительный завод № 3 в Сокольниках.

После смерти М.Л. Миля Московский вертолетный завод возглавляли генеральные конструкторы М.Н. Тищенко, М.В. Вайнберг, Г.А. Синельников и другие руководители. С 2000 г. должность Генерального конструктора ОАО "МВЗ им.М.Л. Миля" занимает А.Г. Самушенко. Генеральным директором завода в 2004 г. избран Андрей Борисович Шибитов.

Под руководством М.Л. Миля и его преемников на МВЗ были созданы вертолеты всех типов и классов, включая полтора десятка ба-

зовых моделей, каждая из которых имела многочисленные модификации общим числом свыше 200. МВЗ является крупнейшим в мире держателем вертолетных рекордов, которых насчитывается в заводской "коллекции" свыше полутора сотен, причем около ста из них - абсолютные.

Вертолетные отряды ВВС, армии, погранвойск и войск МВД укомплектовываются преимущественно машинами разработки МВЗ. Они же составляют основу вертолетных отрядов МЧС и многих других силовых структур. Вертолеты марки "Ми" составляют 98 % от всего национального производства вертолетов. Они строились огромными сериями на авиационных заводах в Арсеньеве, Казани, Москве, Ростове-на-Дону, Оренбурге, Саратове, Свиднике, Улан-Уде и Харбине. На базе лицензионного выпуска "милевских" машин создавалось и многие годы развивалось вертолетостроение Польши и Китая. Общее число построенных вертолетов марки "Ми" превышает 30 тысяч. Свыше семи тысяч из них поставлены на экспорт во все регионы мира.

В настоящее время ОАО "МВЗ им. М.Л. Миля" ведет проектирование вертолетов: легких на базе Ми-34, легкого многоцелевого Ми-44, многоцелевой машины промежуточного класса Ми-54, среднего Ми-58, тяжелого Ми-46 и ряда других моделей; завершает испытания Ми-28НЭ и Ми-38; проводит модернизацию вертолетов Ми-2, Ми-8/17, Ми-24/35 и Ми-26; в кооперации участвует в постройке вертолетов - VIP-салонов, создании

сертифицированных центров технического обслуживания и ремонта.

ОАО "МВЗ им. М.Л. Миля" входит в состав образованного ОАО "ОПК Оборонпром" вертолетостроительного холдинга.

Вертолетостроительный холдинг корпорации "Оборонпром" включает в себя все составляющие производства и обслуживания вертолетной техники: разработка вертолетов - конструкторские бюро Миля, Камова и Казанского вертолетного завода; серийные предприятия - изготовители вертолетной техники - Улан-Удэнский авиационный завод, Казанский вертолетный завод, "Роствертол", а также Кумертауское авиационное предприятие, Арсеньевская авиационная компания "Прогресс" (эти два предприятия войдут в состав холдинга в текущем году); предприятия-смежники - Московский машиностроительный завод "Вперед", Ступинское машиностроительное производственное предприятие; производство вертолетных тренажеров - "Р.Е.Т. Кронштадт"; ремонт вертолетов - Новосибирский авиаремонтный завод; сервисные и маркетинговые компании - "Вертолетная сервисная компания", созданная на базе ОАО "Камов-Холдинг", авиаконпания "Аэро-Камов" (принадлежит ЗАО "Оборонпромлизинг"), сервисные центры за рубежом.



Информацию об ОАО "МВЗ им. М.Л. Миля" можно найти на сайте: [www.mi-helicopter.ru](http://www.mi-helicopter.ru)

## ИНФОРМАЦИЯ

20 декабря 2007 г. на заседании Научно-технического совета ОАО "НПО "Сатурн" прошла защита технического проекта главного газотурбинного агрегата для быстроходного десантного катера проекта "Дюгонь", создаваемого ОАО "ЦКБ по СПК им. Р.Е. Алексеева".

Разработка технического проекта была начата полтора года назад силами двух подразделений ОАО "НПО "Сатурн": специально созданным для разработки морских ПА Научно-техническим центром в Санкт-Петербурге и ОКБ-1 в Рыбинске, разрабатывающим базовый морской газотурбинный двигатель М70ФРУ мощностью 14 000 л.с. Государственные испытания двигателя запланированы на 2008 г.

В заседании Научно-технического совета ОАО "НПО "Сатурн" приняли участие представительные делегации ОАО "ЦКБ по СПК им. Р.Е. Алексеева", 1 ЦНИИ МО РФ, ФГУП ЦНИИ им. Крылова и других организаций.

Предполагается, что первые газотурбинные агрегаты, разработанные и изготовленные на базе корабельного ГТД М70ФРУ, будут поставлены для второго серийного катера проекта "Дюгонь". В настоящее время завершается строительство головного катера проекта "Дю-

гонь" с дизельной главной энергетической установкой разработки и производства ОАО "Звезда" (Санкт-Петербург). Применение газотурбинной силовой установки разработки ОАО "НПО "Сатурн" с М70ФРУ позволит значительно упростить эксплуатацию и повысить скоростные качества корабля.

### Пресс-служба НПО "Сатурн"

21 декабря 2007 г. НПО "Сатурн" завершило сделку по приобретению 19,98 % акций УМПО, начав, тем самым, реализацию меморандума о стратегическом партнерстве, предусматривающего конечной целью создание единой компании - национального лидера в области газотурбинных двигателей. Меморандум между ведущими российскими производителями НПО "Сатурн" и УМПО был подписан в августе в рамках 8-го Международного авиационно-космического салона МАКС-2007.

По словам генерального директора НПО "Сатурн" Юрия Ласточкина, "осознание необходимости объединения усилий на перспективных программах по созданию конкурентоспособных газотурбинных двигателей авиационного и промышленного применения обусловило наши совместные шаги, возможные и допустимые в современ-

ных условиях, по созданию крупной объединенной компании, способной достойно конкурировать на международном уровне".

Для начала реализации процесса интеграции предприятий, на паритетных началах создана ЗАО "Управляющая компания "Сатурн-УМПО", которой в перспективе будут переданы функции единоличного исполнительного органа.

Генеральным директором ЗАО "Управляющая компания "Сатурн-УМПО" назначен Юрий Ласточкин, председателем совета директоров - Александр Артюхов.

Подписанный меморандум предусматривает сотрудничество для выполнения, в первую очередь, следующих программ:

- Разработка и производство двигателей 117, 117С, АЛ-55И;
- Конструкторское сопровождение серийного изготовления двигателей АЛ-31ФП;
- Создание и производство перспективного двигателя для ПАК ФА;
- Создание и производство наземных энергетических и газоперекачивающих установок мощностью 16...25 МВт;
- Создание и производство морских газотурбинных агрегатов четвертого и пятого поколений.

Пресс-служба НПО "Сатурн"  
Пресс-служба ОАО "УМПО"

# СОВЕТСКИЕ АВИАЦИОННЫЕ СПЕЦИАЛИСТЫ В ПОСЛЕВОЕННОЙ ГЕРМАНИИ

**Сергей Викторович Кувшинов,**

директор Института новых образовательных технологий РГГУ, к.т.н.

(Окончание. Начало в № 3-5 - 2007)

Организационные и социально-бытовые условия работы в Особых конструкторских бюро были различны.

Обычно организационные мероприятия в ОКБ начинались с восстановительных работ на территориях тех заводов, где планировалось проведение исследований. Были восстановлены ограждения территории, проведено освещение границ, установлена постоянная вооруженная охрана, скомплектованная из кадрового состава военных, введена система пропусков, организованы архивы для хранения чертежей, а также созданы секретные части для ведения закрытого делопроизводства. Кадровый состав всех ОКБ постоянно возрастал. Так, например, в ОКБ-3 на 1 декабря 1945 г. числился всего 41 человек, на 3 марта 1946 г. - 724 человека, на 1 мая - 786 работников, на 6 июня уже 1156. В ОКБ-4 на 15 мая 1946 г. работало 263 человека, на 7 июля - 427 человек, на 17 сентября - 581 человек и на 17 октября - 692 сотрудника.

Должностные оклады советских специалистов были по тем временам весьма существенными, что отвечало сложности поставленных задач. Например, начальник ОКБ-1 Н.М. Олехнович получал 8000 германских марок.

За действиями немецких специалистов был установлен определенный контроль, насколько это было возможно в то время. В соответствии с указаниями заместителя министра внутренних дел СССР службами безопасности проводилась тщательная проверка корреспонденции. Результаты докладывались М.М. Лукину и в министерство внутренних дел. Главное внимание службы уделяли вопросам утечки информации по тематикам работ ОКБ. Однако, как показывают документы, подобная утечка была незначительна. По всем ОКБ были разосланы специальные циркуляры об ответственности при работе с документами и ужесточении мер контроля соблюдения секретности.

Главной же проблемой, беспокоившей советскую администрацию, была утечка кадров: "Неорганизованность в вопросе направления крупных специалистов, проживающих в зонах союзников (Фехер, Зингельманн) осложняет работу и задерживает переход в ОКБ-3 других необходимых инженеров. Кроме того, без этих людей многие вопросы и идеи будут вообще утеряны и упущены для нас. Медлительность в этом вопросе привела к тому, что Зингельманн недавно был вывезен американцами для использования по специальности. Это поставило двигательный отдел в весьма тяжелое положение. Так, например, после этого даже специалисты, проживающие на советской зоне оккупации, не хотят добровольно переходить в ОКБ-3". Во многих письмах немецких специалистов в адрес французской военной миссии в Берлине, главнокомандующего английскими оккупационными войсками, главного командования американскими войсками в Берлине, а также в адреса крупнейших английских и американских фирм содержались просьбы об использовании их опыта работы в Германии и предложения своих изобретений. Из письма инженера Ноймана Теодора во французскую военную миссию в Берлине: "...мне 33 года. Десять лет я работал в качестве инженера в Бранденбурге на авиазаводе "Арадо". Как инженер-испытатель проводил опыты в области статики, динамики и прочности самолета. В НСДАП не состоял и в политической жизни участия не принимал".

При анализе работы советских и немецких специалистов в ОКБ в Германии встает вопрос о передаче научно-технической ин-

формации советским предприятиям в СССР и использовании ее в проектной работе и производстве. Руководителями каждого из ОКБ для министерства авиационной промышленности готовились и отсылались декадные и месячные отчеты о работе с указанием всех промежуточных результатов, укомплектованности персоналом и оборудованием, а также подробные планы работ, однако заинтересованности со стороны советских предприятий к разработкам немецких специалистов не обнаруживается. Из этого можно сделать вывод о том, что связь была односторонней. Подтверждением тому являются многочисленные указания и просьбы заместителя министра авиационной промышленности в Германии М.М. Лукина о посылке советских специалистов на предприятия в Германию: "До сих пор ни от кого из главных конструкторов не поступало никаких запросов, хотя тематика работ ОКБ в Германии многим известна. Прошу обязать главных конструкторов самолетов и реактивных двигателей связаться с нами, получить необходимые для них материалы в области тематики, над которой работают сейчас немецкие специалисты". Подобные предложения высказывались Лукиным в мае, июне, июле и даже сентябре 1946 г., поскольку, по его мнению, практические все работы в ОКБ перешли в стадию, когда стал необходим усиленный технический контроль, связанный не с созданием немецкой техники, а с разработкой перспективных образцов. Кроме того, немецкая технологическая документация существенно отличалась от советской, а технологов из СССР в ОКБ практически не было. Поэтому проблема кадров стала актуальной, но уже в другом контексте.

Согласно приказу министра авиационной промышленности СССР все работы в Германии должны были завершиться в октябре 1946 г., а специалисты - перевозиться в СССР на предприятия авиапрома. ОКБ должны были перебазироваться на следующие предприятия в СССР: самолетное ОКБ из Дессау и самолетное ОКБ из Галле - на завод № 458 в поселок Подберезье Калининской области, неподалеку от Москвы; двигательные ОКБ из Дессау и из Штасфурта - на завод № 145 в поселок Управленческий Куйбышевской области, недалеко от Куйбышева; конструкторская группа по дизелям ОКБ-1 - на завод № 500 в Тушино (Москва). Первоначально планировалась перевозка ОКБ-4 на завод № 458, но впоследствии план пересмотрели и ОКБ направили в поселок Управленческий на завод № 145.

Заместителем министра внутренних дел СССР И.А. Серовым совместно с М.М. Лукиным был разработан план перевозки из Германии в СССР инженерно-технического состава, рабочих и их семей, а также всего необходимого материального имущества, в том числе и бытового, находящегося на этих заводах: "...решением Совета Министров ряд германских опытных авиационных заводов переводятся в Советский Союз для продолжения своей деятельности. Прошу Вашего разрешения наряду с основным оборудованием этих заводов перевезти в Советский Союз материалы (сталь, алюминий, медь и др.), легковые и грузовые автомашины, имеющиеся на этих заводах, сантехнику (отопительные радиаторы, калориферы, унитазы, умывальники и др.), мебель из конструкторских бюро (столы, стулья, чертежные доски с принадлежностями), автоматические телефонные станции, установленные на этих заводах. Вышеперечисленное имущество необходимо потому, что указанные заводы переводятся на новостройки и по-

лучение указанных материалов значительно сократит срок пуска в эксплуатацию этих заводов..."

В связи с окончанием работ и перебазированием ОКБ в Советский Союз правительство приняло специальное решение, разрешавшее демонтаж предприятий. По всем ОКБ из Германии необходимо было вывезти свыше 2750 единиц оборудования, для чего потребовалось 2034 вагона. По срокам эта операция должна была выполняться следующим образом: завод "Аскания" из Берлина - в 10-дневный срок; завод "Зибель" из Галле - в 15-дневный срок; завод "БМВ" из Штасфурта и Унзебурга - в 15-дневный срок; завод "Юнкерс" из Дессау - в полуторамесячный срок. В приказе № 228сс однозначно определялись особенности депортации немецких специалистов и членов их семей. Процесс носил именно характер депортации, т. е. принудительного выселения, перемещения, проводимого в административном порядке из мест постоянного жительства, и поселения людей в новом месте с особым режимом нахождения, в другом государстве с ограничением свободы перемещения. Никакие юридические документы, регламентирующие взаимоотношения со специалистами, не оформлялись.

С лета 1946 г. началось составление списков перевозимых специалистов и проверка их сотрудниками министерства государственной безопасности. Приказ по передислокации носил гриф "совершенно секретно", поэтому практически до начала сентября никто из немецких специалистов не подозревал о готовящейся акции. Интересно, что ранее некоторые немецкие специалисты сами выходили с инициативой об организации краткосрочной поездки в СССР для проведения доводочных и испытательных работ. Однако о переезде для работы на неопределенное время, на неопределенных условиях, в страну, с которой незадолго до этого велась война, да еще о выполнении работ по секретной оборонной тематике - речь вообще не шла.

О настроении людей, которые были вынуждены подчиниться приказу о переезде, можно судить по письму специалистов ОКБ-1: *"Мы не можем перед своими женами и детьми без чрезвычайно основательных на то причин взять на себя ответственность за их переезд в СССР в условиях очень суровой русской зимы, к которым они не привыкли физически и к которым они не подготовлены в смысле наличия теплой одежды. Кроме того, следует учитывать и то обстоятельство, что в СССР они будут поставлены в совершенно необычные для них жилищные условия, весьма отличающиеся от тех, в которых они жили на родине. Кроме этих затруднений весьма существенными являются и те затруднения, которые, очевидно, будут иметь место в дороге, учитывая достаточно большое расстояние, зимние условия и наличие больных и пожилых людей, а также маленьких детей. Все это создает для переезда весьма серьезную опасность. В этой связи мы хотели бы указать на то обстоятельство, что в решениях Потсдамской конференции, касающихся эвакуации немецкого населения из районов, отошедших к союзникам, рекомендуется не проводить эту эвакуацию в зимнее время, несмотря на то, что зима в Европе значительно более мягкая"*.

Немецкими инженерами и ведущими специалистами был поставлен ряд вопросов, на которые советское руководство не дало ответа ни в тот период, ни даже спустя несколько лет после переезда. Основное пожелание связывалось с юридическим оформлением контрактов на работу с каждым специалистом и рабочим (которые так и не были заключены). Советская система привыкла распоряжаться судьбами людей, в первую очередь своих собственных; достаточно вспомнить спецтехотделы, организованные из взятых под стражу, а то и просто из тюрем, ведущих советских авиационных инженеров. Кроме того, никто в руководстве не представлял, что делать с немецкими специалистами после завершения ведущих совершенно секретных работ в области авиационной техники...

В заключение отметим: по состоянию на сентябрь 1946 г. для работы по заданию советской авиационной промышленности в Германии привлекалось около 8000 человек. Весь состав работавших был подобран из квалифицированных инженер-

но-технических работников и рабочих всех специальностей. Согласно решению советского правительства, из этого числа в СССР следовало вывезти около 1500 немецких специалистов.

22 октября на рассвете на железнодорожный вокзал в Дессау был подан эшелон, специальные бригады сотрудников в н у т р е н н и х войск на автомашинах объезжали дома, где жили немецкие специалисты, погрузили вещи, забрали членов семей, и через несколько часов эшелон был уже в пути. Оперативность, с которой была проведена эта акция,

по воспоминаниям специалистов и членов их семей позволяет говорить о тщательно продуманной операции.

Перевозка в СССР проводилась в специальных пассажирских эшелонах. Кроме того, было выделено достаточно большое количество грузовых вагонов для погрузки личного имущества, так как было разрешено вести с собой багаж без ограничения веса. Некоторые специалисты везли в СССР даже громоздкие музыкальные инструменты, многие везли мебель. Перевозимых специалистов и членов их семей обеспечивали питанием в пути. Однако выход из вагонов на всех остановках был запрещен, и любая попытка сразу же пресекалась сопровождающей вооруженной охраной.

Работа предприятий после переезда специалистов на работу в СССР продолжилась по скорректированным планам. В июле 1946 г. заместитель министра авиационной промышленности в Германии М.М. Лукин направил министру М.В. Хруничеву совершенно секретную докладную записку с предложением об организации работ в Германии после переезда немецких ОКБ в СССР. Из записки следовало, что в Германии остается свободным большое количество специалистов и рабочих. Вместе с тем, изготовление специального оборудования для авиационных нужд проходило крайне медленно. Поэтому Лукин считал целесообразным переориентировать существовавшие производственные базы в Дессау, Галле, Берлине и Штасфурте на производство лабораторного оборудования, оборудования испытательных станций и приборов. На 2-3 года для повышения эффективности работы указанных учреждений Лукин предлагал сохранить за этими базами привилегии в части бытовых условий (пайки, зарплата и др.), утвержденные решением правительства. Предложение замминистра авиапрома приняли, благодаря чему был налажен выпуск лабораторного оборудования и приборов для советских авиапредприятий.



Завод в Дессау (современные фотографии):  
1 - проходная; 2 - заводоуправление; 3 - жилой дом

# "CADREVIEW VIP 2007 - ТЕХНОЛОГИИ САПР"



Группа компаний Arbyte провела в середине октября конференцию "CADreview VIP 2007", собравшую авторитетных производителей аппаратных решений и разработчиков программного обеспечения и

руководителей отечественных машиностроительных предприятий, принимающих решения в области САПР. CADreview VIP выделяется на фоне других мероприятий, посвященных САПР. Главное ее отличие - широкий круг докладчиков и большое число рассматриваемых вопросов. На конференции были представлены многие участники как из мира САПР, так и из смежных областей. "В конференции участвуют ведущие специалисты со стороны заказчиков и поставщиков. Это создает хорошие условия для общения и обмена мнениями. Участники мероприятия имеют возможность в течение сжатого срока получить полную информацию о решениях САПР", - отметил управляющий директор Arbyte Олег Кукушкин.

Спонсорскую поддержку "CADreview VIP - Технологии САПР 2007" обеспечивали в этом году компании Microsoft, Intel, APC, ProCurve Networking, NEC Display Solutions, SGI, 3D Connexion, Avocent, NVIDIA/PNY Technologies. Помимо выступлений спонсоров на конференции были представлены продукты и решения таких компаний, как Autodesk, Dassault Systemes, Siemens PLM



Software, PTC, MSC Software, ANSYS, АСКОН, "Топ Системы", EMT P, LANDesk, APC, "Сторус". Двухдневная деловая программа конференции включала информационно-аналитический обзор рынка

САПР, представленный в выступлениях нескольких докладчиков, обширную техническую тематику докладов, посвященную вопросам комплексной автоматизации крупных промышленных предприятий и холдингов, выставку программно-аппаратных решений, тематические встречи.

Автоматизация труда проектировщиков представляет собой комплексную задачу, требующую помимо внедрения современных технологий для конструкторско-технологической подготовки производства и управления инженерными данными, а также взаимодействия с системами управления предприятием, разработки управляющих программ и еще много другого. Организаторы постарались представить вниманию слушателей полный спектр технологических решений, используемых современными предприятиями при разработке изделий.

