



выходит с XX века

Двигатель

ОТКРЫТА ПОДПИСКА

Научно-технический журнал

на 1967 год

№ 2 2007 (50+243)

на двухнедельный, популярный, научно-технический журнал

Двигатель

Мы вместе уже который век...

Журнал служит делу нашей обороны

национального двигателя

ской

свой



Оставайтесь с нами!



ДВУХМЪСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛЪ



DVIGATEL

IX ГОДЪ ИЗДАНИЯ

DVIGATEL

La seule revue technique „Le Moteur“.

Die einzige technische Zeitschrift „Der Motor“.

The sole technical review „The Motor“

ЖЕТІ ТОМЪ 1274 - 40

ЖЕТІ ПОДПИСКА ЦЕНА

680 РУБЛѢВЪ ГОДА

РЕДАКЦІЯ МОСКВА • ЛЕВОРТОВЪ • АВИАМОТОРНАЯ УЛ. 2 • ТѢЛ. 362-3925

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.,
зам. ген. директора ЗАО "УК "Пермский моторостроительный
комплекс" по экономике

Иноземцев А.А.,
ген. конструктор ОАО "Авиадвигатель"

Каблов Е.Н.,
ген. директор ГНЦ ВИАМ, академик РАН

Каторгин Б.И.,
ген. конструктор НПО "Энергомаш", 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

Кухаренко 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 ММП им. В.В. Чернышева

Пустовгаров Ю.Л.,
зам. премьер-министра правительства
Республики Башкортостан

Ружьев В.Ю.,
первый зам. ген. директора Российского
Речного Регистра

Селезнев Е.П.,
ген. конструктор, ген. директор КБХМ им. А.М. Исаева

Скибин В.А.,
ген. директор ГНЦ ЦИАМ им. П.И. Баранова

Соколовский М.И.,
ген. конструктор, ген. директор ОАО "НПО "Искра"

Тресвятский С.Н.,
ген. конструктор СНТК им. Н.Д. Кузнецова

Троицкий Н.И.,
директор НИИ двигателей

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
Лидия Владимировна Рождественская

Художественные редакторы
Александр Николаевич Медведь
Владимир Николаевич Романов

Техническая поддержка
Ольга Владимировна Лысенкова

В номере использованы фотографии, эскизы и рисунки:

А.И. Бажанов,
Д.А. Боева, С.И. Жилина,
А.Н. Медведь, В.Н. Романова

Адрес редакции журнала "Двигатель":
111116, Россия, Москва,
ул. Авиамоторная, 2
Тел.: (495) 362-3925
Факс: (495) 362-3925
engine@zebra.ru
boeff@yandex.ru
http://www.dvigately.ru

ОЧЛАЕОАЕУ Е ЕСАОАЕУ

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 100-летию выхода первого номера журнала "Двигатель"**
- 5. И видим, как рождаются мечты**
В.М. Толоконников
- 6. Современные информационные технологии в авиадвигателестроении**
А.В. Артюхов, В.Л. Христолюбов
- 8. Технологии PLM для разработки новейших двигателей**
Д.Н. Елисеев
- 10. Двигатель четвертого поколения - возвращение на землю**
- 12. Из истории МКБ "Гранит"**
В.Д. Лабзин, М.А. Шамбан
- 14. Сертификат типа будет в 2009 г.**
- 15. Всероссийская конференция по проблемам ВПК**
- 16. Балансировочные станки для роторов и деталей авиационных двигателей**
- 18. Вихревая механика перемежающихся сред (пособие для всех интересующихся)**
А.Г. Прудников
- 20. Эластомеры в дизельных двигателях, работающих на диметиловом эфире**
- 22. Экономическая эффективность - главный аргумент при принятии решений**
В.Я. Литвак, М.Е. Горелик
- 24. GLOBATEX AG: Обработывающие центры фирм DIXI MACHINES (Швейцария), RÖDERS (Германия), и UNISIGN (Голландия) для технического перевооружения и модернизации предприятий**
А.Л. Смирнов, В.С. Полуянов
- 28. Турбулентность Леонарда Эйлера**
Ю.М. Кочетков
- 32. Биодизель - альтернативное топливо для дизелей**
Т.Н. Смирнова, В.М. Подгаецкий
- 35. Мобиль на электричестве**
Александр Идин
- 38. Виндхаммеры**
В.С. Шитарев
- 42. Подводный удар**
С.Л. Мальчиков
- 44. Буду любить всегда**
А. Маркуша
- 47. Вращаем квадратное**
С.А. Удинцев



**УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ, АВТОРЫ
И СОУЧАСТНИКИ СОЗДАНИЯ
НАШЕГО ЖУРНАЛА!**

**ОБ ИНИЦИАТОРАХ СОЗДАНИЯ
ЖУРНАЛА "ДВИГАТЕЛЬ"**

Ровно 100 лет назад увидел свет первый номер журнала "Двигатель". Это было издание, призванное объединить всех интересующихся техническими новациями в самых различных областях техники и промышленности, транспорта и спорта. Его организовали на свой страх и риск инженеры, предприниматели, военные, спортсмены (стоит напомнить, что тогда автомобиль, а уж тем более, аэроплан, были, по большей части спортивными снарядами). Прежде всего, это - известный инженер, спортсмен, репортер и предприниматель Андрей Платонович Нагель и бессменный главный редактор журнала, талантливый русский инженер Николай Григорьевич Кузнецов, автор известного "Курса автомобилизма" - самого издаваемого в течение 20 лет учебника по автоделу.

Меняясь сообразно времени, журнал издавался почти 10 лет - до февральской революции 17-го, когда существовавшая государственная система пошла все быстрее и быстрее разваливаться. И хотя в нем не было ни слова о политике - только о технике и людях, - барьера двух революций и гражданской войны он не преодолел. Первоиздатели успели выпустить почти две с половиной сотни номеров. Естественно, что в полном объеме их журнал до нас дойти не смог - сколько разного всего случилось за это время! Но и по тому, что можно сейчас видеть, понятно, что взгляд на пути развития техники и свое место в этом процессе у них и у нас, в конце века, совпал "почти без зазоров". И не удивительно: состав редакции уж больно повторился по качеству: инженеры, ученые, военные, спортсмены. Профессионалы. И все - любители. Своего дела. Так же, как и те, чьими статьями наполнялся "Двигатель" на границе тысячелетий.



А.П. Нагель за рулем "Руссо-Балта" в Париже, 1913 г.