Особенностью, характерной для многих докладов и отражающей новый этап освоения российской промышленностью современных решений по автоматизации конструкторско-технологической подготовки производства, было то, что докладчики активно опирались в своих выступлениях на практический опыт внедрения проектов автоматизации на отечественных предприятиях. Так, заместитель генерального директора по развитию ЗАО "Вагонмаш" Святослав Афанасьев поделился с коллегами опытом внедрения системы управления инженерными данными на одном из старейших производственных предприятий страны. Предприятие испытывало большую потребность в повышении качества инженерной подготовки производства в связи с переходом на выпуск мелких и средних партий.

Внедрение современных CAD- и PDM-систем рассматривалось предприятием в качестве "единственного способа выживания в условиях усиливающейся конкуренции, в том числе и иностранной, на рынке железнодорожного машиностроения".

Комплексный подход к решению вопросов автоматизации производственной деятельности, предлагаемый организаторами конференции, имел свое выражение, в частности, в освещении такого остро актуального для российских предприятий вопроса, как финансирование IT-проектов, которые в области САПР являются, как известно, весьма затратными. С выступлением на эту тему на конференцию CADreview уже традиционно приглашается ведущая европейская лизинговая компания CHG Meridian, рассказывающая о преимуществах использования лизинговых схем, значительно облегчающих бремя финансовых затрат на приобретение ПО и оборудования при внедрении проектов автоматизации.

В рамках конференции в демонстрационной зоне была развернута выставка аппаратно-программных комплексов, о которых рассказывалось в докладах выступавших. Присутствовавшие гости могли с ними подробным образом ознакомиться и задать все интересующие вопросы их разработчикам.

Остается надеяться, что для присутствовавших участие в конференции "CADreview VIP - Технологии САПР 2007" послужит хорошим поводом для начала работы над проектами автоматизации на предприятиях.



# О ВЫБОРЕ ОБОРУДОВАНИЯ И ПОСТАВЩИКА

Филипп Богомолов

Сегодня ни одно машиностроительное предприятие не может обойтись без современного оборудования. Но, к сожалению, отечественное станкостроение удовлетворить новые требования не в состоянии. Как правило, российские производители вынуждены покупать импортное оборудование, обращаясь к представителям иностранных компаний или различного рода посредникам. Чаще при этом мы получаем то, за что платим наши деньги, но, тем не менее, от проблем это нас не убергает. Недавно я побывал в компании ООО ПТП "Поршень" и то, что услышал от сотрудников, меня поразило. Надеюсь, что этот рассказ поможет избежать проблем руководителям предприятий, размышляющим, какое оборудование приобрести и у какого поставщика.

Речь идет о крупном машиностроительном предприятии Поволжья, специализирующемся на изготовлении резервуарного оборудования и устройств слива-налива для нефтяной и газовой промышленности (подробности: [zavod34.ru](http://zavod34.ru)). Естественно, без станков особой точности не обойтись. Под очень серьезные операции компания выбрала 5-координатный фрезерный центр Kitamura Mytrunnion. От московско-воронежской фирмы-посредника "Солвер" они получили спецификацию, в которой значилась точность наклона оси - А 0,001°. Это как раз то, что устраивало. Летом 2005 г. заключили контракт, ждали свой новый станок, предвкушая радость от доходов, которые должны были получить при успешном внедрении этой новинки. Какие, казалось бы, сомнения, ведь сотрудники из компании "Солвер" - такие серьезные и солидные люди, так убедительно уверяли в правильности выбора.

Проблемы начались сразу после пуско-наладочных работ. Первые же тесты показали, что в лучшем случае точность угла 0,0045° - в пять раз хуже! Заказчиков это не устраивало, потому что детали, которые предполагалось обрабатывать на этом станке, должны были изготавливаться именно с точностью 0,001°. Когда заказчики обратились к поставщикам, то серьезность и обходительность последних тут же куда-то подевалась! Около двух лет заказчиков из Поволжья кормили обещаниями, а потом и вовсе стали игнорировать. Те обратились к фирме-изготовителю. Сначала связались с немецким филиалом Kitamura Mytrunnion. Только в июле 2007 г. (!) в сопровождении посредников из "Солвера" приехал "японский дядя" К. Коизуми. Японец за четыре дня убедился в том, что угловая точность не превосходит 0,0045°, но пояснил, что она такая и должна быть. Оказывается, те рекламные данные в проспектах "Солвера" и в договоре купли-продажи содержали "ошибку перевода с японского". Весело! Вот открытие! Через два года обнаружилась маленькая ошибочка - в 5 раз! Всего-то!

Хорошо, раз уж так, - исправляйте! Верните деньги, заберите свой станок. Обошлось это чудо техники в \$ 547 316, более полу-миллиона долларов! И это еще не все, ведь, покупатель станка из-за "недоразумения" не выполнил условия договоров собственных заказчиков. Разумеется, они потребовали выплаты штрафов, неустоек. От "Солвера" же, на данный момент, мы не получили ни копейки! Конечно, придется бороться уже в судебном порядке. Но вопрос даже не в хозяйственном споре. Совершенно очевидно, что руководство "Солвера" не могло не понимать, что намеренно вводит покупателя в заблуждение. А это уже уголовное дело! Может быть, с другими покупателями преднамеренный обман "Солверу" с рук сходил, но сотрудники приволжского предприятия уверяют, что с ними этот фокус не пройдет!

"Солвер" (solver) по английски - это тот, кто что-то решает. Проблемы обманутых заказчиков "Солвер" не только не решил, но и создал массу других. Честнее было бы переименовать "Солвер" в "Читер" (cheater). Так теперь их называют на заводе "Поршень".

К сожалению, "Солвер" не одинок. В ноябре прошлого года "Поршень" заключил договор с фирмой-посредником "Галика" на поставку фрезерного центра "Микрон" НМР1850U. По договору заказчики должны были получить станок в конце июня 2007 г. В июле "Поршень" планировал задействовать новый "Микрон" в технологическую цепочку по изготовлению оснастки для их заказчика. Однако получили станок только в сентябре - задержка на 3 месяца! Заказ был сорван, "Поршень" должен был выплатить заказчику пени в размере 8,08 млн руб., а также штрафы - 8,7 млн рублей. Т.е. 16,7 млн рублей - убытки в виде реального ущерба из-за неоправданной просрочки поставки. Но это только половина беды: станок был доставлен без жесткой упаковки, что является грубым нарушением условий контракта. При погрузо-разгрузочных операциях станок, естественно, получил многочисленные повреждения, многие его части деформировались. Перед отгрузкой швейцарская фирма не удосужилась помыть и почистить станок: в баке обнаружился остаток эмульсии, стружка! Подумали, вероятно, что этим русским... и так сойдет. Конечно, поставленное с таким демонстративным пренебрежением к покупателю оборудование не могло поступить комплектным. И действительно, в станке не хватало многих частей; в частности, заказчику "забыли" отправить центральный опорный башмак. На соответствующих частях станка отсутствовала консервирующая смазка, что привело к образованию ржавчины. В таком виде получить новый импортный станок "Поршень" никак не ожидал, хотя опыт покупки импортного оборудования у предприятия уже имелся.

Претензии "Поршня" встретили ...раздражение (!) сотрудников "Галики". Конечно, ведь русские должны были благодарить, что хоть синтетической "рогожкой" станок обернули! Ведь могли и без нее -

"внвал" доставить! Радуйтесь, что хоть такое привезли! Благодарители... О замене негодного станка они и слышать не захотели, тем более о компенсации потерь. Такая мысль их не столько возмутила, сколько позабавила. Подумаешь, на квартал задержали, другим и на год с лишним задерживали (известно несколько таких случаев!) - и ничего! С вежливостью и солидностью, понятно, как в отношениях с "Солвером". Вот так!

Думаю, завод "Поршень" будет добиваться справедливости и своего добьется. Возможно, кого-то такие ситуации насторожат и уберегут от ошибок. Тем более, не все так плохо на



Это то, что на языке "Галики" называется экспортной упаковкой. Стропачные ремни давили на защитную кабину, деформировав и повредив ее во многих местах

рынке оборудования. Есть порядочные поставщики, хорошее надежное оборудование. Без проблем поставляются и отлично работают электроэрозийные станки "Содик". Точно выполнила свои обязательства фирма Knuth: "Поршень" очень доволен их ленточнопильным порталным станком. Были проблемы со "Средневолжским станкостроительным заводом", но их решили по-джентельменски, к обоюдному удовлетворению сторон.

Опыт "Поршня" наглядно дает понять, что доверять в выборе оборудования нужно с предельной осторожностью. Те горе-посредники, о которых рассказано выше, очевидно, хорошей репутацией не пользуются. А ведь доверие потерять очень легко, но восстановить практически невозможно. Уверен, что этот рассказ о негативном опыте буде полезен руководству подобных машиностроительных предприятий. Будьте осторожны!!!

# ПЕРСПЕКТИВЫ

# АВТОПРОМА



Традиционно завершая календарный год, на этот раз 2007-й, автомобильная общественность подвела итоги проделанной работы, проанализировала основные тенденции в отечественном автопроме на очередной - XVI Международной автомобильной конференции. Состоялась она 19 декабря в конференц-зале Торгово-промышленной палаты, и, как всегда, ее организатором стало ОАО "Автосельхозмаш-холдинг".

Открыли конференцию два сопредседателя: М.Н. Добындо, председатель Комитета ТПП РФ по предпринимательству в автомобильной сфере, и И.А. Коровкин, исполнительный директор Объединения автопроизводителей России.

Автомобильная промышленность России - ведущая отрасль машиностроения (23,8 %) - это более 250 крупных и средних предприятий, на которых занято 600 тыс. человек, а с учетом смежных отраслей - более 5 млн человек. С другой стороны, доля автопрома России в мировом выпуске автомобилей составляет всего 2,2 %.

В 2007 г. в России продано 2,7 млн легковых автомобилей. Много? Да. Рост по сравнению с 2006 г. составляет 28%! Но составляющие этого роста достаточно удручающие для старейших отечественных предприятий - их вклад составляет всего 800 тыс. авто (рост на 7,2%). При этом организованная на территории России промышленная сборка иномарок в этом году выдала "на гора" уже 400 тыс. авто (рост на 58%). Импорт новых иномарок достиг 1,1 млн (рост на 50%). Расширяется ввоз поддержанных иномарок - 400 тыс. штук (на 25%). Таким образом, потребности внутреннего рынка сегодня на 55% обеспечиваются импортными поставками. Обеспечиваются, но не удовлетворяются. И, по оценке специалистов, в ближайшие годы данная тенденция сохранится.

Такое состояние отечественного автопрома подталкивает как западных, так и восточных производителей к активным действиям. Громадный, постоянно растущий российский рынок стал лакомым кусочком. Именно поэтому в Восточной Европе (Чехии, Словакии, Польше) строятся заводы по производству автомобилей и их компонентов для последующего экспорта, прежде всего, в Россию. На наш рынок нацелены компании и из тех стран, куда мы сами некогда поставляли автомашины: Китай, Индия и даже Иран. Особенно "агрессивную" политику проводят китайские производители. Это заметно не только по присутствию на всевозможных выставках и автофорумах, где экспозиции КНР год от года занимают все больше и больше места, но и по стремительному росту количества китайских машин на отечественных дорогах. Попытка успокоить себя невысоким качеством их автомоби-

лей обманчива: мы упускаем время, а конкуренты, тем временем, совершенствуют свои технологии.

Предполагается, что к 2010 г. российский рынок сможет поглотить 3,2 млн легковых машин, а мощности традиционных автопроизводителей и предприятий, работающих на условиях "промышленной" сборки, смогут обеспечить производство и выпуск только 1,7 млн авто, что приведет к необходимости импорта полутора миллионов машин, в т.ч. и китайских, испанских и др.

Столь же плохо обстоят дела и с грузовыми автомобилями, или, как сейчас принято называть, коммерческим транспортом. Если в 2002 г. экспорт и импорт грузовиков был приблизительно равным - 11,5 (экспорт) и 10,3 тыс. (импорт), то в этом году будет 60,2 и 89,5 тыс., соответственно. Всего же всеми предприятиями на территории России будет произведено 282,5 тыс. грузовых машин. Такое положение особенно тревожно в связи с тем, что российская армия ориентируется только на отечественные автомобили.

Устранение проблемы путем строительства новых предприятий, ориентированных на промышленную сборку, может, конечно, решить вопросы наполнения рынка, но это не обеспечит роста (ориентировочно на 10%) производства валового внутреннего продукта. В перспективе наша

страна будет тратить значительную часть средств, полученных от продажи энергоносителей, на закупку автокомпонентов и, прежде всего, двигателей.

Выход видится в одновременном строительстве как сборочных заводов (а ими, по существу, являются производители всех известных мировых брендов), так и заводов по производству автокомпонентов, причем недалеко от сборочных линий. В свое время по этому принципу был построен завод в Тольятти. Нужно строить новые предприятия, но для этого требуются политическое решение руководства государства и финансовая поддержка с его стороны. Пока же правительство только начинает искать подходы к решению проблем автопрома России.



Автомобили из Китая



Двигатель из Китая

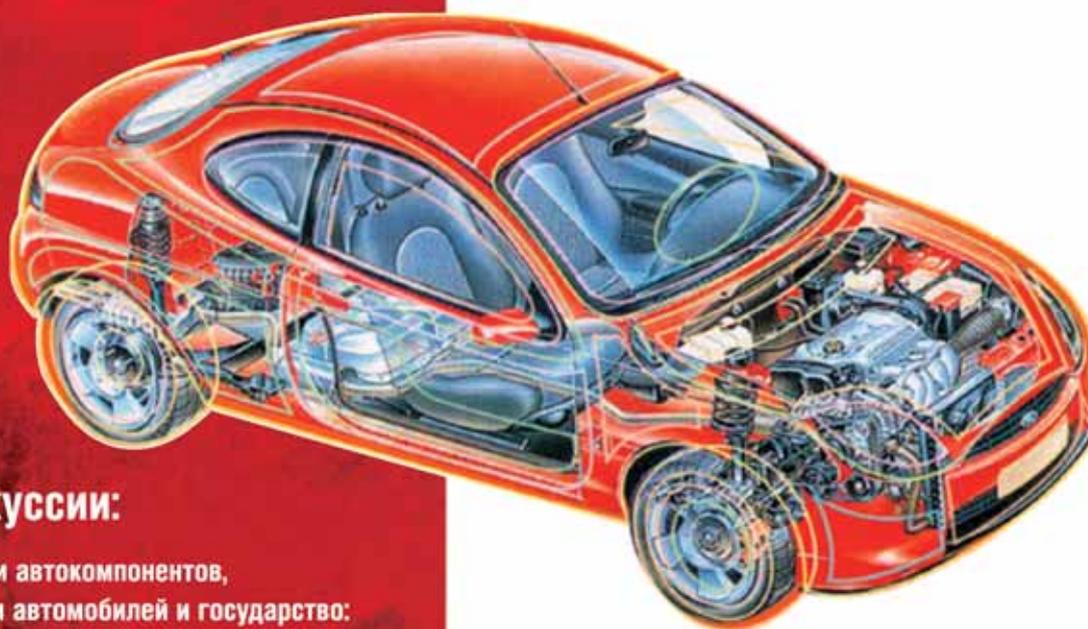
Соб. инф.

# Московский международный форум

## АВТОКОМПОНЕНТЫ 2008

### Развитие производства автокомпонентов в России

29 февраля 2008 года



#### Темы дискуссии:

- Производители автокомпонентов, производители автомобилей и государство: условия эффективного взаимодействия
- Оценка российского рынка автокомпонентов, тенденции его развития до 2020 года и перспективы интеграции в мировое производство
- Возможности отечественных отраслей металлургии, химии, нефтяной и других смежных отраслей для создания в России производства автокомпонентов на уровне мировых стандартов
- Механизмы привлечения инвестиций и создания совместных предприятий или иных форм сотрудничества в автокомпонентной отрасли



Комитет ТПП РФ по предпринимательству  
в автомобильной сфере  
ОАО "Автосельхозмаш-холдинг" (ОАО "АСМ-холдинг")  
Государственный научный центр РФ "НАМИ"  
Объединение автопроизводителей России ("ОЛР")  
приглашает Вас принять участие  
в Первом Московском международном  
форуме "Автокомпоненты - 2008"

Идея форума и его концепция одобрены и поддержаны Минпромэнерго России, Минэкономразвития России, Торгово-промышленной палатой РФ.

Форум призван объединить усилия политиков, бизнесменов, ученых, инвесторов, промышленников и предпринимателей в формировании цивилизованной бизнес-среды, способствующей созданию в России производства автокомпонентов на уровне мировых стандартов.

В качестве докладчиков для участия в форуме приглашены руководители органов законодательной и исполнительной власти Российской Федерации, ведущие менеджеры отечественных и зарубежных фирм, ученые.

[www.asm-holding.ru](http://www.asm-holding.ru)  
e-mail: [inf@asm-holding.ru](mailto:inf@asm-holding.ru)

# ТУРБУЛЕНТНОСТЬ НАВЬЕ-СТОКСА

Юрий Михайлович Кочетков, д.т.н.



“Огней блистанье, пенье струй...” Музыкальный фонтан в Царицино

Турбулентное течение жидкости и газа наиболее полно описывается системой дифференциальных нелинейных уравнений второго порядка Навье-Стокса. На протяжении столетий эти уравнения подвергаются пристальному анализу при изучении турбулентности в реальных устройствах, аппаратах и энергодвигательных установках. Практическую значимость этих уравнений трудно переоценить. Они являются уникальным инструментом прогноза гидро- и газодинамических процессов в сложных системах работающих на реальных жидкостях и газах. Анализ этой системы дает возможность предсказания характера сложных турбулентных течений в различных ситуациях, не имеющих заранее наработанного экспериментального задела. При создании новой техники на последнем этапе теоретической проработки проводится расчет системы уравнений Навье-Стокса в полной постановке. В силу своей универсальности эта система еще долгое время будет базисом математического аппарата газовой динамики и одного из ее важнейших разделов - турбулентности.

Векторное уравнение Навье-Стокса наиболее адекватно описывает особенности турбулентного движения жидкости и газа в сложных каналах и при обтекании пространственных аэродинамических форм. В общем виде оно записывается как равенство субстанциональной производной скорости силам давления и вязкостным напряжениям:

$$\frac{d\vec{V}}{dt} = \frac{1}{\rho} \text{grad } P + \nu (\Delta \vec{V} + \frac{1}{3} \text{grad } \text{div} \vec{V})$$

Ранее проведенный анализ ("Двигатель" № 3(51), 2007) свидетельствует, что основными причинами турбулентного движения являются градиент статического давления и вязкостное трение. При этом одновременное или независимое воздействие каждого из них описывает четыре составляющие сложного турбулентного движения: поступательную, колебательную, вращательную и торсионную.

Обе названные причины возникают в результате натекания потока на препятствие. В случае плазмы "препятствием" может быть электромагнитное поле. Макро- и микропрепятствия в виде геометрических тел и поверхностных неровностей формируют



Симеон Дени Пуассон 1781-1840

нормальные и касательные напряжения в среде, порождают массовые и поверхностные силы, приводящие к образованию сложных газодинамических структур.

В настоящее время отсутствуют аналитические решения векторного уравнения Навье-Стокса в полной постановке. Исключение составляет весьма ограниченная область случаев идеализированных течений, полученных после существ-

венных упрощений общего векторного уравнения. Тем не менее, эти случаи подтверждают правильность основных положений теории для сплошных сред и в идеализированных ситуациях обеспечивают совпадение с экспериментами (течение Гагена-Пуазейля, плоский пограничный слой, течение Павельева ("Двигатель" № 5(53), 2007)) и др.

Уравнение Навье-Стокса долгое время было и является основным инструментом изучения сложного турбулентного движения жидких и газообразных сред. Оно позволяет предсказывать сложные турбулент-

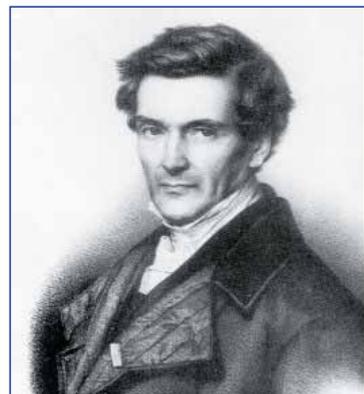


Пьер Симон Лаплас 1749-1827

ные процессы и является универсальным. Многие великие ученые прославились, работая на этом поприще. Используя специальные молекулярные гипотезы относительно свойств реальных газов, уравнения движения вязкого газа выводили: в 1821 г. - Навье, в 1831 г. - Пуассон и в 1843 г. - Сен-Венан. Основы учения о движении вязкой жидкости получили свое завершение в 1845 г. в работах Стокса, который сформулировал закон линейной зависимости напряжений от скоростей деформаций, представляющий обобщение простейшего закона Ньютона, и дал в окончательной форме уравнения пространственного движения вязкой жидкости, получившие наименование уравнений Навье-Стокса.