Нагель

Организатором и участником множества заметных спортивных событий в Отечестве, начиная с первой в России "гонки моторов", которая прошла 11 октября 1898 г. под Санкт-Петербургом, был Андрей Платонович Нагель (02.03.1877). Весьма известная современникам фигура: охтинский купец второй гильдии и спортсмен, знаменитый фигурист, выступавший под псевдонимом Аэнь (как тогда было модно). Нагель окончил юридический факультет Петербургского университета, некоторое время работал в Министерстве путей сообщения и одновременно сотрудничал с несколькими спортивными журналами, публикуя отчеты об автомобильных соревнованиях. Получил в наследство немалые деньги и вложил их в издание нескольких автомобильных журналов. При этом в своей квартире на Литейном, 36 разместил редакцию. В 1900 г. он начал издавать собственный журнал под названием "Спорт", а в 1902 г. основал первый в России специализированный иллюстрированный журнал - "Автомобиль". Этот журнал, выходящий до 1917 г., стал самым авторитетным российским автомобильным изданием. Благодаря инициативе журнала "Автомобиль" в 1907 г. состоялся первый в нашей стране автомобильный салон. По результатам этого салона Нагель, совместно с Н.Г. Кузнецовым и еще рядом инициативных лиц, решили организовать журнал "Двигатель". Кроме того, Нагель как редактор и издатель участвовал в выпуске журналов "Автомобильная жизнь" (1908, 1913-1914 гг.), "Автомобильная жизнь и спорт" (1909 г.), "Аэро и автомобильная жизнь" (1910-1914 гг.).

Нагель был в числе основателей Санкт-Петербургского автомобильного клуба (СПАК), одного из первых русских автомобильных клубов, появившегося в 1902 г. В 1904 г. он стал инициатором создания Российского автомобильного общества (РАО), и оставался членом технической и гоночной комиссий РАО до 1917 г. В 1916 г. Андрей Платонович входил в состав Военно-промышленного комитета по постройке автомобильных заводов в России. Перед революцией 1917 г. в квартире Нагеля, помимо редакции журнала "Автомобиль", поселились Всероссийское общество мотоциклистов и Санкт-Петербургский автомобильный клуб.

А в 1913 г. Нагель вместе с коллегами-журналистами Е. Кузьминым и Б. Никифоровым совершил на "Руссо-Балте" международный пробег, пройдя более 15 тыс. км по дорогам Западной Европы и Северной Африки. Владелец автомобиля А.П. Нагель везде подчеркивал, что совершает автопробег на русском автомобиле, снабженном русскими шинами потому, что хочет прорекламировать отечественную фирму. Вся слава этого пробега должна была достаться заводу-производителю.

За победу в ралли Санкт-Петербург - Монако Андрей Платонович первым в истории российского спорта удостоился не толь-

ко спортивной, но и государственной награды - Николай II пожаловал издателю и спортсмену орден Св. Анны третьей степени. Позже "за содействие автомобилизации русской армии в Первой мировой войне" А. Нагель был удостоен орденов Святой Анны II и I степеней и других наград. После Октябрьской революции Андрей Нагель еще некоторое время оставался в Петрограде.

По одним сведениям в 1918 г. он эмигрировал, но куда - во Францию, Швецию или в княжество Монако - неизвестно... По другим данным до 1923 г. он жил в Петрограде на Литейном 36, а потом исчез из виду. Однозначного ответа на этот вопрос в широкой прессе нет. Предположительный год смерти Нагеля - 1939, но где и когда точно - неизвестно.

Кузнецов

С 1907 года, с самого первого выпуска, журнал "Двигатель" редактировал русский инженер Николай Григорьевич Кузнецов - автор известнейшего "Курса автомобилизма" - одного из первых в России пособий для начинающих, вышедшего в свет 6 сентября 1909 года. Николай Григорьевич заведовал автомобильным направлением в Министерстве путей сообщения. Кузнецов в своем учебнике изложил не только основные свойства и особенности устройства и ремонта двигателей внутреннего сгорания и автомобилей как таковых, но и некоторые теоретические аспекты проблемы. Учебник получил премию Военного министерства как "самое толковое пособие по автомобилизму". В подготовке первого издания автору помогли его коллеги - инженер П.Ф. Никитин и известный спортсмен, журналист, один из старейших автомобилистов России В.А. Михайлов. Почти все помещенные в книге советы изначально, в журнальном варианте, увидели свет именно в "Двигателе". Книга выдержала пять переизданий и получила приз Военного министерства как самый оригинальный учебник. В общей сложности объем только первых двух тиражей превысил 18,5 тысяч экземпляров (к моменту выхода последнего издания в России насчитывалось всего около 13 тысяч автомобилей). В 1916 г. организовали еще одно, пятое переиздание "Курса автомобилизма". Общий тираж пособия составил около 20 000 экземпляров. Ни одна автомобильная книга в России не была еще такой массовой.

Кузнецов был в числе основателей Санкт-Петербургского "Автомобиль-клуба" и с 1905 г. возглавлял техническую комиссию клуба и был бессменным командором всех его автопробегов. Изучением теории и практики двигателей внутреннего сгорания он занимался с 1900 г. Некоторое время он заведовал автоделом в Министерстве путей сообщения, а в 1908 г. был экспертом на Международной автовыставке в Москве. После успеха "Курса автомобилизма" Николай Григорьевич выпустил в 1915 г. "Автомобильный справочник-календарь". После 1917 г. Кузнецов некоторое время жил в Лондоне, издавая там журнал "Механический транспорт", но понемногу его имя было забыто в России на многие годы.



Н.Г. Кузнецов (отмечен стрелкой) на организованном им автомобильном пробеге

До 1999 г. журнала с названием "Двигатель" в России не существовало, хотя, скажем, с 30-х по 80-е выходила многотиражная газета ЦИАМ под таким же названием. В 1999 г., когда началось издание нашего журнала, мы практически ничего не знали о "Двигателе" начала XX века. И лишь вчитавшись (с помощью библиотеки Политехнического музея) в это издание, поняли, что программа, которую мы старались выполнить в своем журнале, почти до мелочей совпала с той, что была декларирована Н.Г. Кузнецовым. Нам понадобилось почти десять лет выпустить современную версию журнала, чтобы почувствовать себя вправе считаться продолжателями дела наших предшественников. Впрочем, по количеству и разнообразию статей мы их давно уже обошли, хотя это не столько даже и наша заслуга: все стало специализированнее и многограннее.