Уравнения Навье-Стокса всегда были предметом пристального внимания при изучении не только турбулентного течения, но и чисто математических проблем, связанных с решением такого класса систем уравнений и определением областей их устойчивости. Являясь инструментом прогноза, векторное уравнение остается единственной базой, на которой строятся практически все смежные газодинамические теории. При анализе уравнения Навье-Стокса удается разобраться с природой турбулентного движения сплошной среды и получить ответы на многие практические вопросы.

Применительно к условиям несжимаемой среды (дозвуковые течения и течения жидкостей) векторное уравнение Навье-Стокса приобретает достаточно простой вид, что позволяет его классифицировать с математической точки зрения как адекватную систему уравнений второго порядка с существенной нелинейностью. Вид этой сис-



Гюстав Гаспар Кориолис 1792-1843

темы, в зависимости от решаемой задачи, может трансформироваться. Например, для описания волнового движения рабочего тела с постоянной энтропией уравнения становятся гиперболическими и в одномерном приближении приобретают вид уравнения колеблющейся струны:

$$u_\tau - a^2 u_{xx} = 0.$$

Для описания пограничного слоя в случае одномерного вязкого течения с постоянным давлением используются уравнения Навье-Стокса в форме уравнения Бюргерса  $V_\tau + V \cdot V_x = \nu \cdot V_{xx}$ , которое после подстановки Коула-Хопфа становится уравнением параболического типа и приобретает вид уравнения теплопроводности:

$$\varepsilon_\tau = \nu \varepsilon_{xx}$$

где  $V = -2\nu \varepsilon_x / \varepsilon$ .

Классическое уравнение Бюргерса имеет локализованные решения в виде солитонов и описывает ударные волны с вязкой структурой и их неупругие взаимодействия.

Особый интерес представляет класс эллиптических уравнений. Среди них - уравнение, описывающее потенциальное течение:

$$\Delta \varphi = 0,$$

где  $\Delta \varphi$  - лапласиан от скалярной величины - потенциала скорости потока. Течение в этом случае безвихревое, невязкое.

Заслуживает внимания еще одно уравнение:

$$\Delta \vec{V} = 0,$$

где  $\Delta \vec{V}$  - лапласиан от вектора скорости. Течение в этом случае дисторсионное ("Двигатель" № 3 (51), 2007) и характеризуется отсутствием кручения потока.

Далее изложим еще один важный частный случай эллиптического класса уравнения Навье-Стокса. Для этого субстанциональную производную представим в виде частных производных и применим к ним преобразование Ламба - Громеки:

$$\frac{\partial \vec{V}}{\partial \tau} - [\vec{V} \text{rot} \vec{V}] = -\text{grad} \left( \frac{V^2}{2} + \frac{P}{\rho} \right) + \nu \Delta \vec{V}.$$

Поскольку структура турбулентного течения представляет собой строго упорядоченную систему взаимно влияющих друг на друга линий тока, сформированных в зависимости от внешних условий, но не допускающих пересечений между собой, то вдоль каждой такой линии правомочным является уравнение Бернулли. В отличие от пульсационной гипотезы, когда уравнение Бернулли применять несправедливо, членом уравнения Навье-Стокса, содержащим градиент полного давления, можно пренебречь, и тогда для стационарного случая течения уравнение может быть представлено в простом виде:

$$-[\vec{V} \text{rot} \vec{V}] = \nu \Delta \vec{V}.$$

Переписывая его в традиционном каноническом виде и вводя

угловую скорость движения  $\vec{\omega} = \frac{1}{2} \text{rot} \vec{V}$ , получаем:

$$\Delta \vec{V} = \frac{2[\vec{\omega} \vec{V}]}{\nu}.$$

В скалярном виде каждая из зависимостей представляет собой уравнение Пуассона.

Проанализируем полученное уравнение. Векторное произведение справа является ускорением Кориолиса, поделенным на кинематическую вязкость. Его вектор направлен по правилам векторного произведения: одновременно перпендикулярно скорости  $\vec{V}$  и вектору  $\text{rot} \vec{V}$ . Становится понятной причина возникновения силы в поперечном направлении. Это - сила Кориолиса. Теперь можно объяснить желание исследователей интерпретировать ее как



"Дым столбом стоит над крышей, -то-то тяга хороша". А.Т. Твардовский.  
"Ленин и печник"

силу, порождающую случайное пульсационное движение молекул среды.

Очевидно, что сила Кориолиса может быть мерой турбулентности и поэтому ее целесообразно сравнить с величиной максимальной турбулентности, а именно с ламинарностью. То есть необходимо сравнить возникающие поперечные усилия с тепловыми характеристиками хаотического движения, реализующимися в условиях критических параметров потока. Для этого приведем к безразмерному виду левую и правую части полученного уравнения. Отнесем величину скорости потока к скорости звука в критическом сечении  $a_{кр}$ , а линейную координату - к радиусу критического сечения  $r_{кр}$ :

$$\Delta \vec{\lambda} = \frac{\vec{w}_x r_{кр}^2}{\nu a_{кр}} = \frac{\vec{w}_x \rho r_{кр}}{\mu a_{кр}} = \frac{\vec{\sigma}_x}{r_{кр}},$$

где  $\vec{\lambda}$  - вектор безразмерной скорости;

$\vec{w}_x$  - ускорение Кориолиса.

Введем важный безразмерный параметр, который может служить критерием турбулентности потока. Он выражается как безразмерное отношение напряжений Кориолиса, направленных поперек потока, и акустических (тепловых) напряжений при критических параметрах рабочей среды:

$$\vec{K} = \frac{\vec{\sigma}_x}{\mu a_{кр} r_{кр}}.$$

После этого векторное уравнение Навье-Стокса приобретает вид  $\Delta \vec{\lambda} = \vec{K}$ .

Система эквивалентных скалярных уравнений

$$\Delta \vec{\lambda} = \Delta \lambda_x i + \Delta \lambda_y j + \Delta \lambda_z k$$

является системой уравнений Пуассона, аналитические решения которых существуют в виде ньютоновых потенциалов, например:

$$\lambda_x(x, y, z) = -\frac{1}{4\pi} \int \frac{\Delta \lambda_x}{r} dV,$$

где  $r$  - расстояние между двумя любыми соседними точками, принадлежащими объему  $V$ , по которому производится интегрирование.

В предыдущей статье ("Двигатель" № 3(51), 2007) было показано, что величина  $\Delta \vec{V}$  характеризует кручение потока и в общем случае является характеристикой торсионного поля.

Очевидно, что отношение  $\left(\frac{\vec{w}}{\nu}\right)$  также может считаться характеристикой этого поля. Формальное отсутствие ускорения Кориолиса указывает на то, что течение является дисторсионным, а незначительная вязкость говорит о том, что течение сильно закручено (турбулизовано).

Из сопоставления параметров, характеризующих кручение, можно получить удобное для практики выражение ускорения Кориолиса:

$$\vec{w}_x = -4\nu \vec{\Omega} = -\nu \text{rot} \text{rot} \vec{V}.$$

Из зависимости видно, что вектор кручения  $\vec{\Omega}$  направлен в сторону, противоположную ускорению Кориолиса.

Проведенный анализ уравнения Навье-Стокса указывает на эффективную возможность теоретического исследования сложного турбулентного течения путем разложения его на элементарные виды движения, представленные в лингвистической форме отдельных независимых членов данного уравнения. □



"...и пробка в потолок, вина кометы брызнул ток".  
А.С. Пушкин. Евгений Онегин

# РАЗВИТИЕ ЭКРАНОПЛАННОГО ТРАНСПОРТА

Виктор Георгиевич Сергеев

(Окончание. Начало в № 4, 5 - 2007)

## Часть 3. Стадии развития экранопланного транспорта с точки зрения понимания физики и особенностей экранного эффекта

В настоящее время развитие экранопланов достигло уровня серийного производства только в классе 1.1 эксплуатации над поверхностью воды. Но даже для достижения такого уровня потребовалось более 40 лет: от испытаний в 1935 г. первого известного широкой публике аппарата, предназначенного для эксплуатации над экраном (аэросани финского инженера Т. Каарио) до выпуска малой серии экранопланов (Х-114, ТАВ-7, десантных экранопланов "Орленок"). Это связано со сложностью научно-технических проблем, обусловленных сильной нелинейной зависимостью аэродинамических характеристик от одного параметра - высоты полета над экраном. До настоящего времени практически вся известная транспортная техника работает в условиях линейной зависимости основных характеристик от параметров с ограничением выхода на нелинейные характеристики, как опасные для эксплуатации.

Экранопланный транспорт работает в условиях существенно нелинейной зависимости основных характеристик от параметров, и поэтому является новым видом техники. Начальный этап развития нового вида техники, соответствующий определенной стадии его жизненного цикла, с точки зрения глубины познания (понимания) используемых в данном виде техники и взаимодействующих между собой законов природы (что в философии техники получило название "техническая закономерность", а для вида техники - "видовая техническая закономерность") можно разделить на несколько стадий. Каждая из них характеризуется изменением глубины познания видовой технической закономерности, проявляющейся в соответствии (совпадении) параметров созданных объектов техники к соответствующим параметрам в проектах, т.е. в соответствии теории практическим результатам. При этом различия в способах реализации видовой технической закономерности приводят к возникновению классов техники.

**Первая стадия** - возникновение и осознание обществом потребности, зарождение идей, попытки их воплощения в техническом

объекте, формирование видовой технической закономерности, создание первого испытанного действующего объекта техники.

**Вторая стадия** - накопление идей реализации видовой технической закономерности, попытка их осуществления методом проб и ошибок, копирования и подобию, создание экспериментального объекта техники, в котором решены основные проблемы видовой технической закономерности, и который в дальнейшем признается "классическим".

**Третья стадия** - широкое научно-техническое исследование видовой технической закономерности, выявление проблем и создание экспериментальных объектов техники, создание серийного объекта техники.

**Четвертая стадия** - серийное производство объектов техники, выявление и изучение возможных областей применения и условий эксплуатации, создание теории и норм (правил) проектирования вида техники, создание нового класса вида техники.

**Пятая стадия** - расширение областей применения и условий эксплуатации вида техники путем создания серийных образцов ее новых классов.

Стадии развития экранопланного транспорта с точки зрения глубины понимания сущности экранного эффекта и решения основных научно-технических проблем представлены в таблице 1.

Таким образом, с точки зрения понимания видовой технической закономерности экранопланный транспорт в настоящее время находится на переходе от четвертой к пятой стадии развития.

## Часть 4. Перспективы развития экранопланного транспорта

Как показано на универсальной транспортной диаграмме, объективными причинами возникновения экранопланного транспорта являются высокие скорости передвижения  $V$  и большое аэродинамическое качество  $K$ . При этом параметры  $K$ ,  $V$  существенно зависят от условий эксплуатации.

Повысить эффективность использования экранного эффекта можно путем уменьшения относительной высоты поле-

Стадии развития экранопланного транспорта.

Стадия развития	Период времени	Характер и интенсивность публикаций	Созданные образцы	Особенности образцов
1	Конец XIX века - 1935 г.	Эпизодические статьи, 1920-29 гг. - 9,1 пат./год, 1929-35 гг. - 14,2 пат./год;	Аэросани Т. Каарио (Финляндия)	Использование частичной аэродинамической разгрузки в связи с отсутствием устойчивости у экрана
2	1936-1965 гг.	Теоретические и экспериментальные исследования, проекты; 1935-1960 гг., 8 пат./год (без СССР), 0,2 ап./год 1960-64 г. 30,5 пат./год, 4 ап./год	СМ-2П (СССР, 1963 г., 6,3 т); Х-112, (США, 1965 г., 0,4 т); КМ (СССР, 1966 г., 540 т)	Классическая самолетная компоновка с поддувом, на Х-112 - крыло типа Липпиша
3	1966-1996 гг.	Широкие научно-технические исследования особенностей экранного эффекта и возможностей его реализации. 20,6 пат./год (без СССР) и 1,5 апп./год	"Орленок" (СССР, 140 т., 1972, 1978, 1979, 1980 гг.); ТАВ-7 (ФРГ, 1,6 т, 1982 г.); Х-114Н (ФРГ, 1,75 т, 1984 г.); Лунь (СССР, 400 т, 1987 г.); Амфистар (РФ, 2,1 т, 1996 г.) - первый в мире сертифицированный гражданский экраноплан.	Выполнение взлета с воды, полеты вблизи экрана ("Орленок", ТАВ-7), с ограниченным маневрированием на высотах со слабым действием экранного эффекта (Х-114). Начало серийного изготовления экранопланов типа А
4	1996 г. - по настоящее время	Создание и введение в действие "Правил классификации и постройки экранопланов типа А" (РФ, РМРС, 1998 г.), введение в действие "Временного руководства по экранопланам" (ИМО, 2002 г.), "Правил классификации и постройки экранопланов" РРР. 12,8 пат./год, 2 апп./год	Сертифицированные экранопланы "Волга-2" (РФ, РРР, 2,8 т), FS-8 (Австралия-Германия-Сингапур, ИМО, 1998 г., 3,6 т), Китай, создание линии с регулярной эксплуатацией экранопланов (1998 г., Китай, 7 т); экранолет ЭЛ-7 "Иволга" (РФ, 3,4 т, полеты с 1999 г.)	Создание экспериментальных и серийных образцов типа А. Создание экспериментальных образцов типа В для полетов вблизи и вдали от экрана

Таблица 1.

та, что требует увеличения размеров экранопланов, а также за счет создания экранопланов-поездов, предназначенных для движения над специально спрофилированным твердым экраном, выполняющим функцию направляющих (рис. 2).

Большинство созданных экранопланов реализуют повышение эффективности использования экранного эффекта путем уменьшения относительной высоты эксплуатации над водной поверхностью. Представленные в [1...5] сведения могут быть использованы для аэродинамического расчета, определения границ и характеристик устойчивости и оценки основных летно-технических характеристик при проектировании экранопланов. Но, в связи с сильной зависимостью основных аэродинамических характеристик от высоты над экраном, необходимо проводить модельные эксперименты в необращенном движении (гидроканал, буксировочные тележки, треки) и в обращенном движении (аэродинамические трубы).

Как показано в книге [1], созданные экранопланы могут эпизодически эксплуатироваться и над ровной твердой поверхностью без резкого перепада высот микрорельефа и уклоне до  $5^\circ$ . Использование поддува струй газа под корпус (крыло) в маршевом режиме движения, реализованное на экранопланах "Амфистар", "Акваглайд" и "Волга-2", расширяет область эксплуатации аппаратов на воздушной подушке в сторону увеличения скорости движения и аэродинамического качества. В маршевом режиме поддув обеспечивает разгрузку на 10...15% веса, остальная разгрузка осуществляется за счет аэродинамической силы, обусловленной экранным эффектом. Возникающая при поддуве динамическая воздушная подушка "поднимает" экраноплан из воды, что снижает гидродинамическое сопротивление на "горбе" сопротивления и позволяет значительно снизить потребную стартовую тяговооруженность при движении на воде. При этом очень важно, что для поддува и на маршевом режиме может использоваться единая силовая установка. На диаграмме показана область, соответствующая характеристикам  $K, V$  экраноплана "Волга-2".

Оснащение судов на подводных крыльях воздушным крылом, реализованное, например, на экраноплане "Циклон", увеличивает скорость движения (на экраноплане "Циклон" - до 180 км/ч) и аэродинамическое качество СПК до величин  $K = 12...14$ . В проектах транспортных амфибийных платформ ТАП-500 и ТАП-700 использование экранного эффекта и поддува для создания воздушной подушки обеспечивает аэродинамическую разгрузку на 75...80% и скорость движения 200...250 км/ч при аэродинамическом качестве  $K = 10...12$ .

Использование экранного эффекта экранолетами ЭЛ-7 "Иволга", "Стриж" и др. существенно увеличивает аэродинамическое качество при движении на экранных высотах по сравнению с "самолетными" высотами полета при тех же скоростях, что расширяет область использования катеров при больших, недоступных водоизмещающим судам скоростях движения.

В представленных примерах экранопланы и экранолеты частично обладают свойствами наземного, водного и воздушного транспорта, область использования которого они расширяют. Это обстоятельство предопределяет разнообразие компоновочных решений экранопланов, с заимствованием технических решений от транспорта-прототипа, отражающих условия эксплуатации. Так, экраноплан "Волга-2" увеличивает качество быстроходных глиссирующих судов, катер-экраноплан "Циклон" увеличивает качество судов на подводных крыльях, проектные характеристики экранопланов ТАП-500, ТАП-700 обладают большими скоростями и качеством по сравнению с аппаратами на воздушной подушке, а экранолет ЭЛ-7 "Иволга" вблизи экрана имеет боль-

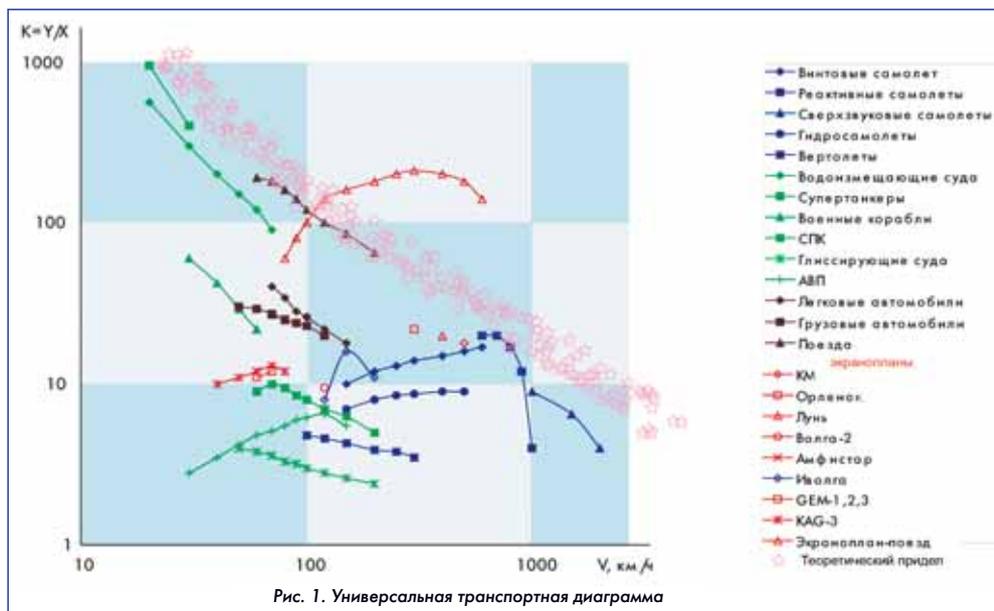


Рис. 1. Универсальная транспортная диаграмма

шее аэродинамическое качество по сравнению с винтовыми самолетами такой же размерности при равных скоростях полета.

При развитии экранопланного транспорта по пути повышения эффективности реализации экранного эффекта за счет создания специально спрофилированного твердого экрана, выполняющего функцию направляющих (экранопланы - поезда) основной задачей является повышение аэродинамического качества путем существенного уменьшения индуктивного сопротивления.

Максимальное снижение индуктивного сопротивления можно обеспечить путем предотвращения перетекания воздуха через зазоры между концами крыльев и стенками направляющих. Это позволяет повысить аэродинамическое качество до  $K = 100...150$ , приблизив его к качеству аэродинамического профиля вблизи экрана.

Такая величина качества сопоставима с сопротивлением величиной, обратно пропорциональной коэффициенту трения качения металла по металлу для поездов на железной дороге. Однако при увеличении скорости поезда к сопротивлению трения скольжения добавляется аэродинамическое сопротивление, которое на скорости более 200...300 км/ч становится основным. Кроме того, по мере увеличения скорости движения повышаются требования к жесткости и ровности пути, что заметно увеличивает капитальные затраты на возведение железнодорожных путей. Поэтому переход на бесконтактное движение поездов с использованием аэродинамических сил представляется перспективным.

Таким образом, использование экранного эффекта в системе "экраноплан-направляющие" может служить основой для создания транспортной системы, эффективность которой близка к рельсовому транспорту при авиационных скоростях полета, а себестоимость существенно ниже из-за низких капитальных затрат на подготовку направляющих (на которые действует нагрузка, примерно равная нагрузке на крыло экраноплана, т.е. 4000...5000 Н/м<sup>2</sup>).