Конечно, мы стараемся продолжить славную традицию связи поколений российских мотористов - инженеров, рабочих, ученых, эксплуатационников; горды сознанием того, что и нам нашлось место в этой цепочке. Связь поколений, передача плодов разума потомкам - вот на самом деле тот вечный двигатель, которым приводятся в действие и маховик прогресса, и развитие цивилизации. Вечной жизни для отдельного живого существа не обнаружено, но душа каждого, вложенная в то, что он сумеет донести до следующих поколений, будет присутствовать в этом мире, когда и память о нас самих уже давно сотрется. Наша редакция, вышедшая уже 50 номеров нового издания, надеется быть достойным преемником и продолжателем дела предшественников. **П**

**Будем же
и впредь
работать
вместе!**

Открыта подписка на

первый и единственный в России двухквартальный, иллюстрированный
технический журнал, посвященный обзору различных двигателей и
разнообразного применения их в промышленности.

8 Р.
в год
с дост. и
перес.;
в том. числ.
за нояб.

„ДВИГАТЕЛЬ“

4 Р.
в год
с дост. и
перес.;
в том. числ.
за нояб.

Редакция: С.-Петербургъ, Литейный, 36.
Телеф. 452-80 и 110-11.

ЦЕЛЬ ЖУРНАЛА: возмозно широкое ознакомление фабрикантов, заводчиков, паромоходоладельцев, сельских хозяев и друг. с новейшими успехами техники производства разного рода двигателей.

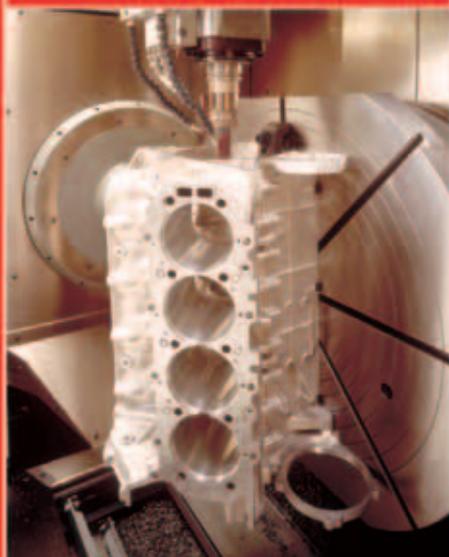
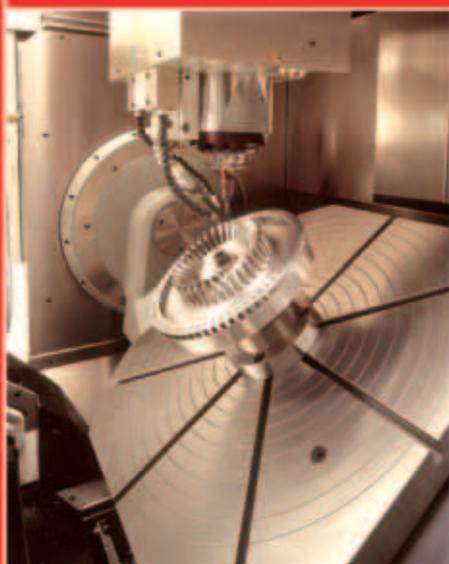
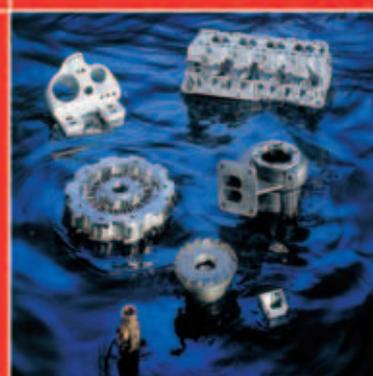
ПРОГРАММА ЖУРНАЛА:

- I. Паровые машины. Различные усовершенствованія, касающіяся деталей механизма. Паровозы и паровые машины теплов.
- II. Газовые машины. Нефтегаз, керосинные, спиртовые и бензиновые двигатели; работающие „близко газом“.
- III. Паровая и газовая турбины.
- IV. Электродвигатели постоянного и переменного тока. Генераторы. Динамо-машины. Электростатическая сила. Нормы по электротехнике.
- V. Двигатели для воздушного транспорта.
- VI. Разнообразное применение двигателей на фабриках, заводах, мастерских, жельзных дорогах и автомобилях для нужд судоходства и т. п.
- VII. Применение двигателей для целой системы хозяйства.
- VIII. Описание русских и иностранных изобретений, изобретяющих двигатели.
- IX. „Вопросы и Ответы“, касающиеся различных случаев съ двигателями во время их службы.
- X. Положенія двигателей и ихъ исправленія.
- XI. Обзоръ русской и иностранной печати, посвященной вопросу о двигателяхъ. Патенты и приношенія.

Для доставленія подписчикамъ журнала возможности получать различныя практическія указанія, что особенно важно при выборѣ того или иного типа двигателя, преимущественно къ существованію условій, при редакціи журнала учреждено „ТЕХНИЧЕСКОЕ БЮРО СПРАВОКЪ“, въ которомъ каж. нѣ подписчикъ можетъ получить интересующія его свѣдѣнія.

Пробный № высылается за пять 7 коп. марокъ.

Здесь и далее в этом номере фотографии страниц журнала "Двигатель" 1907-1917 гг. - из фондов Научной библиотеки Политехнического музея (бывшей Центральной политехнической библиотеки)



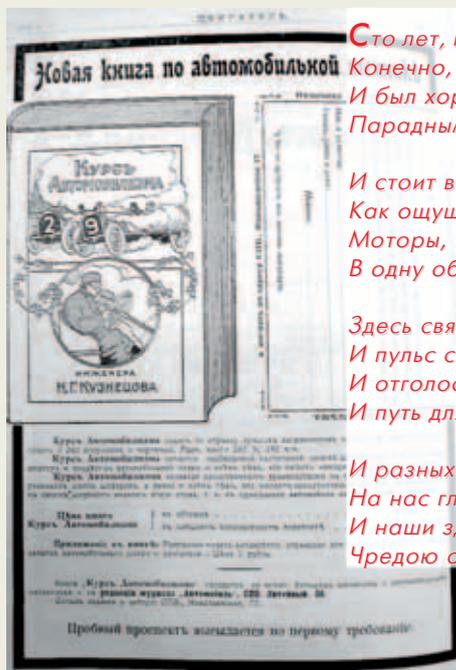
**Станки, которые Вас не подведут
и партнер, которому Вы можете доверять -
сегодня и завтра!**

**ООО "Хермле Восток":
127018, Москва, ул. Полковная, 1, стр. 4.
Тел.: (+7 495) 221-8368.
Факс: (+7 495) 221-8393.
E-mail: md@hermle-vostok.ru
www.hermle-vostok.ru**

И ВИДИМ, КАК РОЖДАЮТСЯ МЕЧТЫ

К столетию основания журнала "Двигатель"

ДВИГАТЕЛЬ



Сто лет, как "Двигатель" основан,
Конечно, дата, "то, что надо".
И был хорош, а в виде новом
Парадным стал. Глядеть - отрада.

И стоит взять его лишь в руки,
Как ощущаешь ритм страны,
Моторы, их творцы, наука
В одну обложку сведены.

Здесь связь со стариной далекой
И пульс сегодняшних событий,
И отголоски войн жестоких,
И путь для будущих открытий.

И разных наций мотористы,
На нас глядят с его страниц.
И наши здесь специалисты
Чредою одухотворенных лиц:

Люлька, Микулин, Соловьев,
Баландин, Ферин, Чернышев,
Изотов, Климов, Комаров,
Омельченко и Дерунов...

Нам вспомнить их приятно будет,
А юным - творчества пример.
Их путь нелегок был и труден,
Но результат - сверх всяких мер.

И все сто лет всё молоды,
Свежи журнала сообщения.
Пусть зарождаются мечты -
Истоки новых вдохновений...

Спасибо вам от нас, читателей!
Пусть мысли творческой полет
В идеях техники создателей
И дальше нам журнал дает!



В.М. Толоконников, март 2007



ООО "Всеобщая страховая компания"
Universal Insurance Company

Всеобщая
страховая
компания -
признанный
и надежный
партнер!



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

СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АВИАДВИГАТЕЛЕСТРОЕНИИ



ОАО "УМПО": Александр Викторович Артюхов,

генеральный директор

Вячеслав Леонидович Христолюбов,

директор информационных технологий



Информационные технологии на современном этапе являются необходимым условием достижения предприятием конкурентного преимущества, особенно если предприятие специализируется на производстве такой высокотехнологичной продукции, какой являются газотурбинные авиационные двигатели и наземные энергетические установки. Успех предприятия складывается в основном из трех составляющих:

1. Качественное проектирование и конструкторско-технологическая подготовка производства для освоения серийного выпуска новых изделий в кратчайшие сроки.

2. Эффективная организация и управление производством с целью достижения конкурентоспособной себестоимости продукции при заданном высоком уровне качества продукции и ритмичности производства.

3. Выполнение сервисного послепродажного обслуживания изделий на современном уровне, обеспечивающем максимальное удовлетворение заказчика и позволяющем предприятию получать ощутимую прибыль.

Как показывает анализ опыта ведущих предприятий отрасли, среди этих составляющих достаточно трудно выделить главные и второстепенные направления работы. Если у предприятия проваливается одна из трех указанных составляющих, бизнес перестает быть эффективным, а предприятие рискует потерять свои позиции на современном, быстро изменяющемся рынке.

Основная задача информационных технологий на предприятии - максимально эффективное сопровождение процессов проектирования, производства и других процессов, протекающих на предприятии, создание информационного базиса для принятия менеджментом решений способствующих выводу предприятия на передовые рубежи в отрасли. Если сравнивать предприятие с живым организмом, то информационные технологии - это нервная система, обеспечивающая необходимую реакцию организма на воздействия внешней и внутренней среды.

Основополагающей концептуальной основой для формирования ин-

формационного пространства предприятия и применения информационных систем различного назначения является концепция непрерывной информационной поддержки продукции на протяжении всего жизненного цикла - CALS (Continuous Acquisition and Life Cycle Support). В соответствии с этой концепцией можно выделить следующие крупные задачи, являющиеся важными для предприятия, которые решаются при помощи информационных технологий:

1. Автоматизация управления производством, традиционно решавшаяся системами АСУП, а сегодня - так называемыми ERP/CRM/SCM системами.

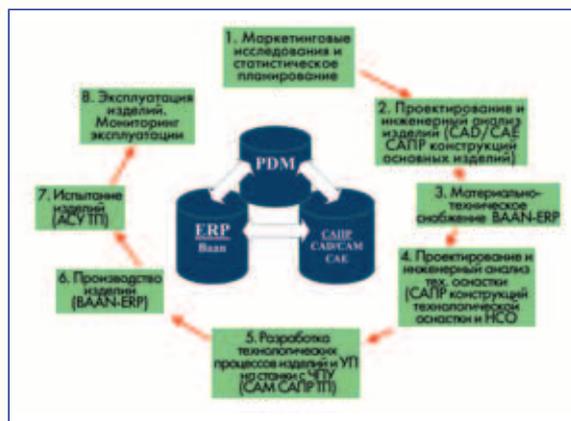
2. Управление данными об изделии и автоматизация проектирования и инженерного анализа конструкций и процессов (PDM/PLM, CAD/CAM/CAE-системы).

3. Информационное сопровождение эксплуатации и послепродажного сервисного обслуживания, интегрированная логистическая поддержка продукции.

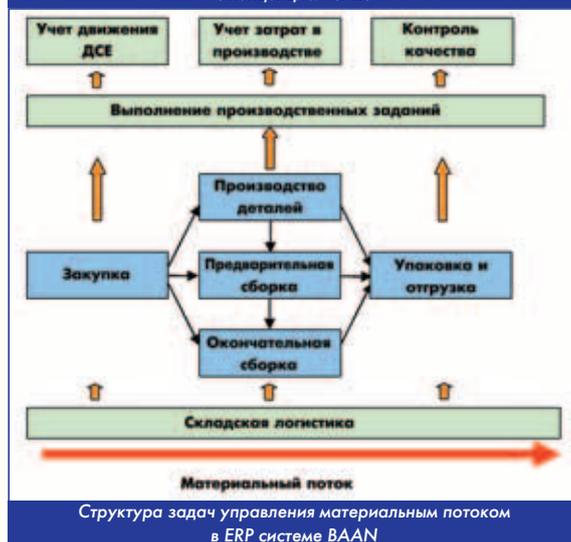
В качестве корпоративной информационной системы управления производством в ОАО "УМПО" применяется ERP система BAAN (SSA ERP). Важным моментом на этапе планирования последовательности освоения системы было решение о начале внедрения системы с функциональных направлений "Производство" и "Производственная и складская логистика", что позволило построить эффективную систему учета и управления, опирающуюся на иерархическую структуру источников производственной информации и обеспечивающую контроль производственных показателей на различных уровнях управления.

В настоящее время системой охвачено практически 100 % основных производственных подразделений предприятия, обеспечивается ежедневный сбор информации о движении материалов и деталей и выполнении производственных заданий с формированием отчетов для обеспечения эффективного оперативного и стратегического управления предприятием.