Для создания конкурентоспособных экранопланов-поездов необходимо выполнить комплекс научно-исследовательских и экспериментальных работ. В частности, необходимо исследовать и разработать:

- поперечный профиль направляющих и конфигурацию экраноплана-поезда, способные обеспечить путевую и продольную устойчивость движения и реализацию высокой транспортной эффективности;
- аэродинамическую и конструктивную компоновку экраноплана-поезда, возможности повышения его аэродинамического совершенства;
- требования к компоновке экраноплана-поезда в системе "экраноплан-направляющие", а также к трассе и продольному профилю направляющих, прочности и ровности их поверхности.

**Тактико-технические характеристики опытного образца грузового экраноплана грузоподъемностью 20 тонн**

Характеристики ЭП-грузовика	Единица измерения	ЭП-грузовик	Примечание
Размах крыла	м	7	
Хорда крыла	м	14	
Длина ЭП	м	20	
Высота ЭП	м	4	
Площадь крыла	м <sup>2</sup>	100	
Взлетная масса	т	30	
Коммерческая нагрузка	т	20/22	ДВС/ТВД
Запас топлива	т	1	
Экипаж	чел	1-2	
Тип двигателей		Автомобильный ДВС Авиационный ТВД М-601	
Мощность двигателей	л.с.	2x600 - автомобильные 2x750 - ТВД	
Расход топлива	кг/100 км	40	
Скорость: крейсерская максимальная взлетная	км/ч	300 360 90	
Техническая дальность	км	2000	
Высота полета	м	0,1-1,5	
Производительность	т-км/ч	6000/6600	ДВС/ТВД
Удельный расход топлива	кг/т-км	0,005...0,008	
Затраты на строительство путей	млн руб./км	3...5	
Себестоимость: - с ДВС - с ТВД	млн руб.	8 20	Серийный экраноплан

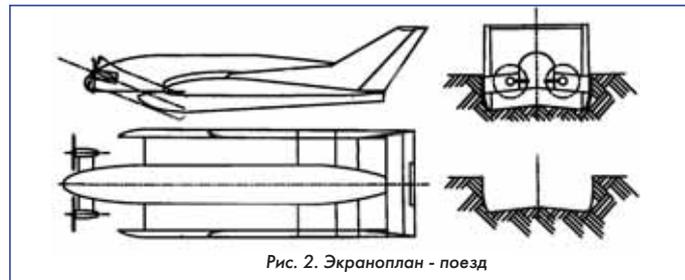


Рис. 2. Экраноплан - поезд

Оценка характеристик экспериментального экраноплана-поезда грузоподъемностью 20 т приведена в таблице 2.

Преимущества экранопланов-поездов, кроме высокой транспортной эффективности, обеспечиваются существенно меньшими затратами на создание путей-направляющих по сравнению с существующим железнодорожным полотном. Кроме того, в силу физики экранного эффекта неровности полотна, возникающие, например, в результате морозного пучения грунтов, или в зоне вечной мерзлоты, могут составлять до 30...50 см. Очевидно, что капитальные затраты на создание и обслуживание такой трассы, например, до Якутска, будут многократно ниже, чем для традиционного железнодорожного полотна.

Созданные стенды для экранопланов поездов будут использоваться при создании экраноплана-вездехода. Цель исследований - выявление физических принципов, обеспечивающих устойчивость, управляемость и приемлемые ходовые характеристики экраноплана, способного совершать полеты над поверхностью с нерегулярным микрорельефом, характеризующимся резкими изменениями относительной высоты в широком диапазоне  $h = 0,1 \dots 1,0$ . В результате проведения поисково-исследовательского цикла работ можно будет определить ряд обликов компоновки экраноплана-вездехода. При использовании ее, например, в сельскохозяйственном варианте, схема практически применима и имеет неоспоримые преимущества по сравнению с самолетами, вследствие существенно меньшего сноса химреактивов за границы поля, увеличения ширины обработки и снижения расхода топлива. Сравнение аэродинамических характеристик и устойчивости выбранных вариантов компоновок позволит сузить круг исследований до 1-2 компоновок, возможно, отличающихся используемыми физическими принципами обеспечения устойчивости (например, компоновочными методами и путем использования систем автоматического демпфирования и управления).

Очевидно, что реализация научно-исследовательских и экспериментальных работ в обеспечение создания экранопланов-вездеходов и экранопланов-поездов возможна при условии демонстрации преимуществ таких аппаратов перед существующими транспортными средствами. Для развития таких инноваций необходимо устойчивое финансирование начиная с НИЭР вплоть до начала серийного производства, и только после начала серийного производства транспортных систем затраты начнут окупаться и приносить прибыль. Однако, создатели таких транспортных средств займут лидирующие позиции на данных сегментах рынка, и обеспечат решение задач по созданию транспортной сети в регионах вечной мерзлоты или пучинистоопасных грунтов с многократно меньшими затратами по сравнению с существующим наземным транспортом. Публикация зарубежных патентов (патент КНР № 1222466, 1999 г., патент США №6216599, 2001 г. и др.) по экранопланам-поездам свидетельствует о проведении в зарубежных странах работ в этом направлении.

**Сможем ли мы себе такое позволить?**



**ЛИТЕРАТУРА**

1. Маскалик А.И., Колызаев Б.А., Жуков В.И. и др. Экранопланы. Особенности теории и проектирования. - С-Пб: Судостроение, 2000, с. 46.
2. Басин М.А. и Шадрин В.П. Гидроаэродинамика крыла вблизи границы раздела сред. - С-Пб: Судостроение, 1980 г.
3. Иродов Р.Д. Критерии продольной устойчивости экраноплана. - Ученые записки ЦАГИ, том 1, № 4, 1970.
4. Архангельский В.Н., Коновалов С.И. Расчетное исследование влияния параметров профиля на его аэродинамические характеристики вблизи экрана. - Труды ЦАГИ, вып. 2304, депонированная статья Д05841, 1983, с. 12...21.
5. Жуков В.И. Особенности аэродинамики, устойчивости и управляемости экраноплана. - М.: Издательский отдел ЦАГИ, 1997.
6. Бартини Р.Л. Транспорт будущего. Журнал "Советский Союз", 1970 г., вып. 12, с. 50, 51.
7. Колганов В.В и Сергеев. В.Г. Перспективы применения экранопланов в водном транспорте. Раздел 7.3.2. Проект "Ноосферные транспортные системы Сибири и Дальнего Востока", Новосибирск, 2002 г., Российская академия естественных наук, Академия транспорта России, Международная академия экологии и природопользования.

# О ЕДИНОЙ ПРИРОДЕ ТЕМНОЙ И СВЕТЛОЙ МАТЕРИИ

Михаил Яковлевич Иванов, д.ф.-м.н

**"Свою жизненную задачу я усматриваю в следующем: путем возможно более ясной, логически упорядоченной разработки результатов старой классической теории способствовать, поскольку это в моих силах, тому, чтобы в будущем не пришлось открывать заново многое хорошее и все еще пригодное, что, по моему убеждению, содержится в этой теории, как это неоднократно случалось в истории науки".**

Л. Больцман, "О развитии методов теоретической физики в новейшее время".

Гравитирующую материю нашей Метагалактики (видимой Вселенной) принято делить на два основных класса: люминесцирующую Светлую Материю (СМ), которую можно регистрировать с помощью электромагнитного излучения (в различных диа-

пазонах частот), и нелюминесцирующую Темную Материю (ТМ), которая не излучает (ни в одном диапазоне частот) и может быть зарегистрирована только благодаря своему гравитационному воздействию на окружающую светлую

"стандартных" моделей) не увенчались пока успехом. В то же время экспериментальные достижения науки второй половины XX века позволяют с позиций "старой классической теории" предложить единый теоретический подход к описанию природы темной и светлой материи. Отметим те основные принципиальные экспериментальные достижения, на которые будет опираться излагаемая ниже единая теоретическая модель.

Это, прежде всего, зарегистрированное в 1965 г. американскими радионастроителями А. Пензиасом и Р. Вильсоном Космическое микроволновое фоновое излучение (КМФИ), так называемое "свечение вакуума". Теоретическое предсказание данного излучения было сделано в 1948 г. Георгием Гамовым, учеником ленинградского профессора А.А. Фридмана. Г. Гамовым была также определена температура излучения (около 7 К). Тщательные исследования КМФИ на протяжении последних десятилетий показали, что распределение его плотности по частотам соответствует распределению плотности излучения абсолютно черного тела с температурой  $T = 2,735 \text{ К}$  (рис. 2).

Вторым важным опытным результатом, которым мы воспользуемся, будет "поляризация вакуума" при прохождении импульса света. В пределе данное явление приводит к рождению электрон-

## СОСТАВ МАТЕРИИ В НАШЕЙ МЕТАГАЛАКТИКЕ

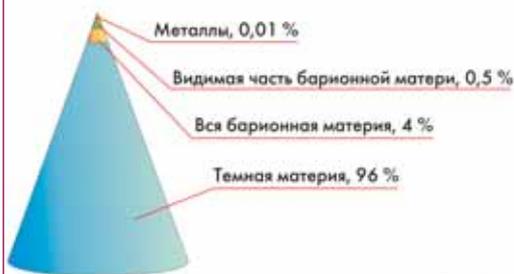


Рис. 1

материю. Процентный состав материи в Метагалактике с достаточной степенью достоверности обоснован многочисленными опытными данными (рис. 1). На долю металлов приходится примерно 0,01 % от массы всей Вселенной, видимая часть привычной нам барионной материи составляет всего около 0,5 % от общего количества зарегистрированной материи, а оценка всей барионной материи, в том числе невидимой (невидимые планеты типа Юпитера, черные дыры и т.п.) дает около 4 % от ее общего количества. Оставшаяся подавляющая часть материи Метагалактики (примерно 96 %) приходится на долю нелюминесцирующей ТМ. Примерно 25 % ТМ от общего количества материи сосредоточено около галактик и их скоплений в форме "шарообразной атмосферы" (гало галактик), другая часть ТМ (около 70 %), как обоснованно полагают, распределена достаточно равномерно в свободном пространстве нашей Вселенной.

Попытки описать природу ТМ в рамках современных моделей теоретической физики (так называемых

## СПЕКТРАЛЬНАЯ ПЛОТНОСТЬ МИКРОВОЛНОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ПРИ ТЕМПЕРАТУРЕ $T = 2,735 \text{ К}$

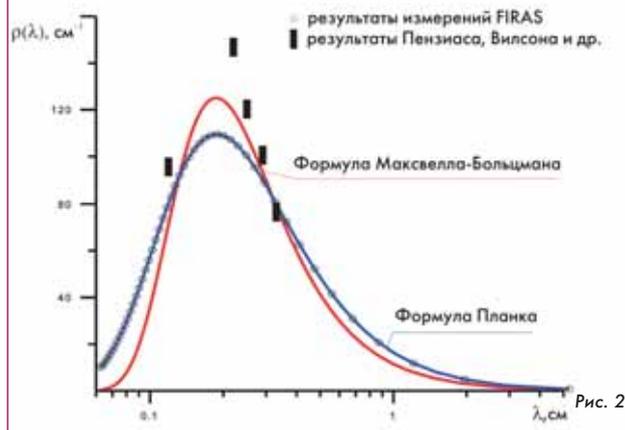
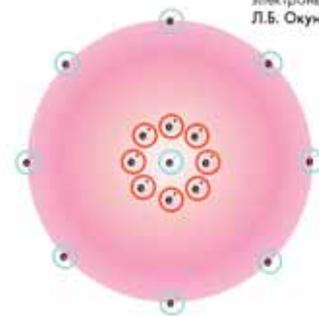


Рис. 2

## ЭКРАНИРОВКА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ЗАРЯДА ВИРТУАЛЬНЫМ ЭЛЕКТРОН-ПОЗИТРОН-ФОТОННЫМ ОБЛАКОМ



Квантовая электродинамика: "Электрон, поляризуя вакуум, как бы притягивает к себе виртуальные позитроны и отталкивает виртуальные электроны". Л.Б. Окунь. Физика элементарных частиц

Рис. 3

позитронной пары в поляризованном вакууме при столкновении двух достаточно интенсивных электромагнитных импульсов (фотонов). В известной монографии академика Л.Б. Окуня "Физика элементарных частиц" явление поляризации вакуума описывается (в частности, для пространства около электрона) словами: "Электрон, поляризуя вакуум, как бы притягивает к себе виртуальные позитроны и отталкивает виртуальные электроны" (рис. 3).

В качестве третьего экспериментального достижения выступает возможность визуализации формы отдельных атомов и молекул с помощью методов сканирующей зондовой микроскопии. В этом направлении удалось наблюдать близкую к сферической форму отдельных атомов, так называемые ван-дер-ваальсовы сферы (рис. 4). Здесь особо следует подчеркнуть тот важный факт, что подобная визуализация позволила впервые воочию увидеть

реальное поляризованное пространство, локализованное около ядер атомов в пределах ван-дер-ваальсовых сфер (в рассматриваемой ниже модели - реально существующую ТМ).

Еще одним важным научным результатом является обнаружение спиралевидной формы многих сложных молекул, в частности, молекул дезоксирибонуклеиновой кислоты (молекул ДНК, рис. 5). Молекулы ДНК содержат всю исчерпывающую (колоссальную по объему) генетическую информацию о будущих поколениях организма. Для записи и хранения подобного объема информации молекула ДНК должна представлять собой уникальный биологический носитель ("чип"), принципиально отличный от используемых в современных компьютерах чипов на кремниевой основе. Интересным аспектом в этой связи является необходимое требование принципа детерминированности процесса хранения информации, т.е. ее четко определенного "стационарного" характера записи и воспроизведения (представьте себе на минуту справедливость квантовых подходов и принципа неопределенности в хранении и воспроизводстве вашей генетической информации).

Опираясь на отмеченные принципиальные экспериментальные достижения второй половины XX века, сделаем попытку рассмотреть вопрос моделирования с единых позиций природы ТМ и СМ.

**Темная Материя - новое имя классического эфира**

"Тончайшая материя эфира, заполняющая весь невидимый мир, способна обладать этим движением (движением частиц материи - авт.) и теплотой, но также, что она сообщает это полученное ею от солнца движение также и нашей земле и остальным планетам и нагревает их, так что эфир является той средой, при помощи которой удаленные друг от друга тела сообщают друг другу теплоту", - утверждал М.В. Ломоносов в своем оригинальном трактате "О причине теплоты и стужи". Весьма четкое теоретическое заключение М.В. Ломоносова, высказанное в середине XVIII века, получает, по нашему мнению, наглядное экспериментальное подтверждение в конце XX века открытием ТМ. Полное отождествление светоносной "тончайшей материи эфира" и ТМ лежит в основе дальнейшего изложения и приводит нас вновь к классической механике, в том числе в объяснении единой природы ТМ и СМ.

Для достижения этой цели достаточно принять для материи эфира и ТМ приближение классической газообразной среды

суббарионных частиц и считать справедливым для этой среды распределение Максвелла-Больцмана по скоростям. В случае термодинамического равновесия оно выражается известной формулой для числа частиц  $dN$  в диапазоне скоростей  $dv$

$$\frac{dN}{dv} = 4\pi N \left( \frac{m}{2\pi kT} \right)^{3/2} v^2 \exp \left( -\frac{mv^2}{2kT} \right)$$

где  $m$  - масса частицы ТМ;  
 $v$  - скорость;  
 $T$  - температура;  
 $k$  - постоянная Больцмана.

Считая, что космический фон состоит из ТМ с равновесной температурой  $T = 2,735$  К, и полагая, что плотность излучения

космического фона в каждом диапазоне пропорциональна числу частиц этого диапазона, можем сопоставить расчеты по приведенной формуле с экспериментальными данными для КМФИ. В результате такого сопоставления можно вычислить количественную величину массы частиц ТМ (эфира)  $m = 6 \cdot 10^{-40}$  кг =  $3,4 \cdot 10^{-4}$  эВ.

Итак, масса частицы ТМ нами определена путем сопоставления расчетов по приведенной выше классической формуле Максвелла-Больцмана с полученными в самом конце XX века тщательными экспериментальными замерами свойств КМФИ. Перейдем теперь к обоснованному определению структуры частицы ТМ, ее заряда и линейного размера.

Важным экспериментально доказанным явлением природы является возможность аннигиляции электрона и позитрона в световые импульсы и обратный процесс рождения электрон-позитронной пары при столкновении световых импульсов (фотонов достаточно высоких энергий). Подобные свойства "физического вакуума", заполненного, как сегодня доказано, ТМ, приводят нас к требованию, чтобы частицы ТМ несли также положительный и отрицательный электрические заряды, в целом оставаясь нейтральными.

Естественной простейшей моделью нейтральной суббарионной частицы в этом случае будет электрический диполь, объединяющий два "ультраэлементарных" одинаковых заряда противоположного знака. Принимая во внимание значения массы и заряда электрона, вычисляем величину ультраэлементарного заряда частиц ТМ (около  $0,5 \cdot 10^{-28}$  Кл). Оценка характерного линейного размера частицы (диполя) ТМ, сделанная с использованием известных значений массы и размера ядра протона, дает величину  $l \approx 5 \cdot 10^{-20}$  м.

В связи с рассмотренной дипольной моделью частицы ТМ достаточно очевидным становится процесс рождения (или аннигиляции) электрон-позитронной пары в физическом вакууме. Этот процесс представляется как одновременный разрыв большого количества (примерно  $3 \cdot 10^9$ ) нейтральных диполей в малом объеме пространства под действием достаточно сильных импульсов электромагнитного поля и образование в этом объеме электрон-позитронной пары, разделяющейся под действием магнитного поля. В изложенной версии рождение электрон-позитронной пары удовлетворяет законам сохранения массы и заряда (и, несомненно, также законам сохранения импульса и энергии). Образовавшиеся электрон и позитрон с размером заряженного ядра ("ядра") порядка  $10^{-17}$  м окружены связанным с

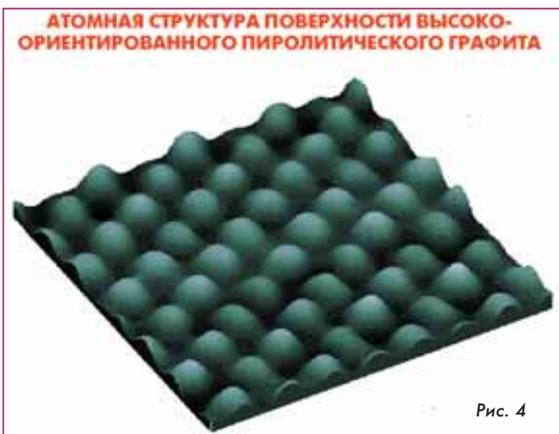


Рис. 4

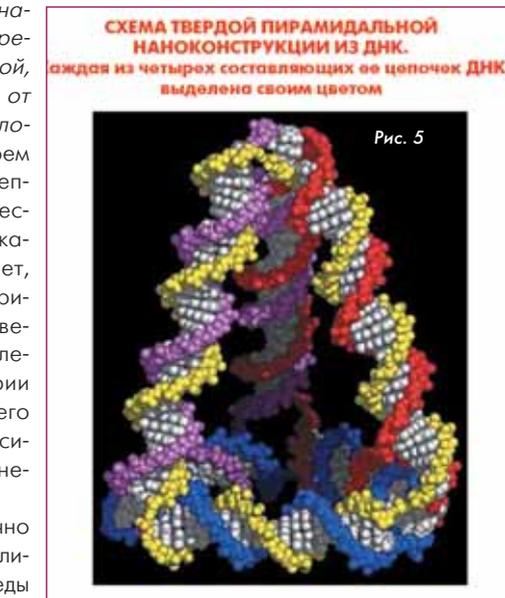


Рис. 5

кernом поляризованным пространством (называемым либо "облаком", либо "шубой" электрона) радиусом примерно  $5 \cdot 10^{-11}$  м.

**Структура электрона и протона**

В полном соответствии с экспериментально подтвержденной поляризацией вакуума находится излагаемая ниже математическая модель структуры электрона и протона. Под "виртуальными" электронами и позитронами поляризованного пространства мы будем подразумевать реальную поляризованную газообразную структуру дипольных частиц ТМ, из которых, как это уже было отмечено, могут образовываться электрон-позитронные пары. В данном случае достаточно прозрачно осуществляем переход от виртуальной интерпретации явления поляризации вакуума к реальной интерпретации. И вновь мы возвращаемся к "старой классической теории".

В рамках рассматриваемого приближения можно вывести конкретные уравнения, описывающие распределение потенциала и концентрации частиц в поляризованных пространствах электрона, позитрона, протона и антипротона. Уравнение электрического потенциала для поляризованного пространства в безразмерной форме записывается в достаточно простом виде

$$D^2 \Delta \phi = 2sh\phi,$$

где потенциал  $\phi$  отнесен к своей характерной величине  $\phi_0 = T/e$ ;

$$D^2 = T/4\pi n_0 e^2 - \text{дебаевский радиус};$$

$T$  - температура;  
 $e$  - величина ультраэлементарного электрического заряда;

$n_0$  - характерная концентрация частиц ТМ.