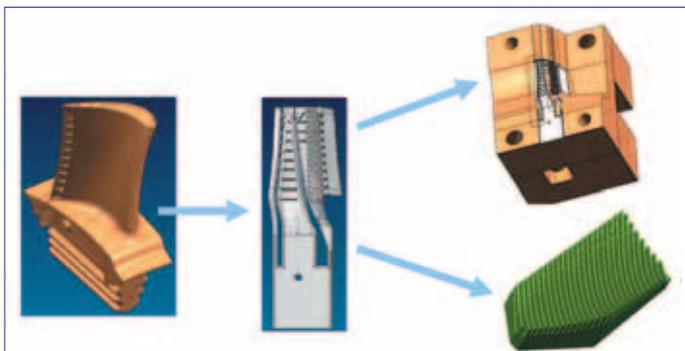
Основной целью развития и внедрения систем автоматизированного проектирования является сокращение времени проектирования и технологи-



Применение средств информационных технологий на стадиях жизненного цикла машиностроительной продукции в соответствии с концепцией CALS



Структура задач управления материальным потоком в ERP системе BAAN



Пример применения систем автоматизированного проектирования на различных этапах подготовки производства турбинных лопаток

ческой подготовки производства новых изделий. В рамках развития этого направления в объединении разработана и внедряется методика сквозной подготовки производства новых изделий на основе применения электронных моделей деталей и сборочных единиц и перехода на конструкторско-технологический документооборот в электронном виде. Эта методика предусматривает информационную интеграцию всех этапов технологической подготовки производства. На основе объемной модели или электронного чертежа детали разрабатывается технологический процесс и технологические эскизы с применением САПР/САПР ТП, после чего с применением средств САПР осуществляется проектирование необходимо оснащения и инструмента.

Важным звеном в технологической подготовке производства является применение оборудования инженерного центра прототипирования, о котором подробно рассказывалось в журнале ранее. Применение оборудования инженерного центра позволяет значительно сократить время и затраты на получение первых образцов изделий, что очень важно при отработке конструкций и освоении производства новой продукции.

Для повышения выхода годных деталей и сокращения времени технологической подготовки производства в литейном комплексе активно проходит внедрение систем моделирования процессов заливки и кристаллизации металла. Применение систем данного класса позволит повысить эффективность литейного комплекса, по самым скромным оценкам, на 20...30 %.

В последние годы, с выходом отечественных авиастроительных компаний на новые нетрадиционные для российских предприятий рынки, по инициативе заказчика в контракты на поставку авиационной техники стали включаться требования на обеспечение интегрированной логистической поддержки (ИЛП) продукции в эксплуатации, поскольку ИЛП давно является неотъемлемым сервисом при поставке продукции американскими и европейскими авиастроительными корпорациями. Учитывая важность этого направления, в объединении разработаны электронные каталоги запасных частей и комплектующих изделий, завершается внедрение информационной системы сбора и обработки информации, поступающей из эксплуатации, ведется работа над интерактивными техническими руководствами.

Для успешного применения корпоративных информационных систем необходима развитая информационная инфраструктура, включающая в себя современные телекоммуникации, обеспечивающие высокие скорости передачи данных, надежную защиту информации, безотказность и достаточный парк высокопроизводительных серверов и рабочих станций, позволяющих эффективно решать задачи, стоящие перед предприятием.

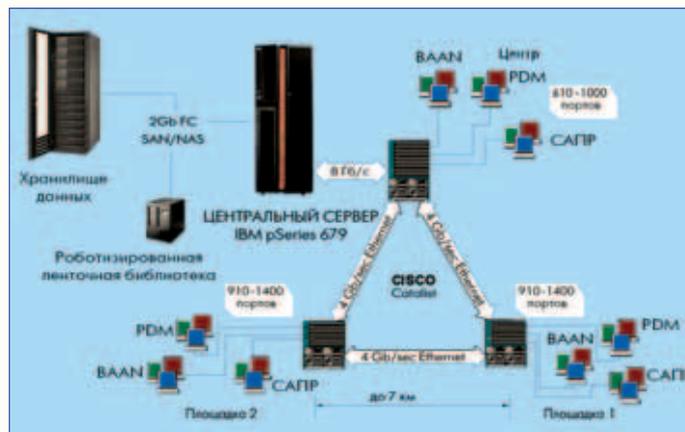
Для создания необходимой информационной инфраструктуры в 2003-2004 гг. в объединении проведена модернизация корпоративной информационной сети (КИС), проложенной в начале девяностых годов



Моделирование процесса заливки блока турбинных лопаток

прошлого века, которая на момент начала модернизации не обеспечивала необходимой производительности и тем самым сдерживала развитие корпоративных информационных систем. Новая КИС была построена по классической трехуровневой архитектуре на базе активного оборудования Cisco; по магистральным каналам сеть обеспечивает передачу данных со скоростью до 4 Мбит/с.

В рамках модернизации серверного оборудования объединения был приобретен и установлен современный серверный комплекс, включающий в себя сервер IBM pSeries 670 с дисковой подсистемой большой емкости, которая построена по технологии SAN (Storage Area Network). Приобретение данного оборудования позволило повысить эффективность использования ИСУ BAAN и со-



Укрупненная структурная схема КИС с подключением серверного оборудования и хранилища данных

здать платформу для внедрения программного комплекса управления конструкторско-технологической документацией и автоматизации технологической подготовки производства.

Сегодня перед объединением стоят большие задачи, связанные с освоением новых авиационных двигателей - АЛ-55И, 117С и ряда перспективных энергетических установок. Решение этих задач в современных условиях, когда на первый план выходит эффективная экономическая составляющая производства, потребует от предприятия максимальной концентрации всех имеющихся ресурсов и сил. На этом этапе развитие информационных технологий становится одним из необходимых условий построения современного производства, которое поможет объединению занять достойное место в ряду ведущих авиадвигательностроительных предприятий мирового уровня.

Принятые обозначения и сокращения:

CALS (Continuous Acquisition and Life cycle Support) - непрерывная поддержка жизненного цикла продукции.

CAD (Computer Aided Design) - системы автоматизированного проектирования.

CAM (Computer Aided Manufacturing) - системы автоматизированной подготовки производства.

CAE (Computer Aided Engineering) - системы инженерного анализа.

ERP (Enterprise Resource Planning) - системы управления и планирования ресурсов предприятия.

SCM (Supply Chain Management) - системы управления цепочками поставок.

CRM (Customer Relation Management) - системы управления взаимоотношениями с заказчиками.

PDM/PLM (Product Data Management/Product Life cycle Management) - системы управления данными об изделии/системы управления жизненным циклом изделия.



Сервер IBM pSeries 670

ТЕХНОЛОГИИ PLM ДЛЯ РАЗРАБОТКИ НОВЕЙШИХ ДВИГАТЕЛЕЙ



Дмитрий Николаевич Елисеев,
директор по информационным технологиям ФГУП ММП "Салют"

"Мы разрабатываем двигатели нового поколения!" - эта фраза является ключевой для ФГУП "ММП "Салют". Чтобы продолжать быть впереди конкурентов, сохранять позиции на отечественном и мировом рынках, обеспечить почти столетним периодом развития авиационных технологий, лидеру российской двигателестроения необходимо было внедрять информационные технологии даже в самые трудные времена, и завод неуклонно придерживался этой стратегии. Сегодня предприятие находится в числе ведущих в области внедрения цифровых технологий в разработку и производство изделий, в организацию производства, в разработку прикладного математического обеспечения этих процессов.

Работа "Салюта" по внедрению ИТ однозначно вписывается в концепцию CALS или PLM-технологий - концепцию управления жизненным циклом изделия. Как известно, внедрение PLM уже более 10 лет является признанным в мире инструментом автоматизации машиностроительных предприятий. В России в этом направлении произошло отставание, однако, на нашем предприятии вовремя осознали, что усилия по внедрению PLM обеспечат технологический прорыв и широкие перспективы развития. Сегодня признанным правилом работы предприятий во всем мире становится согласование в электронном виде проектов с партнерами и заказчиками, электронная поддержка процессов эксплуатации и ремонта изделия. Наконец, уже нельзя продать на внешний рынок наукоемкую продукцию без сопроводительной документации в электронном виде.

На путь PLM завод встал отнюдь не под влиянием моды, к этому нас подтолкнула острая жизненная необходимость. В середине 90-х годов "Салют" из серийного завода начал превращаться в независимого разработчика. Вначале было создано авиадвигателестроительное КБ, а затем в 2000 году, в результате оценки новой ситуации, организовано подразделение, способное выполнять работы по созданию индустриальных и транспортных газотурбинных двигателей. Первоначально новая структурная единица получила название ОГК-4 или КБ промышленных газотурбинных установок, сегодня это ОМКБ "Горизонт" с филиалом в Дзержинске, где находится полигон для проведения стендовых испытаний.

Наша стратегия автоматизации включала внедрение объемных методов 3D-моделирования со сквозными технологиями параллельной работы и поэтому мы приступили к созданию многоуровневого комплекса САПР. На массовом уровне в ОМКБ "Горизонт" он включил российские системы КОМПАС-График и КОМПАС-3D. Эти системы мы начали использовать для отработки деталей и узлов изделия в 2D и в 3D, выпуска проектно-конструкторской документации. Систему КОМПАС хорошо знали многие наши конструкторы, кроме того, использование этого программного обеспечения облегчало задачу массовой компьютеризации КБ, ведь система, разумеется, менее требовательна к компьютерным ресурсам и намного дешевле, нежели тяжелые САПР. Что же касается тяжелого класса, используемого нами для создания электронных макетов двигателей, установок и особо сложных деталей, то была выбрана система Unigraphics, широко применяемая в авиационной промышленности.

Еще одной составляющей стал комплекс программ для выполнения газодинамических, теплофизических и прочностных расчетов разного уровня, в частности, MSC.PATRAN+NASTRAN, ANSYS CFX и другие. Все они интегрированы с CAD-системами.

Проектирование такого сложного изделия, как газотурбинный двигатель, требует согласованной работы всей команды разработчиков, поэтому очень скоро настал момент, когда необходимо было реализовать один из краеугольных камней CALS-технологий - внедрить PDM систему управления инженерными данными. Нам было необходимо единое информационное поле, которое связывало бы все работы над проектами, начиная от концептуальной проработки до изготовления серийного образца.

При выборе системы мы исходили из того, что нельзя допустить сильной разнородности систем. Поскольку половина конструкторов ОМКБ "Горизонт" работала в системе КОМПАС, мы обратились к компании АСКОН помочь с решением в области управления данными. В 2003 году компания представила свою разработку ЛОЦМАН:PLM. Эта система создавалась в тесном взаимодействии со специалистами предприятий-пользователей, в том числе и со

специалистами нашего КБ. Так что в ЛОЦМАН:PLM учтены все наши требования, которые, в частности, касались максимальной открытости системы, интеграции с известными CAD-решениями. Выбирая систему АСКОН, мы надеялись осуществить проект по внедрению PDM в рамках выделенного бюджета в кратчайшие сроки, задействовав оптимальные ресурсы. Затыгивание проекта было недопустимо. Опасения в этом, конечно, оставались. Примеров внедрения CALS-технологий в России на тот момент было крайне мало. Но в итоге работы по проекту были выполнены качественно и заняли немногим более 2 лет, что вполне нормально, учитывая, что разработка системы велась параллельно с внедрением.

Каковы основные результаты? На базе новой PDM-системы ЛОЦМАН:PLM организован конструкторский документооборот. В конструкторском бюро создан электронный архив сканированных чертежей в растровом формате со всеми подписями. PDM-система позволяет нам вести параллельную разработку, работать с актуальным в любой момент времени составом изделия, осуществлять разграничение прав доступа. Недавно все эти задачи стало возможным решать и в Дзержинском филиале, который теперь объединен с московским КБ оптоволоконным каналом. Таким образом, все специалисты работают с единой базой данных.

Мы решили задачу актуального планирования ресурсов конструкторского бюро, предоставления достоверных данных для принятия управленческих решений. Информация предоставляется в нужное время и в нужной форме. Главное - с помощью единого программного комплекса достигается сокращение сроков разработки.

Внедрение и использование новейших информационных CALS-технологий существенно сокращает цикл от проекта до изготовления, и снижают стоимость этих работ. Трехмерное моделирование, создание стереолитографических моделей деталей, численные эксперименты с помощью специализированных программных комплексов значительно сокращают время создания новой продукции, объемы стендовых испытаний, снижают затраты на опытно-доводочные работы и повышают конкурентоспособность предприятия. Резко уменьшается количество дорогостоящих опытных образцов газотурбинных двигателей для испытаний и доводок. Так, в советское время, без применения САПР, разработка серийного ГТД занимала до десяти лет, и изготавливалось до 50 опытных изделий. Сегодня их количество сокращено до двух-трех, а сроки разработки - с десяти до трех-четырех лет.