Для концентрации зарядовой составляющей частиц ТМ в поляризованном пространстве имеем распределение Больцмана

$$n_{+,-} = n_0 \exp(\mp e\phi / T)$$

В сферически симметричном случае с одной пространственной координатой  $r$  приходим к соотношению

$$\frac{D^2}{r^2} \frac{d}{dr} \left( r^2 \frac{d\phi}{dr} \right) = 2sh\phi$$

Приведем характерные решения последнего уравнения для поляризованного пространства электрона (рис. 6). Принципиально важной особенностью представленного распределения является наличие потенциальной ямы и барьера на внешней границе поляризованного пространства с изломом распределения  $\phi(r)$ . При этом на внешней границе сосредотачивается наведенный электрический заряд отрицательной величины, индуцированный заряженным kernом электрона при поляризации его "шубы". Продемонстрируем наглядную схематическую модель электрона с поляризованным пространством в присутствии ТМ (рис. 7).

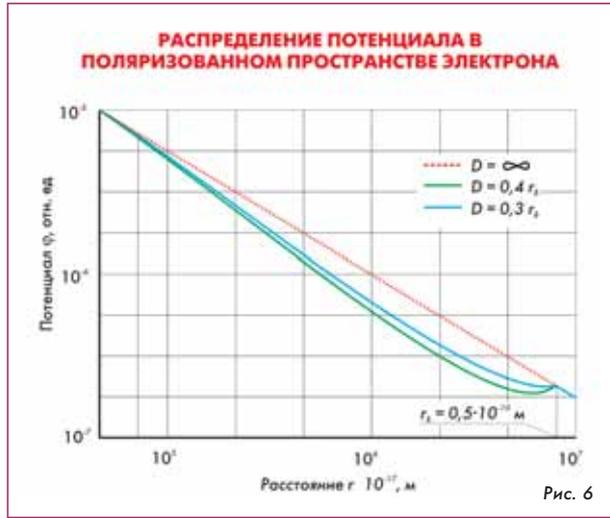


Рис. 6

ной ТМ в жидком агрегатном состоянии. Размер этой капли определяет характерный известный размер протона (около  $0,8 \cdot 10^{-15}$  м), в котором сосредоточена практически вся его масса. Вокруг капли протона имеется поляризованное шарообразное пространство ТМ в газообразном агрегатном состоянии, аналогичное поляризованному пространству позитрона.



Рис. 7

Моделирование структуры двухслойного поляризованного пространства протона выполняется интегрированием приведенного выше уравнения для электрического потенциала с использованием различных уравнений состояния (для жидкой и газообразной фазы ТМ). Схематическая модель протона в присутствии двухслойной поляризованной ТМ показана на рис. 8.

**Структура нейтрона и конфайнмент кварков**

После изложения моделей электрона и протона в присутствии ТМ следующим шагом будет моделирование нейтрона.

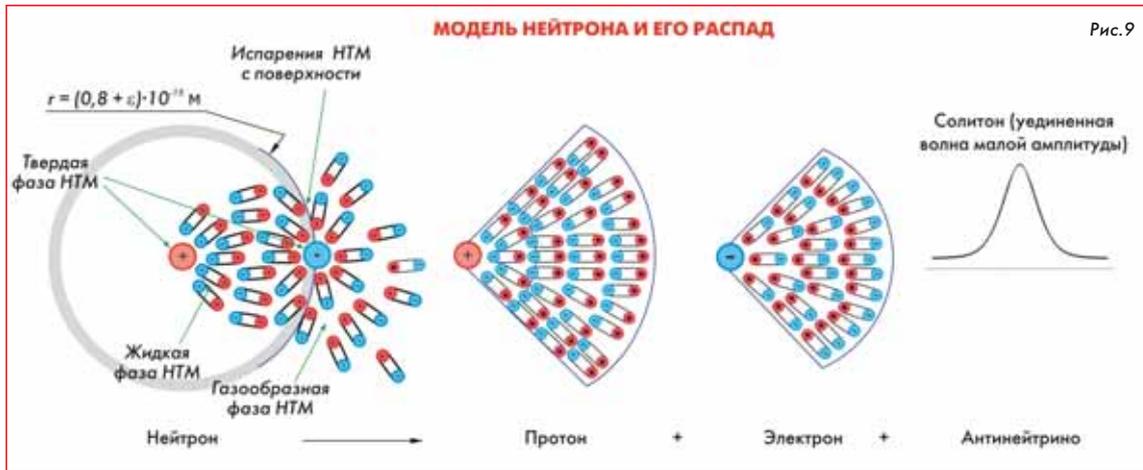


Рис. 8

Здесь достаточно поместить электрон на поверхность жидкой капли ядра протона, где в силу наличия наведенного сосредоточенного положительного заряда на имеющемся потенциальном барьере обеспечивается стационарное состояние электрона кулоновскими силами (рис. 9). Электрон устойчиво "плавает" на поверхности жидкой капли протона на расстоянии  $r \approx 0,8 \cdot 10^{-15}$  м от его центра. Нейтрон электрически нейтрален в силу равенства зарядов протона и электрона, его масса несколько превышает сумму изолированных масс протона и

МОДЕЛЬ НЕЙТРОНА И ЕГО РАСПАД

Рис.9



электрона в силу дополнительного наличия "оживленной" ТМ в суммарной жидкой капле нейтрона (возможно также в результате действия дополнительных гравитационных сил).

Несложно в такой модели рассчитать электрический и магнитный дипольные моменты нейтрона. Моделирование античастицы нейтрона (антинейтрона) в данном подходе состоит в простой смене знака у заряженных составляющих исходных частиц. Положительно заряженный ядро в центре нейтрона и отрицательный электрон на его поверхности не в состоянии аннигилировать в силу того, что поляризованное пространство ТМ в жидком фазовом состоянии не позволяет им сблизиться на необходимом расстоянии (для возможности аннигиляции). Однако в результате постепенного испарения ТМ с поверхности нейтрона его стабильность (за время полураспада  $\tau \approx 11$  мин) нарушается, и нейтрон теряет электрон (происходит распад нейтрона). При этом избыток массы уносится с поверхности в форме солитона малой амплитуды, отождествляемого с антинейтрино.

одного *u*-кварка:  $n = ddu$ . Верхнему *u*-кварку приписывается заряд  $+2/3$ , нижнему *d*-кварку - заряд  $-1/3$ . Указанная структура подтверждается специальными экспериментами. В предложенной нами механической модели экранированный в центре протона и нейтрона сосредоточенный положительный заряд следует отождествить с верхним *u*-кварком, поляризованная средняя часть жидкой центральной капли протона и нейтрона отождествляется с нижним *d*-кварком, на периферии жидкой капли протона доминирует наведенный положительный заряд (снова *u*-кварк), а на поверхности нейтрона находится захваченный и частично экранированный электрон (*d*-кварк). Механизм конфайнмента объясняется тем, что частичная экранировка сосредоточенных положительных и отрицательных зарядов протона и электрона возможна только в составе всего протона или нейтрона. И, естественно, нейтрон распадается на протон и электрон.

(Продолжение следует)

# ЛЮБОЗНАЙКИН В МИРЕ КВАНТОВ

Андрей Иванович Касьян



Пятьдесят лет назад тогда еще молодой ученый Любознайкин отправился в таинственную страну Квантов. В дорогу он захватил механику Ньютона, инструменты, силовые линии. Главное, что его интересовало, - это основные принципы, на которых построен удивительный мир. Что же он увидел тогда, в 1957 году ("Техника-Молодежи", № 5, 1957 г.)? В этом мире его жители (атомы, электроны) существуют одновременно и как волны, и в виде компактных образований - частиц. Любознайкин увидел одну такую приближающуюся частицу - электрон. Издалека электрон выглядел как маленький шарик, но вблизи оказался похожим на волну. Механика Ньютона твердила, что такого не может быть: либо частица, либо волна. Любознайкин пытался измерить первый попавшийся атом (1). Но этот голубчик тоже проявлял волновые свойства и выглядел то толще, то тоньше, не желая "измеряться". Любознайкин догадался, все дело в знаменитом "соотношении неопределенности". - Как странно,- думал он, - соотношение "неопределенности" приводит к определенному результату (нежеланию измеряться). С философской точки зрения: если мы захотим узнать больше, чем нам положено, то это нам не удастся! Возникает вопрос: если для нас положение частицы неопределенно, то для нее самой оно, как?

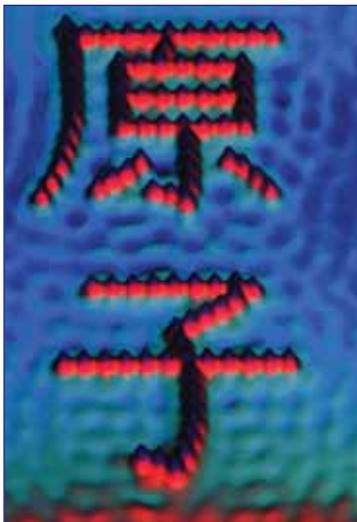
Любознайкин решил продолжить изучение атома (2). Отметив электрон, который, как он думал, вращался вокруг ядра этого атома, он попытался изучить характер движения, но испытуемый тут же исчез и сразу появился в другом месте. И так все время. Правда, электрон далеко не удалялся от атома. Любознайкин понял, что в мире Квантов отсутствует привычное движение по траекториям. Возмущению механики Ньютона не было конца! - Мне в этом безумном мире делать нечего, - сказала она.

Любознайкин не мог удержаться и схватил одну из частиц руками. Но уже через мгновение его руки ощущали пустоту, а частица вынырнула рядышком. - Ох, и трудно с этими частицами, - подумал ученый. -

Можно ли изучить то, чего не понимаешь и не пощупаешь руками?

Приглядевшись внимательнее к ядру наш герой увидел там целую связку сечений, охватывающих его. Самым крупным, плоским было сечение рассеяния, которое украшал знак S. Сечение поглощения поблескивало острыми как бритва зубами... Остальные сестры были гораздо скромнее. Любознайкин понял, что сечения состоят из материи поля, но когда он попытался взять одно из них, то ничего не получилось, потому что сечения существуют только во взаимодействиях частиц (3). Вот в каком интересном мире побывал Любознайкин!

Много воды утекло с тех пор. Во второй половине двадцатого века были созданы такие уникальные приборы как транзистор, лазер. Человечество стало обладать ядерным оружием. Появились ядерная энергетика, новые информационные технологии, биотехнологии. Р. Дамадиан создал ЯМР-томограф, а Г. Беднорц и К. Мюллер обнаружили явление высокотемпературной сверхпроводимости. Любознайкин решил опять отправиться в микромир и посмотреть чего там нового. В наши дни ученые могут заглянуть в эти заповедные места. Например, современный прибор - сканирующий туннельный микроскоп - позволяет увидеть даже отдельные атомы. Принцип

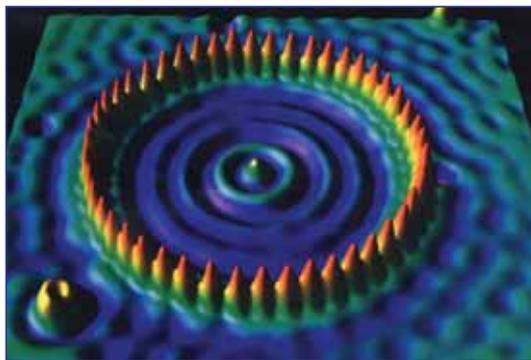


Слово "атом" по-японски, написанное атомами железа на поверхности меди

действия этого микроскопа кардинально отличается от остальных. Любознайкин знал, что еще в 1931 г. Э. Руска и М. Кнолл изобрели электронный микроскоп, ставший прообразом целого ряда устройств, позволяющих заглянуть в микромир. В просвечивающих электронных микроскопах используется тот же принцип действия, что и в световых. Если образец освещается параллельным пучком света и имеет какую-то структуру, то свет проходит через образец неодинаково и можно получить соответствующий контраст. Т.е. мы увидим эту структуру, сможем ее сфотографировать. В электронном микроскопе электроны также проходят сквозь тонкий образец и по мере движения сталкиваются с атомами и взаимодействуют с неоднородностями. В результате получается контраст, что позволяет в принципе увидеть плоскости, в которых располагаются атомы, и даже сами атомы.

Туннельный микроскоп базируется на другом принципе. Его изобретатели Г. Бинниг и Г. Райер использовали явление прохождения электрона сквозь потенциальный барьер. Если в обычном мире мячик не может проникнуть сквозь забор, только перескочить, то в квантовом мире это не так. Частица может с некоторой вероятностью проникнуть через забор, не переваливая через него, т.к. она обладает волновыми свойствами.

Основная составная часть туннельного микроскопа - микрозонд, который размещается на очень маленьком расстоянии от поверхности образца. Этот зазор и образует туннельный промежуток. При подаче напряжения на зонд (около вольта) возникает туннельный ток. Это напряжение очень маленькое и не может просто вытянуть электроны из образца. Но с некоторой вероятностью электроны преодолевают барьер (промежуток) и перескакивают на зонд. Поскольку этот ток зависит от химических свойств поверхности образца, то появляется возможность исследования элект-



Кольцо из 48 атомов железа на поверхности никеля, созданное с помощью туннельного микроскопа

ронных свойств. Для получения изображения зонд скользит вдоль поверхности, повторяя рельеф (величина тока фиксируется). Перемещение зонда осуществляет нанодвигатель, прототип которого изобрел Р. Янг в 1966 г. Одной из составных частей этого двигателя является пьезокерамический материал (кантилевер), изменяющий размеры под действием приложенного напряжения. Этот двигатель позволяет позиционировать наноинструмент с точностью до десятых долей нанометра. Разрешающая способность туннельного микроскопа достигает сотых долей нанометра.

Вначале считалось, что туннельный микроскоп может работать только в вакууме. Оказалось, что изображение можно получить и на воздухе, но только образцы должны быть токопроводящими. Однако возможно изучение белковых молекул, вирусов, расположенных на токопроводящей подложке. Современная технология позволяет, например, вводить некоторые молекулы (цистеин) в конструируемые метки (пептиды). В результате можно получать те или иные белковые структуры.

Следующим шагом в развитии сканирующей зондовой микроскопии стало создание еще одного уникального прибора. Вы помните какие трудности испытывал Любознайкин, когда пытался изучать атом. Атомно-силовой микроскоп позволяет исследовать как проводящие, так и диэлектрические образцы. Его особенностью является возможность работы в жидкости, что важно для исследования биологических образцов.

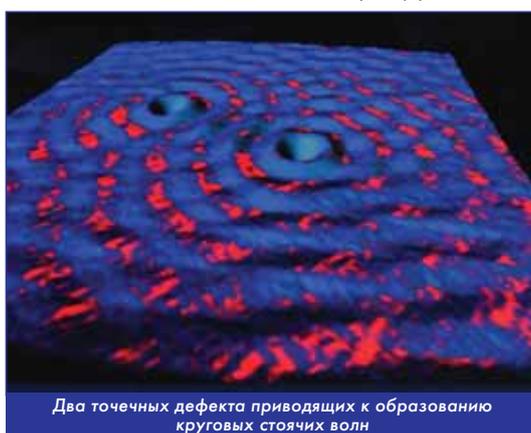
Существует два режима работы атомно-силового микроскопа: в статике и в динамике. В статическом контактом режиме зонд постоянно находится в контакте с поверхностью образца. Динамичный режим более деликатный - наконечник зонда слегка колеблется вверх и вниз в соответствии с рельефом. Важным применением этого микроскопа явились наблюдение структуры ДНК и отслеживание динамики нитей актина в живых клетках.

Зондовые микроскопы можно применять для коррекции поверхности материалов. Любознайкин сам увидел, как с помощью зонда на поверхность осаждались нужные атомы.

В области медицины нанотехнологии могут произвести революцию. Сегодня главная задача - это доставка лекарства в наноконтейнерах. В будущем необходимо будет создать нанороботов, которые смогут путешествовать по организму, проходить через барьеры и доставлять клеткам лекарства. Новые перспективы открывают достигнутые успехи в генотерапии. Здесь лечение состоит в "починке" дефектного гена. Самую большую трудность составляют эффективная и безопасная доставка хорошего гена к цели.

Можно привести пример симбиоза живого и компьютера. Биологи из Института биохимии Макса Планка и университета Падуи сконструировали микросхему, способную взаимодействовать с 16 тыс. нейронов. Это позволяет получать информацию от клеток и даже влиять на работу их генов. Итак, мы видим, что в настоящее время появилась возможность на атомарном уровне вмешиваться в любые процессы и создавать фундамент для всех областей науки и технологий.

(Продолжение следует)



Два точечных дефекта приводящих к образованию круговых стоячих волн

# ПОДВОДНЫЙ УДАР

Сергей Леонидович Мальчиков

(Продолжение. Начало в № 4-6 - 2006, № 1-4 - 2007)

Во время Второй мировой войны возросли скорость и дальность хода торпед, были созданы самонаводящиеся, бесследные и маневрирующие разновидности, разрабатывались и постоянно совершенствовались неконтактные взрыватели и приборы беспузырной стрельбы. Возрастала высота сбрасывания авиационных торпед, велись работы, связанные с конструированием энергетических силовых установок новых типов.

В послевоенные годы на развитие морских вооружений огромное влияние оказывал боевой опыт Второй мировой войны, который выявил необходимость улучшения их тактико-технических свойств. Стремительное развитие науки и техники позволяло совершенствовать все виды оружия и создавать их новые образцы. Большое влияние на этот процесс оказывало использование зарубежного опыта и начавшееся соперничество в части морских вооружений.

В первые пять лет после войны развитие торпедного оружия в СССР шло по пути увеличения скорости торпед и дальности хода. Возрастала их разрушительная сила, повышалась точность. Проводились работы по созданию самонаводящихся и прямоидущих торпед для уничтожения надводных кораблей, началась разработка противолодочной торпеды, самонаводящейся в двух плоскостях.

В системах управления морским оружием стала использоваться радиолокация, в связи с чем возникла сложнейшая проблема автоматического совмещения данных радиолокационных станций с приборами управления огнем. Вначале приборы управления стрельбой и радиолокационные станции действовали раздельно. Ручное введение данных радиолокации не позволяло достичь необходимой эффективности боевого применения всех видов морского оружия (кроме минного) резко возросла.

Также было найдено решение проблемы создания автоматизированных систем управления оружием, включая все стадии боевого процесса от обнаружения цели до открытия огня. В результате флот

стал получать не простые орудия, торпедные аппараты и другие виды оружия, а комплексы, имеющие в своем составе три элемента: радиолокационные приборы обнаружения цели и определения дистанции до нее, собственно оружие (ракетная установка, торпедный аппарат и другие виды), приборы управления стрельбой. Эти элементы были связаны между собой и синхронно действовали как единая структура. Все это позволило значительно увеличить скорострельность артиллерийских систем, уменьшить время подготовки к действию других видов вооружения, сократить численность обслуживающего персонала. Улучшались характеристики приборов управления стрельбой и прицельных приспособлений, разрабатывались соответствующие приборы для подводных лодок, самолетов и торпедных катеров.

Повышалась мощность оружия благодаря созданию новых видов взрывчатых веществ и увеличению их массы в торпедах, ракетах, глубинных бомбах, снарядах и минах. Шла работа, направленная на повышение чувствительности неконтактных взрывателей, разрабатывались новые системы самонаведения торпед.

Во многих флотах появились атомные подводные лодки со скоростью движения под водой, соизмеримой со скоростью надводных противолодочных кораблей. В связи с этим обычные глубинные бомбы стали почти бесполезными. Появившиеся глубинные бомбы с ядерным зарядом и большим радиусом действия проблему полностью не решали, т.к. могли применяться только авиацией. В результате одним из важнейших средств борьбы с подводными лодками стали специальные противолодочные торпеды, имеющие большую дальность хода и скорость, а также управляемость в двух плоскостях, т.е. по горизонтали и по глубине. Глубина хода противолодочных торпед составляла 450...900 м против 2...18 м у противокорабельных торпед. Создание комбинированных разновидностей оружия типа "ракета-торпеда" и "мина-торпеда" потребовало разработки легких малогабаритных торпед (включая противолодочную авиацию).

В наши дни имеющиеся на вооружении торпеды можно классифицировать по следующим признакам:

- по энергетическим установкам - парогазовые, электрические и твердотопливные;
- по назначению - для поражения надводных целей и противолодочные;
- по носителям - корабельные, авиационные и являющиеся головными частями противолодочных мин и ракет;
- по системам управления - самонаводящиеся, управляемые по проводам, маневрирующие;
- по типу ВВ - с обычными зарядами и ядерными боевыми частями;
- по типу взрывателя - контактные и неконтактные.