Новые информационные технологии способствовали скорости и качеству выполнения наших двигателей гражданского назначения. Расскажем о них подробнее.

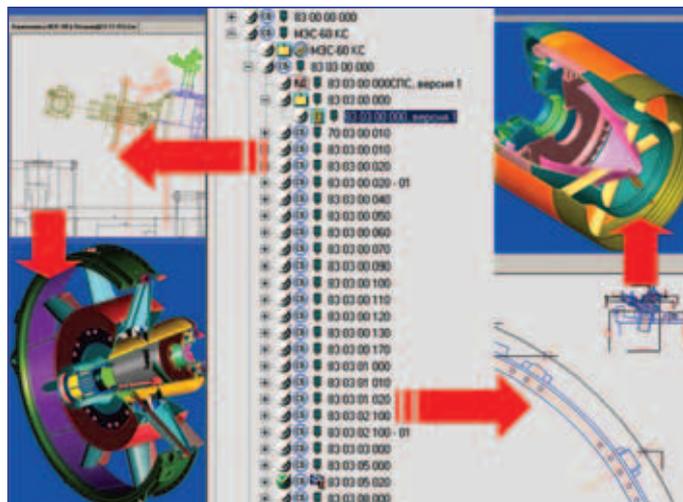
В соответствии с "Соглашением о долгосрочном сотрудничестве ОАО "Газпром" и ММПП "Салют" нами начато создание газотурбинных установок. Уже сейчас в Ямбурге на ГТЭС-72 работают

газотурбинные установки ГТЭ-20С, использующие в качестве топлива природный газ. Отметим, что от начала разработки до создания опытного двигателя данного образца прошло порядка 3 лет.

В 2000 г. "Салют" вышел на энергомашиностроительный рынок с высокоэкономичной парогазотурбинной энергетической установкой ПГУ-60С мощностью 60 МВт, в которой применен впрыск пара в тракт ГТД. Достоинством этой установки является высокий коэффициент использования топлива - более 95% - при электрическом коэффициенте полезного действия 52%. Экологические характеристики заявленной парогазовой установки превосходят лучшие мировые образцы.

Строительство новой установки ведется на ТЭЦ-28 АО "Мосэнерго".

КБ выполняет проекты и по созданию двигателей несколько меньшего масштаба. В качестве примера отметим двигатель для маневрового тепловоза, ГТД-1С мощностью 1 МВт,



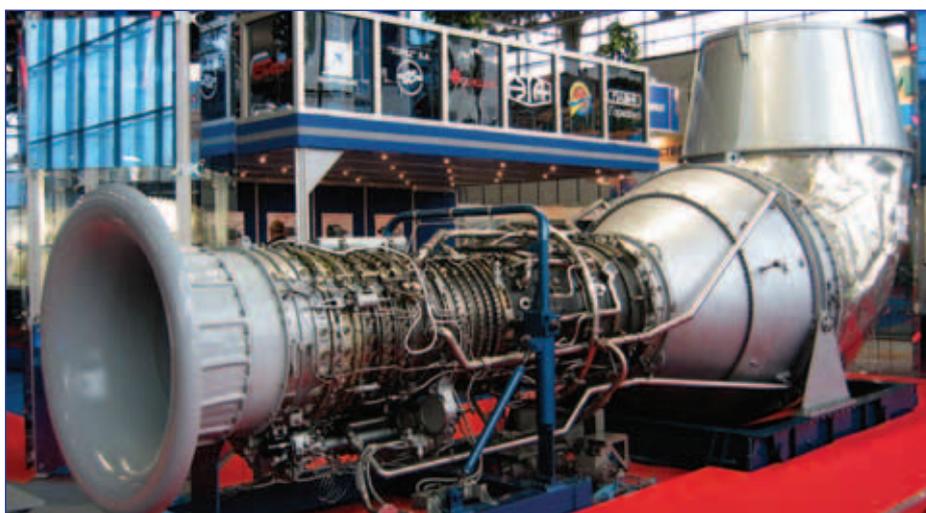
Организация процесса разработки от компоновочной схемы к 3D-модели

созданный по заказу ОАО "РЖД". Проект выполнен полностью с использованием систем КОМПАС и ЛОЦМАН:PLM.

Работы в КБ промышленных газотурбинных установок имеют большое значение для внедрения CALS-технологий на ММПП "Салют" в целом. В ходе проекта по развертыванию PDM-системы ЛОЦМАН:PLM сформирована группа внедрения, отработаны технологии установки и настройки систем. Как уже отмечено выше, внедрение заняло немногим более двух лет. Действительно, сейчас и на Западе пользователи PLM-решений говорят о том, что нет времени и ресурсов на слишком длительное внедрение данных систем. А поэтому, сами системы и методики их установки должны быть оптимальными с точки зрения функционала, трудоемкости и стоимости. Система ЛОЦМАН:PLM стала именно таким оптимальным решением.

Весь накопленный опыт и кадровый потенциал используется сейчас при внедрении PDM-системы Teamcenter Engineering в авиадвигателестроительном КБ. Как видим, наше предприятие придерживается концепции многоуровневого внедрения PDM, которая распространена как на Западе, так и у наших крупных предприятий.

Итак, в период с 2002 по 2007 год в ОМКБ "Горизонт" создан и внедрен комплекс CALS-технологий, накоплен опыт сквозного проектирования и изготовления ГТД, сокращены продолжительность проектирования и изготовления опытных и серийных образцов изделий, снижены затраты и повышено качество продукции. В итоге - новые технологии дают ФГУП ММПП "Салют" важные конкурентные преимущества на рынке как гражданской, так и оборонной продукции. **П**



Группа компаний АСКОН, разработчик и интегратор в области САПР и PDM.
Санкт-Петербург, Набережная Обводного канала, 193.
Тел.: (812) 703-3933. www.ascon.ru

ДВИГАТЕЛЬ ЧЕТВЕРТОГО ПОКОЛЕНИЯ - ВОЗВРАЩЕНИЕ НА ЗЕМЛЮ

(ГТУ-25П НА БАЗЕ ПС-90А)

Одна из наиболее перспективных разработок пермских моторостроителей - газотурбинная установка ГТУ-25П на базе авиационного двигателя ПС-90А. Первая серийная машина была смонтирована на компрессорной станции "Игринская" ООО "Пермтрансгаз" и качает газ в составе газопровода "Ямбург-Тула". На сегодняшний день завершены межведомственные испытания опытного образца газоперекачивающего агрегата ГПА-25Р-ПС "Урал". В качестве привода центробежных нагнетателей природного газа в составе ГПА использована газотурбинная установка ГТУ-25П.