Сторожик проекта 50



Для улучшения тактико-технических данных торпед применяются новые виды жидкого и твердого топлива, устанавливаются более совершенные энерго-силовые установки - газовые турбины, гидрореактивные (водоjetные) двигатели. В электрических торпедах применяются аккумуляторные батареи нового типа - серебряно-алюминиевые, серебряно-цинковые, никель-кадмиевые и др. Парогазовые торпеды стали работать на унитарном топливе, представляющем собой смесь горючего, окислителя и воды. Для увеличения дальности и скорости хода разрабатываются способы снижения сопротивления воды при движении торпед, для затруднения обнаружения торпеды уменьшается шумность при работе всех ее механизмов, повышается надежность работы систем самонаведения.

Советский ВМФ в 1946 г. принял на вооружение электрическую торпеду ЭТ-46 калибра 533 мм, которая при длине 7450 мм имела массу 1810 кг, в том числе 450 кг приходилось на заряд ВВ. Торпеда ЭТ-46 преодолевала расстояние 6 км со скоростью 31 узел. В 1950 г. на вооружение флота поступила самонаводящаяся электрическая торпеда САЭТ-50, предназначенная для использования с подводных лодок против надводных кораблей. Эта торпеда с электромагнитным неконтактным взрывателем проходила 4 км со скоростью 23 узла и имела акустическую систему самонаведения (ССН), наводившую ее на корабль, создающий акустическое поле. Данная ССН реагировала на источник поля в радиусе 600...800 м. В 1955 г. САЭТ-50 прошла модернизацию, после чего дальность хода ее составила 6 км и скорость 29 узлов. Годом позже флот получил скоростную прямоидущую электрическую торпеду ЭТ-56 с дальностью хода 6 км и скоростью 36 узлов.

В первые послевоенные годы прошла модернизацию парогазовая (тепловая) торпеда 53-39. После установки прибора маневрирования она получила шифр 53-39 МП. В дальнейшем эта модель была оснащена неконтактным электромагнитным взрывателем активного типа и в 1951 г. была принята на вооружение под шифром 53-51.

Также велись работы по созданию новых и улучшению характеристик имеющихся авиационных торпед. В 1945 г. авиационные торпеды для низкого торпедометания стали выпускаться с новой системой стабилизации СН-45, позволявшей сбрасывать их с высот 20...100 м. В 1954 г. ВМФ СССР получил торпеду высотного торпедометания 45-54 ВТ, которая применялась с высот 700...10 000 м при скорости носителя до 800 км/ч, а в 1956 г. - торпеду для сбрасывания с небольшой высоты. В 1952 г. на

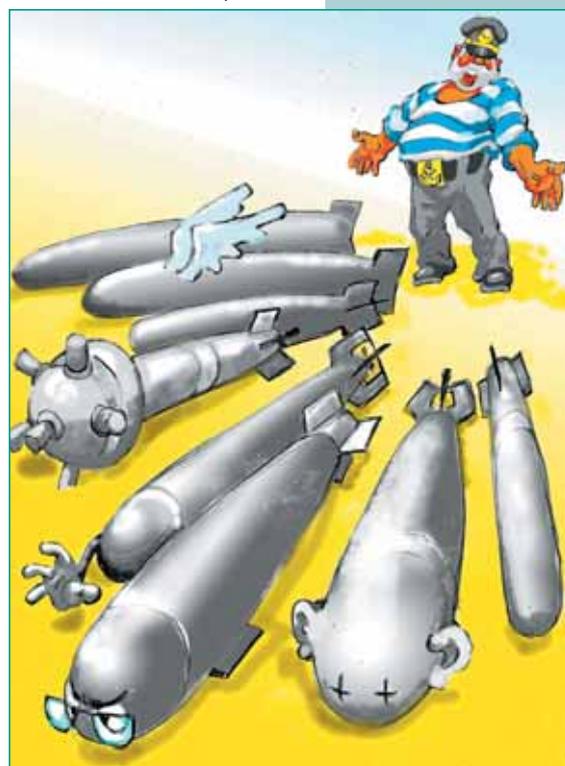
вооружение флотской авиации поступила реактивная торпеда РАТ-52, разработанная под руководством главного конструктора Г.Я. Диллона. Эта торпеда, предназначенная для уничтожения надводных кораблей, имела пороховой (твердотопливный) реактивный двигатель. Скорость ее в воде составляла 58...68 узлов, дальность хода - 500 м, а масса заряда ВВ - 243 кг.

Параллельно с созданием новых и модернизацией действующих образцов торпед улучшались торпедные аппараты и приборы управления торпедной стрельбой (ПУТС). Так, в 1948 г. эскадренные миноносцы проектов 30, 30-бис и 56 были оснащены пятитрубными торпедными аппаратами ПТА-53, позволявшими вести пороховую беспламенную и воздушную стрельбу. Эти аппараты имели синхронно-следящую передачу, которая производила полуавтоматическое дистанционное и местное наведение на цель. В это же время был принят на вооружение трехтрубный торпедный аппарат ТТА-53 с автоматической наводкой, осуществлявшейся по указанию центральных приборов и обеспечивавшей автоматический ввод данных в торпеды. Аппараты этого типа устанавливались на сторожевых кораблях проекта 50.

В 1952 г. торпедные катера стали оснащаться облегченными торпедными аппаратами ТТКА-53Л. На подводных лодках в 1955 г. были установлены



Торпедный аппарат ТР-224



Торпедный катер проекта 183



Выстрел из ЧТА-53-1135



Конструкция торпеды СЭТ-60МКЭ



Торпедный отсек "Курска"



системы беспырьной торпедной стрельбы типа ГС-45, а в 1956 г. - типа ГС-56, которые позволяли выстреливать торпеды с глубин до 45 и 60 м, соответственно, а также ПУТС "Трюм" - в 1946 г. и "Ленинград" - в 1956 г. Надводные корабли в 1948 г. получили на вооружение ПУТС типа "Мина-30-бис", в 1953 г. - "Сталинград", годом позже - "Девиз" и "Онега".

В послевоенные годы подводные и надводные корабли стали оснащаться атомными силовыми установками, на вооружение поступали ракеты, которые могли нести ядерные боеголовки. В то же время продолжались работы по разработке новых торпед. Так, в 1956 г. на вооружение советского военно-морского флота поступила созданная под руководством главного конструктора А.Б. Тополянского противокорабельная прямоидущая кислородная торпеда 53-56 с поршневым двигателем, оснащенная новым прибором маневрирования и оптическим неконтактным взрывателем НВ-57. Торпеда развивала скорость 40 узлов на дистанции 13 км, масса ее заряда ВВ достигла 400 кг. В 1964 г. флот получил парогазовую авиационную торпеду 53-56В, созданную на базе образцов 53-56 и 53-39ПМ. Эта торпеда была более простой в эксплуатации и преодолевала дистанцию 4 км со скоростью 50 узлов, а 8 км - со скоростью 40 узлов.

Для вооружения дизель-электрических и атомных подводных лодок в 1957 г. была принята на вооружение противокорабельная торпеда 53-57, которая имела дальность хода 18 км при скорости 45 узлов и заряд ВВ массой 306 кг. Следующим шагом в развитии тепловых торпед стала самонаводящаяся торпеда для поражения надводных кораблей, шифр которой был 53-61. На скорости 55 узлов дальность ее хода составляла 15 км, при скорости 35 узлов - 22 км. Акустическая активная система самонаведения "Андромеда" позволяла наводить эту торпеду на цель по кильватерному следу судна. После модернизации в 1969 г. данная торпеда получила шифр 53-61М. Она отличалась от предшественницы высоким уровнем защиты от помех, создаваемых акустическими средствами противника.

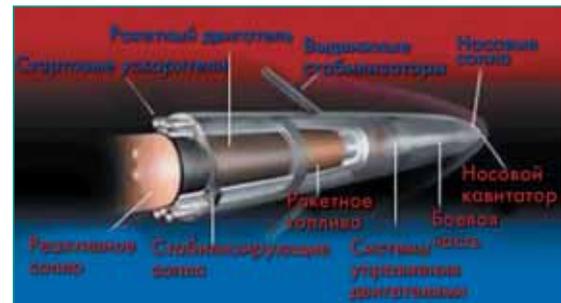
Принятая на вооружение в 1965 г. противокорабельная тепловая перекисно-водородная торпеда 53-65 имела газотурбинный двигатель. На скорости 68,5 узлов она проходила 12 км, а при скорости 44 узла - 22 км и была снабжена активной акустической с вертикальным лоцированием системой самонаведения на цель по ее кильватерному следу, а также неконтактным электромагнитным взрывателем.

Торпеда 53-65 и принятая на вооружение в том же 1965 г. электрическая торпеда СЭТ-65 стали основным типом оружия подводного флота на десятилетия вперед, опередив по боевым возможностям западные аналоги. Под руководством главного конструктора Г.И. Портнова была разработана и в 1968 г. поступила на вооружение флота торпеда 53-58 с ядерной боевой частью. Эта торпеда предназначалась для уничтожения надводных кораблей и объектов на побережье противника.

Советские конструкторы приложили немало усилий при создании телеуправляемых торпед. Так, на основе самонаводящихся противолодочных торпед СЭТ-53М и СЭТ-65 были разработаны управляемые по соединяющимся с подводной лодкой проводам торпеды СТЭСТ-68 (принята в 1969 г.) и ТЭСТ-71 (1971 г.), а также комплексы телеуправления КТУ-68 и КТУ-71. Длина провода на катушке в торпеде ТЭСТ-71 составляла 15 км, еще 5 км провода находилось на катушке в подводной лодке. На последнем отрезке применялось двухплоскостное акустическое активно-пассивное самонаведение.

Подводный крейсер "Курск"

Подводная ракета "Шквал"



Развитие торпедного оружия повлекло за собой усиление мер противолодочной и противоторпедной защиты. Поэтому для нанесения торпедных ударов по крупным кораблям и судам противника с позиций, недосягаемых для сил противолодочной обороны, а также для уничтожения сооружений и объектов, расположенных возле уреза воды, разрабатывались противокорабельные торпеды калибра 650 мм с большой дальностью хода. Так, в 1973 г. советский ВМФ получил первую торпеду (прямоидущую) такого калибра - 65-73, которая преодолевала 50 км при скорости 50 узлов и оснащалась ядерной боевой частью с дистанционным взрывателем. Такими торпедами были вооружены подводные лодки проекта 671РТ. Через три года на вооружение подводных лодок проектов 671РТ и 671РТМ была принята самонаводящаяся торпеда 65-76 с акустической ССН по кильватерному следу цели. Дальность хода и скорость этого образца - такие же, как у 65-73, однако масса заряда ВВ составляла 500 кг с электромагнитными неконтактным и контактным взрывателями. Заряд ВВ мог заменяться ядерным. Предназначенные, в основном, для уничтожения надводных целей, торпеды 65-73 и 65-76 имели турбинные двигатели, использующие керосин в качестве топлива и маловодную перекись водорода в качестве окислителя. По сравнению с подобными в годы Второй мировой войны, была увеличена пожаро- и взрывобезопасность установок, использующих перекись водорода. Впрочем, необходимо отметить, что взрыв именно такой торпеды, как считается, привел к гибели атомного подводного крейсера "Курск" 12 августа 2000 г.

За рубежом проводились эксперименты с реактивными двигателями торпед. При этом ряд технических проблем не позволял обеспечить устойчивую работу двигателей под водой и поддержание постоянного курса ракетоторпеды. Эта задача была решена в СССР, когда в 1977 г. была создана торпеда с реактивным двигателем ВА-111 "Шквал" со скоростью 200 узлов на дистанции 11 км. Разработчики отечественных конструкторов пользуются успехом на международных выставках вооружений. Так, на выставке в Абу-Даби в 1993 г. были представлены российские торпеды калибра 533 мм: 53-65КЭ (дальноходная кислородная самонаводящаяся), СЭТ-65-Э (электрическая самонаводящаяся), УСЭТ-96-М (универсальная электрическая самонаводящаяся) и ТЭСТ-71-МЭ (телеуправляемая электрическая самонаводящаяся).

(Продолжение следует)

Основные параметры торпед, принятых на вооружение ВМФ СССР после 1956 г.

Образец, тип, год принятия	Носитель	Цель	Калибр, мм	Дальность, км	Скорость, узлов	Глубина погружения цели, м	Тип ССН	Вес ВВ, кг
53-57 противокорабельная 1957	Подлодки	НК	533	18	45	14	-	300
53-61 противокорабельная 1961	Подлодки	НК	533	15	55	14	Акустическая	300
53-61М противокорабельная 1969	Подлодки	НК	533	22	35	14	Акустическая	300
53-65 противокорабельная 1965	Подлодки	НК	533	12	68	14	Акустическая	300
53-65М противокорабельная 1969	Подлодки	НК	533	22	44	14	Акустическая	300
53-65К противокорабельная 1969	ПЛ, НК	НК	533	19	45	12	Акустическая	307
САЭТ-60 противокорабельная 1961	Подлодки	НК	533	13	42	14	Активно-пассивная	300
САЭТ-60М противокорабельная 1969	Подлодки	НК	533	15	35	14	Активно-пассивная	300
МГТ-1 противокорабельная 1961	Подлодки	НК	400	6	28	10	Активно-пассивная	80
65-73 противокорабельная 1973	Подлодки	НК	650	50	50	14	Активно-пассивная	СБП
65-76 противокорабельная 1976	Подлодки	НК	650	50	50	14	Акустическая активная	500
СЭТ-53 противолодочная 1958	ПЛ, НК	ПЛ	533	8	23	200	Акустическая пассивная	100
СЭТ-53М противолодочная 1964	ПЛ, НК	ПЛ	533	14	29	200	Акустическая пассивная	100
СЭТ-40 противолодочная 1962	ПЛ, НК	ПЛ	400	7,5	29	200	Акустическая активная	80
СЭТ-40У противолодочная 1968	ПЛ, НК	ПЛ	400	7,5	29	200	Акустическая активная	80
СЭТ-65 противолодочная 1965	ПЛ, НК	ПЛ	533	15	40	400	Акустическая пассивная	250
СЭТ-65Ш противолодочная 1972	ПЛ, НК	ПЛ	533	15	40	400	Акустическая пассивная	250
ТЭСТ-68 противолодочная 1968	Подлодки	ПЛ	533	24	29	200	Акустическая пассивная	200
ТЭСТ-71 противолодочная 1971	Подлодки	ПЛ	533	25	35	400	Акустическая активная	200
ТЭСТ-3 противолодочная 1977	НК	ПЛ	533	20	40	400	Акустическая активная	200
АТ-24 противолодочная 1973	Ракеты, РПК-3, РПК-4	ПЛ	533	38	40	400	Акустическая активная	100
УМГТ-1 противолодочная 1981	Ракеты, УРК-5, РПК-6	ПЛ	400	8	41	500	Активно-пассивная	60
СЭТ-72 универсальная 1972	ПЛ, НК	ПЛ, НК	533	8	41	450	Активно-пассивная акустическая	80
УСЭТ-80 универсальная 1980	Подлодки	ПЛ, НК	533	18	48	1000	Активно-пассивная акустическая	80

# КАРАККА, КАРАВЕЛЛА, ГАЛИОН

Виктор Сергеевич Шитарев,  
капитан дальнего плавания



На заставке:  
с картины Якоба ван Некста  
"Галион"

Итак, мы познакомились с типами парусников, бороздивших моря и океаны во времена глубокой древности, с их особенностями и оригинальными конструктивными решениями, дожившими до наших дней. Известны и современные парусные суда, являющие собой верх совершенства парусного судостроения. Осталось заполнить промежуток между судами древних мореходов и теми, что по сей день встречаются на морских просторах. Чайные клиперы, появившиеся в середине XIX века были наиболее популярны в Англии и Америке. Их парусное вооружение и по современным понятиям - верх совершенства. То же можно сказать и о конструктивных элементах их корпусов, которые строились по композитной системе: набор корпуса (остов корабля) собирался из судостроительной стали, а его обшивка делалась из дерева. Корпус получался и лёгким, и высокопрочным, и достаточно дешёвым, что вполне устраивало заказчиков. Но всё это случилось не сразу.

Откуда же есть пошёл современный парусник? Опять заглянем в глубокую старину. До крестовых походов европейских рыцарей на Восток в 1096 - 1270 гг. ко гробу Господню в Европе наиболее распространённым типом судов был *когг*, которого позже сменил *хольк*, тот же *когг*, но больших размеров и с тремя мачтами (*когг* строился одномачтовым). *Когг* был хорошо известен европейским мореходам, его строили и англичане, и немцы, и французы - в общем, все кому было нужно прочное, мореходное судно для дальних морских походов. Как мы уже знаем, судостроение средиземноморских народов развивалось своим путём.

В произведениях античных авторов, включая Геродота, есть упоминание о *керкуре* - лёгком паруснике, изобретённом на Кипре. Он был неплохим ходяком, лёгким в управлении. На это судно обратили своё внимание и средневековые арабы, сделавшие его чисто парусным. Так появилась на свет арабская *куркура*. Некоторые исследователи считают, что *керкура* была изобретена ещё легендарными этрусками, и с этим трудно спорить. Известно, что этруски немало способствовали развитию судостроения древних эллинов. В то же время, греческие корабельные мастера трудились на верфях древнего Рима. Именно благодаря их усилиям впоследствии Рим завоевал своё могущество на море. А мы уже знаем, что искать в таких случаях того, кто был первым - дело неблагоприятное.

Однако среди рыцарей первых Крестовых походов были не только доблестные воины, там были ещё и знающие своё дело мореходы, и мастера кора-

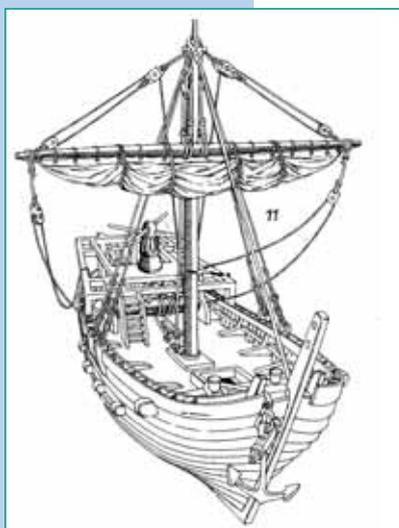
бельного дела. Они-то и обратили своё внимание на арабскую *куркуру*, отметив великолепные качества этого судна. Так в Европе появился новый тип купеческих судов - *каракка*. Внешний вид этого судна нам сегодня хорошо известен благодаря работам итальянского художника Карпаччо из Венеции, жившего в 1450-1522 гг.

Основным отличием *каракки* от других купеческих судов того периода была заметная выпуклость бортов корпуса судна и применение подкреплений корпусной обшивки дополнительно толстыми и прочными брусками - бархоутами. Бархоуты были закреплены горизонтально по всему борту. Дополнительно борт подкрепляли наружные вертикальные бруска - финдерсы. Сама обшивка корпуса, в отличие от клинкерной обшивки *когга*, была выполнена вгладь. Судно имело развитую носовую надстройку - форкасл и несколько более развитую кормовую надстройку - ахтеркасл. По конструктивным элементам форкасл являлся боевой двухъярусной площадкой с широкими амбразурами, видимо для того, чтобы арбалетчики могли ближе подойти к борту судна для увеличения угла обстрела. Верхний ярус форкасла дополнительно защищался щитами воинов. Ахтеркасл имел достаточный объём для размещения в нём офицерских кают и поста управления судном.

Транец кормы имел гелмпорт - отверстие, через которое проходил баллер пера руля. Ограждение второго яруса ахтеркасла по традиции на итальянских судах украшалось красной тканью (этот обычай сохранялся до начала XVI века).

Парусное вооружение *каракки* включало большой прямой парус - грот, площадь которого достигала двух третей от площади всего парусного вооружения судна. Грот дополняли грот-марсель, прямой парус - фок и косая бизань. Массивную грот-мачту собирали из нескольких брусков, которые тщательно подгонялись друг к другу и скреплялись вулингами. Грот-рей был изготовлен из двух брусков, которые также скреплялись вулингами. Он поднимался до места двумя фалами, коренные концы которых крепились к нокам рея и одновременно служили ему топенаментами. При сильном ветре площадь грота могла уменьшаться путем отсоединения нижней его части, где располагался бинет. Бинет, бонет (*Bonnet*) - узкая полоса парусины, пристёгивающаяся к нижней шкаторине паруса для увеличения его площади. Уборка бинета заменяет собой взятие рифов на обычных прямых парусах. Площадь бинета на гроте *каракки* равнялась, приблизительно, одной четверти от площади грота.

По сравнению с грот-мачтой её стеньга была значительно меньше и тоньше. На ней крепился непропорционально маленький марсель. Его шкоты выводились на марсовую площадку. Фок-мачта и бизань-мачта были одноподеревками, они были ниже и тоньше грот-мачты. Шпор фок-мачты крепился в верхней части форкасла; через него проходил короткий высоко поднятый бушприт, на нём не было паруса. Все мачты имели ванты (*Shrouds*) с выбленками, тросы вантов обшивались кожей. К вант-путенсам



Когг

ванты крепились мягкими талрепами с юферсами. Грузовместимость *каракк* достигала 400 ласт (1 ласт (Last) = мера вместимости судов, равная 2 регистровым тоннам или 5,66 м<sup>3</sup>).

Одним из первых в Европе, примерно в 1440 г., строить *каракки* начал бретонский корабельный мастер Жюльен. В Голландии обшивка вгладь получила название *кравеель*, так *каракка* стала *каравеллой*. Благодаря своим прекрасным мореходным качествам вскоре *каравелла* становится самым популярным торговым судном в Северной Европе. Особых различий в те далёкие времена между военными и торговыми судами не было. Например, ганзейские купцы считали, что если на судне в экипаже число арбалетчиков меньше 20 - судно торговое; если больше, до 40, - судно военное. О размерах *каравеллы* известно достаточно много. Для примера возьмём флагманское судно Христофора Колумба. "Санта-Мария", отплывшая из порта Палоса 3 августа 1492 г., имела длину 23 м, ширину 6,7 м и осадку 2,8 м. Отсюда легко рассчитать её водоизмещение, которое составляло около 312 т.

Значение *каравеллы* в мировой истории мореплавания исключительно велико. Этому судну мы обязаны свершившимся Великим географическим открытиям. На таких судах отважные мореходы совершили первое кругосветное путешествие, открыли новые континенты, пути в Индию и другие страны Дальнего Востока. Благодаря им Португалия и Испания стали великими морскими державами. На *каравеллах* началась колонизация вновь открытых земель. Но вскоре потребовались суда уже другого типа, способные брать на борт достаточное количество груза и пассажиров. Наступивший XVI век поставил перед судостроением и мореплаванием новые задачи. На флоте появилась морская артиллерия, и хотя запаса прочности корпуса *каравеллы* было достаточно для того, чтобы размещать на её борту пушки, встал вопрос об их количестве, чем больше, тем лучше. Для маленькой *каравеллы* иметь на борту мощную артиллерию, да ещё и крупного калибра - роскошь непозволительная.

Всем этим требованиям отвечал *галион*. Суда этого типа начали строить в XVI в. Так, например, военно-торговым союзом северо-европейских городов (Ганзой) для участия в войне со шведским королём Эриком XIV был построен *галион* "Орёл Любека", спущенный на воду в 1566 г. Но к этой славной дате стороны уже заключили мирный договор, и боевой корабль стал использоваться как торговое судно. Этот *галион* имел шесть палуб, на которых располагались каюты для экипажа и пассажиров. В военном варианте экипаж насчитывал 1050 человек, из них 400 матросов; 500 солдат (абордажная команда) и 150 канониров, обслуживавших корабельную артиллерию. Надо заметить, что пушки в те времена ставили не только на военных судах; торговые суда часто несли вполне убедительное вооружение для борьбы с пиратами.

Неизвестно, сколько пассажирских мест образовалось на борту *галиона* "Орёл Любека", но известно, что некоторые *галионы* того времени имели грузоподъёмность до 1500 т и могли брать на борт до 2000 пассажиров с багажом. На гравюре Вильгельма Барентцена, что находится в музее мореплавания в Амстердаме, изображён большой *галион* постройки 1585 г. Он предназначался для ведения артиллерийского морского боя. Его пушки располагались на гандеках (батареиных палубах) внутри корпуса суд-

на, пушечные порты закрывались водонепроницаемыми крышками. Судно имело развитый ахтеркасль, в нём пушек не было, он был полностью приспособлен для размещения кают для экипажа и пассажиров. Открытые галереи на корме создавали дополнительный комфорт для пассажиров при плавании в тропиках.

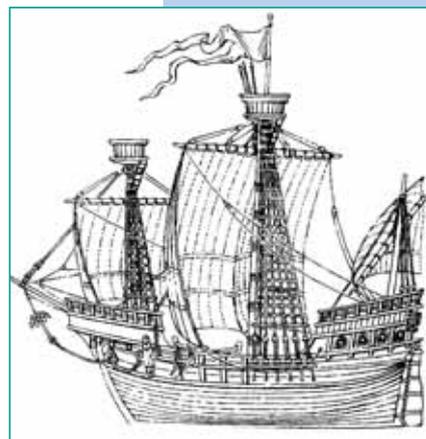
Перенос орудий из надстроек в корпус способствовал уменьшению количества этажей в надстройках, постепенно форкасль стал вообще одноэтажным, что несколько снизило высоту избыточного надводного борта и благоприятно сказалось на мореходных качествах судна. В Нидерландах строились *галионы* с менее развитыми надстройками. Сохранился рисунок такого судна, построенного в 1597 г.

Особенно в *галионах* нуждались Португалия и Испания, которые ещё в 1494 г. пытались поделить мир. Так, по договору, заключённому в Тордесилье (Испания), была установлена граница по меридиану 46° западной долготы. Западное полушарие принадлежало Испании, восточное - Португалии. Водоизмещение *галионов* для дальних морских вояжей превысило 2000 т, а количество жилых палуб в ахтеркасле увеличилось до семи. Крупнотоннажные *галионы* имели по четыре мачты. Фок-мачта и грот-мачта несли по три прямых паруса. На бушприте ставили блинд - прямой парус, подвязанный к блинда-рею. Иногда таких парусов было два. Второй ставился на блинда-стенге и подвязывался к бовен-блинда-рею, он назывался бовен-блинд. Второй грот и бизань мачта несли по одному треугольному латинскому парусу.

Восточный шторм 21 апреля 1500 г. прибил эскадру из 13 португальских *каравелл* под командованием Кабрала к неизвестному берегу, находившемуся в пределах португальской сферы влияния в мировом океане. Так была открыта Бразилия, которую адмирал назвал Островом Истинного Святого Креста. Но усилия Португалии в ту пору были направлены на то, чтобы укрепиться в Индии, поэтому новому открытию не придали должного значения. В 1515 г. португальцы взяли Ормуз и, продолжая движение на Восток, в 1517 г. достигли Южного Китая. Их *каравеллы* доходили до Японии и Кореи. Они закрепились на острове Цейлон, полуострове Малакка, Зондских островах. Им тоже пришлось сменить *каравеллы* на *галионы*.

А между тем папа Римский закрепил раздел мира своей буллой: "...именем высшей власти апостольской, считать испанскими острова и материи, что недавно были открыты и будут открыты, если они ещё не принадлежат никакому другому христианскому королю. Под страхом отлучения от церкви объявляется запрет на въезд в эти страны и заключение торговых сделок без официального нашего разрешения..."

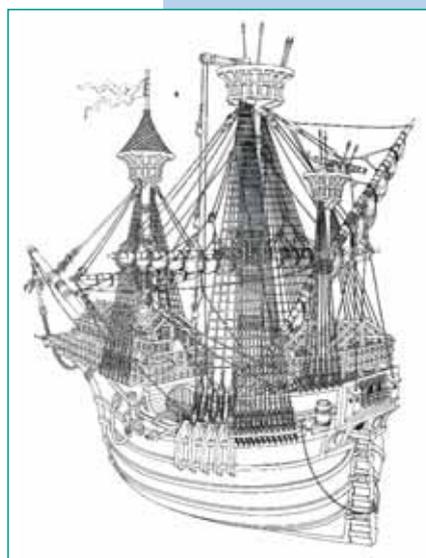
Владения Испании на Западе уже через полвека после плавания Колумба были внушительны. Она владела Антильскими островами, Панамским перешейком, полуостровом Флорида, Мексикой и Перу. В Испанию потекли

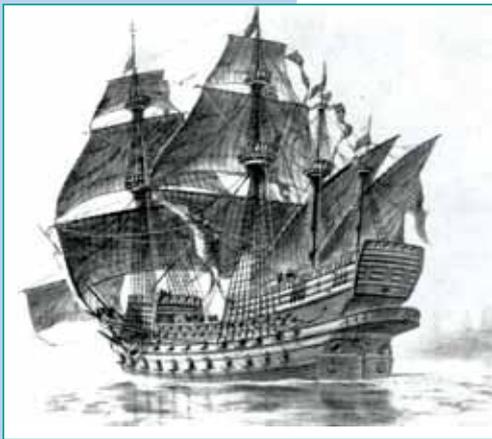


Хольк



Каракка





реки американского золота и серебра, вначале из Мексики, потом из Перу, где, как рассказывали очевидцы, крыши и стены храмов были отделаны золотыми пластинами, а мостовые сделаны из серебра... С новой силой заработали рудники, где под ударами плетей надсмотрщиков трудились аборигены. Только один рудник в Потоси за год давал около 300 т чистого серебра. Результатом этого грабежа стало то, что в XVI в. количество серебра в Европе возросло в пять раз. Четыре пятых всех драгоценных металлов возилось из Америки.

Галион "Орел Любека", длина 64 м, ширина 14,2 м, высота грот-мачты до марсовой площадки 34 м, длина грот-рея 34 м. Вооружение - 130 пушек калибром от четверти фунта до 40 фунтов

Разумеется, тяжело гружёные торговые суда не могли не обратить на себя внимание и "джентльменов удачи". Для защиты своих конвоев Португалия и Испания прилагали немалые усилия. Была разработана строго регламентированная система морских конвоев, в портах строились береговые укрепления. Число судов в морских конвоях XVI - XVII вв. достигало 100 - 150 выпелов. Они были пиратам "не по зубам". Что же касалось судов, осуществлявших одиночные плавания, то они нередко становились добычей пиратов, либо английских и голландских каперов.

Галион хотя и имел хорошие грузоподъёмность и грузоместимость был не столь резвым ходяком. Из-за избыточной высоты надводного борта в районе многоярусных форкасла и ахтеркасла он плохо ходил в бейдевинд, да и его маневренность оставляла желать лучшего. Высокие надстройки сами по себе являлись неплохими парусами с той лишь разницей, что управлять этими "парусами" моряки не могли. Поэтому они всегда предпочитали попутные ветры - бакштаг, фордевинд или, на худой конец, галфвинд. Например, португальцы, направляясь в Индию, покидали Лиссабон в марте или апреле, когда начинали дуть муссоны, способствовавшие благополучному пересечению Индийского океана. В Индии торговые суда становились под погрузку, а военные суда сменяли своих собратьев, пришедших годом раньше. Одни сопровождали тяжело гружёный караван домой, другие со свежими силами оставались нести дозорную службу у берегов Индии и Малакки. С северо-восточным муссоном конвой отправлялся в обратный путь.

Англичане не стали строить большие и неуклюжие галионы, они предпочли суда меньших размеров, как выражались мореходы - "крейсерского ранга", быстроходные и хорошо вооружённые. Сохранив, в основном, без изменений парусное вооружение, они в ущерб комфорту, значительно уменьшили высоту надводного борта и надстроек. Если испанские галионы в надстройках имели шесть - семь жилых палуб, то англичане носовую надстройку сделали одноэтажной. Кормовая надстройка имела не более двух жилых палуб. Водоизмещение английских галионов было около 600 т, то есть "англичанин" был легче галиона в 3 - 4 раза; он был лёгок на ходу, хорошо маневрировал и был неплохо вооружён, зачастую лучше чем испанские и португальские галионы.

Так Англия и Нидерланды вступили в борьбу за господство на море с великими, в то время, морскими державами Португалией и Испанией. К союзникам позже присоединилась и Франция. Английские, нидерландские и французские купцы стремились установить прямые, вопреки интересам Испании и Португалии, торговые контакты с их колониями. Они хотели торговать самостоятельно без посредничества метрополии. Уже в конце XVI в. товарооборот контрабандной торговли новоявленных партнёров с испанскими и португальскими колониями в два раза превышал законный товарооборот с метрополиями.

Англия по-прежнему не могла посылать свои торговые суда в колониальные порты Испании и Португалии, наложившие запрет на заход английских торговых судов в свои порты. Поэтому правительство Англии поддерживало и поощряло любые выступления, в том числе и пиратство, против великих морских держав, не смотря на то, что английская королева Елизавета и король Испании Филипп II состояли в родственных отношениях, Елизавета была кузиной Филиппа II.

Более лёгкие на ходу и маневренные английские суда уверенно действовали против испанских галионов, хотя английским морякам и пришлось самостоятельно изучить условия плавания у американского побережья, составить собственные морские карты и лоджи. Свои морские пособия для мореплавателей испанцы и португальцы, естественно, засекретили. Первым к американским берегам в 1563 г. сходил Дж. Гукинс, капитан ганзейского судна "Иисус Любека" с грузом "чёрного дерева" (рабов) из Африки. Совершив несколько весьма успешных рейсов, он всё же не избежал "жаркой встречи" с испанскими галионами, потопившими его судно в 1567 г. В том последнем плавании на борту "Иисуса Любека" служил молодой офицер Френсис Дрейк, будущий капер, лорд и адмирал ВМФ королевы Елизаветы.

Об этом отважном мореходе, пожалуй, стоит сказать несколько слов. Уже в 1568 г., имея на руках каперское свидетельство королевы Елизаветы, капитан Ф. Дрейк выходит в море. Каперство пришлось ему по душе. Убедившись в неплохой доходности своего предприятия, он в 1572 году выводит в море отряд из двух кораблей. Его действия хорошо спланированы и продуманы. Англичане скрытно высаживаются на побережье Панамского перешейка и нападают на караван мулов, захватив весьма ценную добычу. Испанские галионы где-то в море, а англичане с богатой добычей берут курс к родным берегам, где им уже уготован роскошный приём. На одном из таких приёмов во дворце королевы Елизаветы Ф. Дрейк изложил её величеству план: он намеревался обогнуть Южную Америку с Юга и напасть на испанские колонии, расположенные на западном американском побережье. Попутно он предпологал и открытие новых земель для английской короны. Подготовка этого предприятия проходила в строжайшей тайне, "королевские пираты" готовились к бою.

Наконец, 13 декабря 1577 г. Ф. Дрейк выводит в море отряд из трёх кораблей. В финансировании предприятия принимала активное участие сама королева. Флагманом становится "Пеликан". Его длина 26 м, ширина 7 м, водоизмещение около 330 т. Прибыв в бухту Сан-Хулиан отряд, по примеру Ф. Магеллана, там зазимовал. Отремонтировав суда и пополнив запасы продовольствия и пресной воды, суда экспедиции продолжили своё плавание. Те-

Нидерландский военный галион 1597 г.



перь "Пеликан" имел новое название - "Золотая Лань". С 20 августа по 6 сентября 1578 г. суда следовали Магеллановым проливом. Затем встретивший их жестокий тихоокеанский шторм внёс некоторые коррективы. Одно судно погибло, другое вернулось в Англию. "Золотую Лань" вынесло в район мыса Горн. Так была открыта южная оконечность американского материка. Заметим, что названия мыс Горн и пролив Дрейка появились на морской карте лишь после того, как там побывал сам Ф. Дрейк. Однако, Южной Земли не было, и Ф. Дрейк повёл своё судно на Север, между делом по пути не забывая грабить испанские *галионы*, один из которых оказался с грузом золота и серебра.

Не меньший интерес англичане проявляли и к испанским поселениям, расположенным на американском берегу, ныне - побережье Чили. Так, "Золотая Лань" поднялась до самого северного испанского поселения Гуаталко. На протяжении всего пути Дрейк тщетно искал пролив, который соединял бы Тихий и Атлантический океаны, так он поднялся до параллели 48° северной широты, и только непогода заставила англичан повернуть обратно. В бухте близ современного Сан-Франциско, ныне бухта Дрейка, "Золотая Лань" встала на якорь. Судно тщательно отремонтировали и пополнив запасы снова вышли в море взяв курс к берегам азиатского континента. Через 2 месяца, гонимое попутными ветрами, судно подошло к острову Палау, ещё через 4 недели прошли Филиппины и бросили якорь на рейде порта Тернате на Молуккских островах. Там, загрузившись пряностями, "Золотая Лань" продолжила плавание. По пути случилось неприятное происшествие: судно село на мель, но затем смогло продолжить путь.

Сделав по пути заход на остров Ява, Ф. Дрейк проложил курс к мысу Доброй Надежды. Англия встретила своих мореходов 26 сентября 1580 г. Английская королева собственноручно посвятила Ф. Дрейка в рыцари. На борту "Золотой Лани" были товары общей стоимостью в два с четвертью миллиона фунтов золотом, половина причиталась королеве, акционеры тоже не прогадали, получив прибыль на вложенные капиталы в 4700 %. Сам Дрейк стал мэром Плимута.

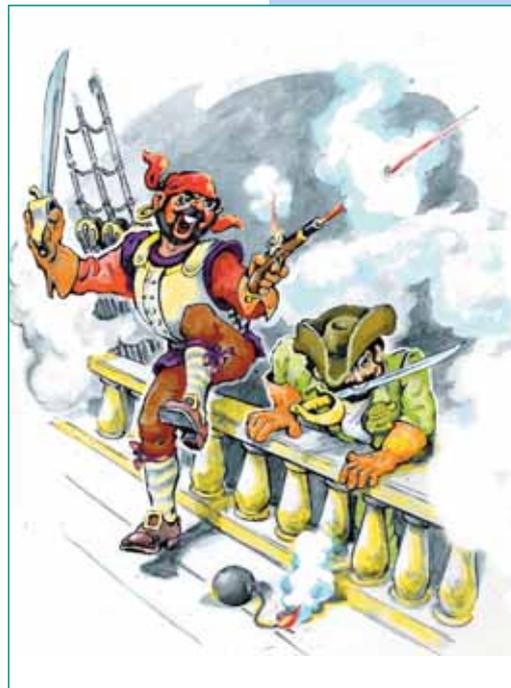
Не меньшей известностью в Англии позже пользовался сын богатого английского откупщика из Валлиса, сэр Генри Морган. Начав службу матросом, он перебрался на Ямайку и там оказался в компании вестиндских корсаров. (Корсары, корсеры - *corsair* - частные моряки, снаряжавшие с разрешения правительства принадлежащие им суда для захвата торговых судов противника. Корсары нередко со своими судами входили в состав королевского военного флота для несения при нём крейсерской, разведывательной и посылной службы). На Моргану обратил внимание известный капер Мансфельд, отметивший незаурядные способности молодого моряка и назначивший его своим вице-адмиралом. После смерти Мансфельда в 1668 г. разудалая братия единодушно решила, что лучшего предводителя, чем Генри Морган, им не найти. И он в полной мере оправдал оказанное доверие. Его незаурядный ум и отчаянная храбрость сделали своё дело. Совершив несколько удачных разбоев, Генри Морган уговорил своих людей не тратить деньги понапрасну, а вложить их в совершенно иные предприятия.

Так в его распоряжении появилась эскадра из 12 вымпелов с общей численностью экипажей около 700

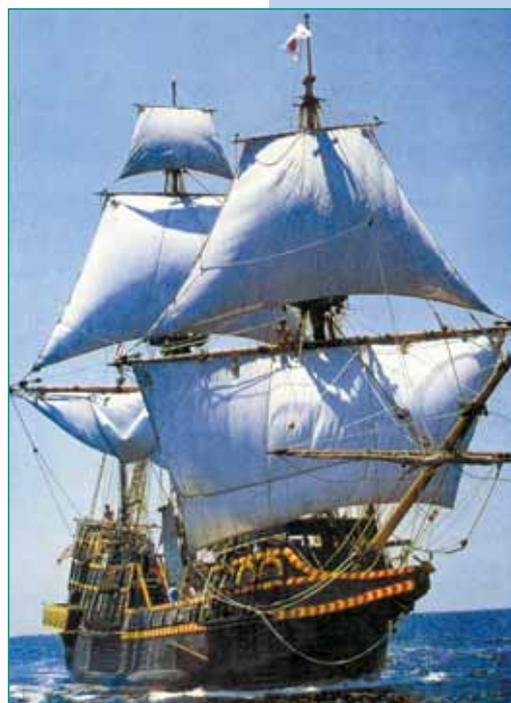
человек. А далее события начали развиваться в духе захватывающего приключенческого романа. На стороне Генри Морган всегда ограниченные силы, но он нападает на более сильного противника, и ему всегда сопутствует успех. Основательно "почистив" порты Кубы, он напал на город Эль-Пуэртодель-Принсипе, находящийся в центральной части острова. На оборону города встало всё его население, но натиск корсаров был неотразим. Не "жаловал" Морган и своих коллег, которые имели каперские свидетельства, выданные суверенами против Англии. "Морская братва" Генри Морган была многонациональна. Здесь были и англичане, и французы, и голландцы и прочие. Однако все ему доверяли и готовы были без страха идти за ним в огонь и в воду. Надо отметить, что каперы подрывали боевую мощь метрополии, отвлекая на себя значительные силы королевского флота.

Укрепив своё влияние на островах Карибского моря, Генри Морган обратил свой взор на материковую Америку. Перед ним склонил знамёна богатый испанский город Порто-Белло, он опустошил поселения испанских колонистов вокруг озера Маракайбо, разорил Панаму. В 1672 г. король Карл II посвятил Генри Моргану в рыцари и сделал губернатором острова Ямайка, где в чести и фаворе он и закончил свой жизненный путь. Его имя можно встретить на страницах романа Рафаэля Сабатини "Буканьер его величества". Надо ещё отметить тот факт, что именно каперство немало способствовало становлению Англии как Владычицы морей.

Заканчивая тему о *галионах*, хочу отметить, что этот тип универсальных судов исправно служил мореходам около 200 лет. На его базе впоследствии были спроектированы два типа военных судов - это *корабль* и *фрегат*. Самым большим, самым быстрым, самым вооружённым (до 100 пушек на борту), с бордажной командой (до полка морской пехоты) был *корабль*. Пираты боялись *корабля* как чёрт ладана, так как знали, что он способен догнать и уничтожить любое пиратское судно. С другой стороны, лучшим судном крейсерского ранга был *фрегат*, нёсший на борту до 40 пушек и имевший прекрасные маневренные и скоростные качества. 



Каравелла "Золотая лань"  
Ф. Дрейка  
Современная копия



# ПААР

Александр Идин

**“Паровая машина (ПМ) – поршневой первичный двигатель, предназначенный для преобразования потенциальной тепловой энергии (давления) водяного пара в механическую работу. Рабочий процесс ПМ обусловлен периодическими изменениями упругости пара в полостях ее цилиндра, объем которых изменяется в процессе возвратно-поступательного движения поршня. Пар, поступающий в цилиндр ПМ, расширяется и перемещает поршень. Возвратно-поступательное движение поршня преобразуется с помощью кривошипного механизма во вращательное движение вала. Впуск и выпуск пара осуществляются системой парораспределения. Для снижения тепловых потерь цилиндры ПМ окружаются паровой рубашкой”.**

Каждому приходилось видеть, как исчезают капельки или лужицы воды с какой-либо поверхности. Это знакомо, как и то, что если температура поверхности или воздуха станет еще больше, то и исчезновение наступит скорее. И название этому процессу также известно - испарение, т.е. превращение вещества из жидкого состояния в газообразное. Этому процессу подвержены все жидкости без исключения. Только при одинаковых условиях (температура, давление и т.д.) одни жидкости испаряются быстро, другие, например, ртуть - медленно. Если испарение происходит медленно, то увидеть пар удастся не всегда. Видно его только при определенных условиях: например, с мокрой после дождя крыши, обращенной к солнцу, испарение бывает столь интенсивным, что пар похож на тонкий слой дыма. В незамкнутом пространстве пар перемешивается с воздухом, с потоками которого он уносится от поверхности жидкости. Проходит время, и вся влага испаряется.

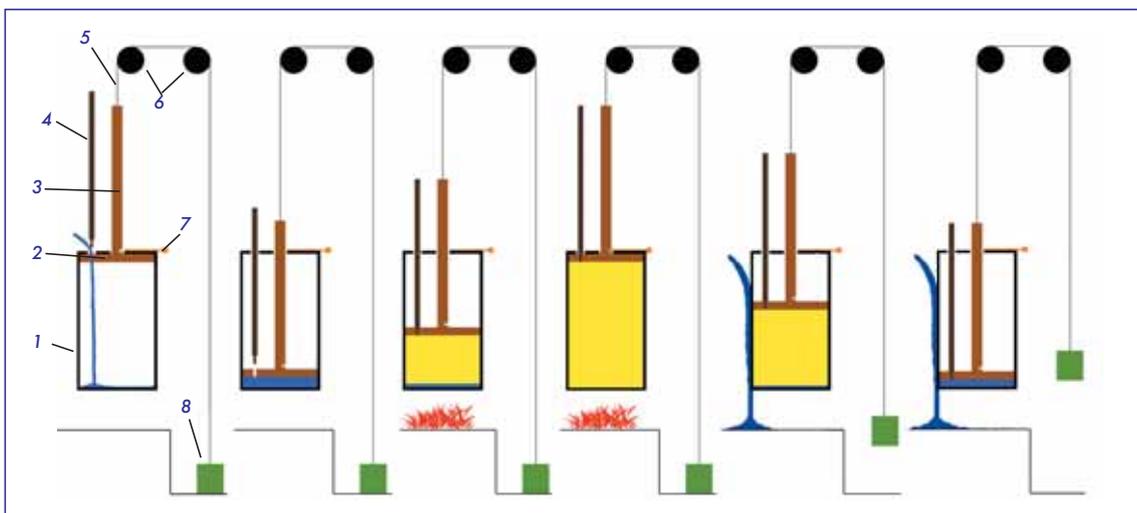
Пар, попавший в атмосферу, опять превращается в жидкость. Но для этого необходимы определенные условия: достаточное количество пара в воздухе (для этого существует такое понятие как “влажность”), соответствующие температура и давление. С понижением температуры при достаточно высокой влажности пар снова становится жидкостью. В природе это явление, которое называется конденсацией, часто наблюдается по утрам в виде тумана. Если влаги в воздухе много, а температура падает значительно, то капельки уже не столь маленькие, как у тумана, они уже не висят, а падают. И бывает так, что вместо бе-

зобидного дождика с неба хлещет ливень: все зависит от того количества влаги, которое смогла накопить атмосфера. Как бы то ни было, но вода вновь вернулась на землю, причем и туда, откуда берут начало реки. Много веков назад человек догадался, как, например, с помощью водяного колеса использовать энергию рек, которых без непрерывных процессов испарения и конденсации не существовало бы.

Но наступило время, когда полученной таким образом энергии стало не хватать. Особенно для откачивания воды из шахт, где добывались уголь и руда, а также для привода различных металлообрабатывающих, ткацких и подобных станков и механизмов. Иногда приходилось тянуть привод от водяного колеса, установленного на реке, до цехов со станками несколько километров. Требовалось найти источник механической энергии рядом с рабочим местом. Зная о том, что в истории развития техники был период паровых машин, можно было бы предположить, что некто пылкий и любознательный, заметив, как крышка над котлом с кипящей водой приподнимается, и, выпустив порцию пара, падает на место, поймет, что этому можно найти применение. Но, видимо, никто из них не ходил на кухню и не стоял у плиты, а читал научные книги.

А в начале XVII века в науке произошли некоторые события. Во-первых, в 1601 г. итальянский ученый Д. Порты заметил, что при конденсации водяных паров в замкнутом пространстве образуется разрежение. Во-вторых, в 1643 г. итальянский физик Э. Торричелли доказал, что существует атмос-

Рис. 1



ферное давление. И, в-третьих, опыты 1654 г., с помощью которых немецкий физик О. Герике доказал существование массы и упругости воздуха, подсказали идею об объединении этих знаний для создания пароатмосферной машины. Первым, кому удалось ее создать, был французский физик и изобретатель Д. Папен. В 1690 г. он опубликовал описание такой машины, конструкция и принцип действия которой показаны на рис. 1.

В вертикально расположенном цилиндре 1 находится поршень 2, который с помощью стержня 3, проходящего через верхнюю крышку цилиндра, соединяется с тросом 5. Другой конец троса предназначен для присоединения через систему блоков 6 к грузу 8, который необходимо поднять. В цилиндре на дне находится вода. Для установки машины в исходное состояние необходимо опустить поршень путем удаления воздуха под ним через отверстие, которое открывается и закрывается специальным стержнем-клапаном 4. Когда поршень достигает поверхности воды, отверстие закрывают, и под цилиндр устанавливают источник тепла. Вода закипает, образовавшийся пар поднимает поршень, который в верхней точке фиксируют стопором 7. Затем убирают источник тепла, подсоединяют груз, убирают стопор и охлаждают цилиндр с внешней стороны водой. Пар конденсируется, давление в цилиндре падает, и под действием давления атмосферного воздуха поршень опускается, а груз, естественно, поднимается.

Ура! Машина работает! И все было бы хорошо, но только практического применения данная конструкция не нашла из-за большого расхода топлива, недостаточной мощности, слишком маленькой высоты подъема груза, например воды из шахт, что было одной из основных проблем того времени. Ну, а кому как не шахтовладельцам братья за решение этой задачи? Один из них, англичанин Т. Севери, придумал и в 1698 г. получил патент на машину для подъема воды и получения движущей силы для всех видов производства. По правде, у Севери получился только паровой насос, сделать паровую машину он, видимо, предпо-

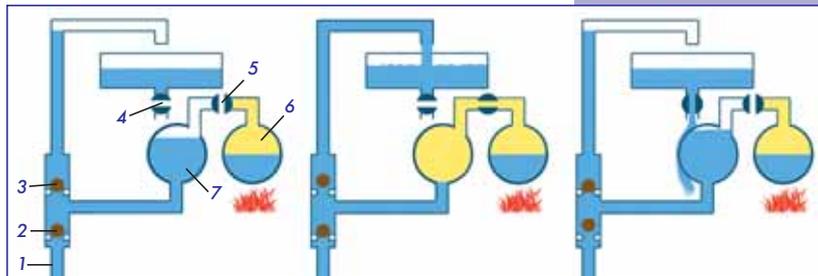


Рис. 2

лагал позднее, а пока с помощью патента хотел "зас-толбить" привилегию на нее за собой.

На рис. 2 показан его насос и поясняется принцип работы. В этой конструкции впервые был применен паровой котел как самостоятельный элемент. Вода в котле 6 нагревалась, и получался пар. Затем открывался клапан 5, и пар поступал в конденсационный сосуд 7. Вода из него поступала в трубу 1, предназначенную для откачки воды из шахты. Т.к. при этом обратный клапан 2 закрыт, а клапан 3 открыт, то вода выливается из верхнего конца трубы. После того как в сосуде 7 вся вода будет вытеснена, клапан 5 закрывается, а открывается клапан 4 подачи воды, охлаждающей конденсационный сосуд 7. Пар конденсируется, давление в сосуде 7 падает, и под действием атмосферного давления вода по трубе 4 поднимается через открытый клапан 2 в сосуд 7. Клапан 3 при этом закрыт. После прекращения поступления воды в сосуд 7 клапан 4 закрывается, а клапан 5 открывается. Затем процесс повторяется вновь.

Из-за низкой прочности котлов максимальное давление пара не превышало 3 атм, поэтому максимальная высота подъема воды была порядка 25 м. Глубина откачки через трубу 1, соответственно, чуть больше 10 метров. Но, несмотря на это, а также и на то, что к.п.д. парового котла не превышал 0,3 %, эта машина нашла применение на шахтах. Правда, для подачи воды с больших глубин приходилось последовательно устанавливать несколько таких насосов по глубине шахты.

**Это было первое промышленное применение пара.** □  
(Продолжение следует)



**В культурно-выставочном центре "Сокольники" - павильоны № 3, 3.1 - одновременно будут проводиться крупнейший мировой инновационный форум - XI Московский международный салон промышленной собственности "Архимед", и выставка товарных знаков "Trade mark Leader 2008".**



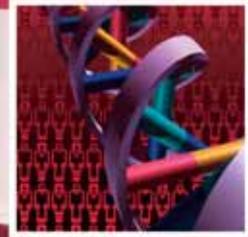
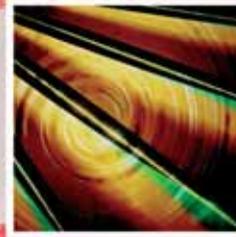
**С 1 по 4 апреля 2008 года в Москве пройдет XI Московский международный салон промышленной собственности "АРХИМЕД". Его участники - промышленные предприятия из разных регионов России [www.archimedes.ru](http://www.archimedes.ru)**





# VIII МОСКОВСКИЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ САЛОН ИННОВАЦИЙ И ИНВЕСТИЦИЙ

3-6 МАРТА 2008  
Москва,  
Всероссийский  
Выставочный  
Центр, пав. №69



## «НАЦИОНАЛЬНЫЕ ПРИОРИТЕТЫ РАЗВИТИЯ РОССИИ: ОБРАЗОВАНИЕ, НАУКА, ИННОВАЦИИ»

VIII Московский международный салон инноваций и инвестиций проводится по распоряжению Правительства Российской Федерации №1047-Р от 14.08.07 г. в целях содействия развитию инновационной деятельности, техническому перевооружению российского производства, развитию рынка объектов интеллектуальной собственности, объединению интересов изобретателей, разработчиков и производителей высокотехнологичной продукции и представителей промышленного и финансового бизнеса Российской Федерации, стран ближнего и дальнего зарубежья, совершенствованию патентной и лицензионной деятельности.

### ОРГАНИЗАТОРЫ:

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Министерство экономического развития и торговли Российской Федерации  
Федеральное агентство по науке и инновациям  
Правительство Москвы  
ОАО «ГАО «Всероссийский выставочный центр»  
ФГУ НИИ «Республиканский исследовательский научно-консультационный центр экспертизы»

### ПРИГЛАШАЕМ К УЧАСТИЮ:

- российские и зарубежные научные организации и промышленные предприятия, государственные научные центры, институты РАН, высшие учебные заведения, организации и предприятия оборонно-промышленного комплекса, предприятия малого инновационного бизнеса, изобретателей, инициаторов инновационных проектов, представителей предпринимательских кругов, заинтересованных в получении коммерческого результата от реализации конкурентоспособной наукоёмкой продукции и инновационных технологий;
- фонды, технопарки, инновационно-технологические центры, центры международного научно-технического и инновационного сотрудничества;
- венчурные фонды, финансовые и консалтинговые структуры, деятельность которых предполагает участие в финансировании, реализации и сопровождении инновационных наукоёмких проектов.

Будем рады видеть Вас в качестве экспонентов и посетителей  
VIII МОСКОВСКОГО МЕЖДУНАРОДНОГО САЛОНА ИННОВАЦИЙ И ИНВЕСТИЦИЙ!

### Контактные телефоны:

(495) 981-92-52, 205-36-90, факс: +7 (495) 981-82-21

E-mail: nataly@Vvcentre.ru, lyumar@extech.ru

### ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА:



[WWW.FASI.GOV.RU](http://WWW.FASI.GOV.RU)

[WWW.INNOVEX.RU](http://WWW.INNOVEX.RU)

[WWW.EXTECH.RU](http://WWW.EXTECH.RU)

ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ МЕНЯЮТ МИР

22-25 апреля 2008 г.  
Россия, Москва,  
ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»  
павильон Форум



VT XXI  
2008



High technologies change the world

IX Международный форум  
The 9<sup>th</sup> International Forum

# ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ HIGH TECHNOLOGY OF XXI ВЕКА

## ПРОГРАММА:

- IX Международная выставка «VT XXI - 2008»
- Международная конференция «Высокие технологии – стратегия XXI века»
- Конкурсная программа

## ОРГАНИЗАТОРЫ:

- Министерство промышленности и энергетики Российской Федерации
- Департамент науки и промышленной политики города Москвы
- ООО «ЭКСПО-ЭКОС»
- Российский Фонд развития высоких технологий
- Московская торгово-промышленная палата
- Московская ассоциация предпринимателей
- Министерство промышленности и науки Московской области
- ОАО «Московский комитет по науке и технологиям»
- ЗАО «Экспоцентр»

## ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:



Правительства  
Российской Федерации



Правительства  
Москвы



Форум проводится под патронажем  
Торгово-промышленной палаты Российской Федерации

**ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПОДРОБНОЙ ИНФОРМАЦИИ,  
ПОЖАЛУЙСТА, ОБРАЩАЙТЕСЬ:**

**ООО «ЭКСПО-ЭКОС»**

Тел.: (495) 332-35-95, 331-05-01, 331-23-33;

Факс: (495) 331-05-11, 331-09-00;

E-mail: vt21@vt21.ru; arena@vt21.ru;

http://www.vt21.ru; www.expococos.com

[www.VT21.ru](http://www.VT21.ru)



**Двигатели -  
энергия успеха!**

**15-19 апреля 2008 г.  
г. Москва**

Устроитель салона  
**АССОЦИАЦИЯ "СОЮЗ АВИАЦИОННОГО ДВИГАТЕЛЕСТРОЕНИЯ"**  
Россия, 105118, Москва, пр-кт Буденного, 19

- Авиационные и космические двигатели
- Двигатели для автомобилей, тракторов, судов, подвижного состава
- Двигатели для газо- и нефтеперекачивающих агрегатов
- Двигатели для энергетических установок
- Электродвигатели, ветродвигатели
- Микродвигатели для спорт. моделизма
- Системы автоматического управления двигателем
- Перспективные научные и инвестиц. проекты
- Двойные технологии
- Компьютерные разработки
- Станкостроение
- Металлургия
- Топлива, масла, смазки
- Подшипники
- Ремонт и сервисное обслуживание

В рамках салона проводится научно-технический конгресс по двигателестроению с широким привлечением специалистов авиац., космической, автомоб., тракторной и судостроительной промышленности, эксплуатантов двигателей и представителей экологических организаций.

**Двигателестроение было и остается ведущей отраслью машиностроения России. Мы вместе прошли годы кризиса и падения, вместе вышли из этого пике, и сейчас, несмотря на все трудности, уверенно смотрим в будущее.**

**Лучший показатель пройденного пути, своеобразный смотр наших достижений - выставка «Двигатели-2008», которая в десятый раз пройдет в Москве 15-19 апреля 2008 г. Юбилейная выставка и проходящий в ее рамках научно-технический конгресс - логическое продолжение и развитие предшествующих салонов, начиная с самого первого «Авиадвигателестроение-90», состоявшегося в 1990 г.**

**Само время подсказало идею проведения салонов и единственный выход для развития двигателестроения - объединение через интеграцию. Несмотря на трудности объединительного процесса, бурных дискуссий о дальнейших путях интеграции, прошедшие и, я надеюсь, будущий салон показывают, что наша сила - в единстве.**

**Надеюсь, что это единство, вкупе с демонстрацией высокого уровня продукции предприятий-участников салона, станет основой как для успешной работы на выставке, так и для дальнейшего процветания двигателестроителей.**

**Ждем Вас на Салоне «Двигатели-2008»**

**Генеральный директор Салона «Двигатели»**

**Президент Ассоциации «Союз авиационного двигателестроения»  
В.М. Чуйко**

**тел. (495) 364-80-48  
тел. (495) 364-89-16  
факс (495) 364-45-88**

**e-mail: [assod@assod.ru](mailto:assod@assod.ru)  
<http://assod.ru>**



# Spice UP Turning

## HELITURN TG

### тангенциальная геометрия



## на 200% производительней

старый метод  
чернового  
точения



109544, г. Москва,  
ул. Малая Андроньевская, 20/8.  
Тел./факс: +7 (495) 956-4769, 956-4776

Высокопроизводительная обработка (Fast Metal Removal - FMR) специально предназначена для черновых операций, связанных со снятием большого количества стружки за один проход. Новая державка HELITURN с тангенциально закрепленной пластиной, обладающей спиралевидной режущей кромкой, представляет собой исключительное решение для работы с большой глубиной резания при высокой подаче. Державка HELITURN SLANR/L - TANG использует уникальную тангенциальную пластину LNMX 22 10.R/L-HT, обеспечивающую глубину резания до 15 мм.

Member IMC Group  
**ISCAR**

# Электроискровая революция свершилась!



## **Nano EDM EA 05**

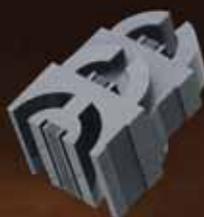
Лучший продукт Японии 2005  
(1 из 10 лучших)

**Пионер и лидер  
нанотехнологий  
в электроискровой  
и механообработке**



**Рождение  
гибридных  
ЭИ станков**  
(Sodick, 2006 г.)

**Рождение  
линейных  
ЭИ наностанков**  
(Sodick, 2001 г.)



**Рождение  
линейных  
ЭИ станков**  
(Sodick, 1998 г.)



**Рождение  
керамических  
ЭИ станков**  
(Sodick, 1981 г.)

**Рождение  
зеркальных  
ЭИ технологий**  
(Sodick, 1980 г.)

**Рождение  
ЭИ станков с  
компьютерными ЧПУ**  
(Sodick, 1976 г.)

**Рождение  
ЭИ станков с ЧПУ**

**Рождение  
электроискровой  
обработки** (Россия, конец 30-х)

# Sodick