"Пермские моторы" остаются единственным в России производственным комплексом, осуществляющим серийный выпуск газотурбинных установок для нефтегазодобывающей отрасли и энергетики на базе авиационного двигателя четвертого поколения.

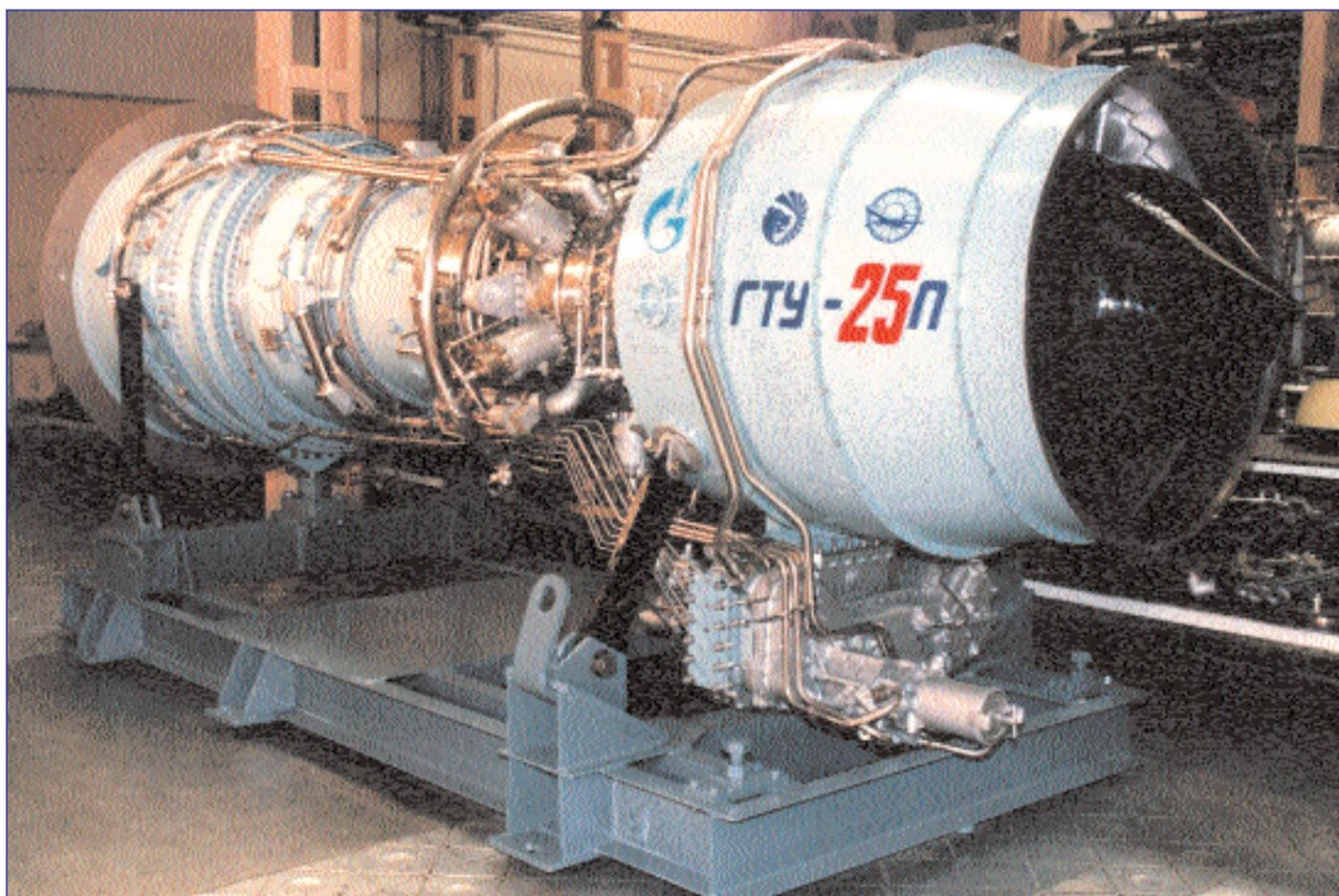
Разработка двигателей промышленного назначения ведется с начала 90-х годов XX века, что стало своевременной реакцией на крупнейшие перемены в экономической жизни страны. Оставшись без всяких государственных гарантий на выживание, пермские моторостроители предложили свои услуги тем, кто нуждается в них постоянно и имеет возможность платить. Так, по заказу "Газпрома" на базе генератора "фирменного" двигателя ПС-90А была создана первая ГТУ мощностью 12 МВт.

Постепенно обороты увеличивались. В 1995 г. также по заказу "Газпрома" в серийное производство были запущены ГТУ-2,5П для привода электрогенераторов в составе передвижных и блочных электростанций. Спустя год создаются еще две машины: мощно-

стью 4 МВт для энергетики и мощностью 16 МВт для транспорта газа. А в 2004 г. на компрессорной станции Игринская начала работать первая опытно-промышленная газотурбинная установка ГТУ-25П.

ГТУ-25П предназначена для применения в качестве привода центробежных нагнетателей природного газа в составе газоперекачивающих агрегатов нового поколения и модернизации действующего (устаревшего) оборудования, а также в качестве привода электрогенератора в составе газотурбинной электростанции для выработки электрической энергии переменного тока.

Осваивая "гражданский" маркетинг, специалисты "Пермских моторов" искали "рыночно-адекватного", то есть платежеспособного, потребителя. Какую востребованную продукцию можно выпускать на основе авиационных технологий? В первую очередь - газотурбинные установки для промышленных предпри-



ятий. Первыми и основными покупателями этих "наземных двигателей" стали газовые и нефтяные компании.

Со временем круг потребителей расширился. Из-за быстрого роста цен на электроэнергию ряд промышленных предприятий начал организовывать собственную энергетику. Да и сами энергетические объекты стали активно переходить на газ. Нарботки пермских авиастроителей оказались как нельзя кстати. Газоперекачивающие агрегаты и электростанции серии "Урал" с пермскими ГТУ мощностью от 2,5 до 16 МВт, изготовленные на "Пермских моторах", по достоинству оценили во многих отраслях. Около 400 турбин разной мощности работают по всей России - от Краснодара до Ямбурга.

Совместная работа "Пермских моторов" и "Пермтрансгаза" продолжается уже более 10 лет. Сегодня пермские газовые турбины мощностью 10, 12, 16 и 25 МВт установлены на компрессорных станциях "Игринская", "Ординская", "Пермская", "Горнозаводская", "Чайковская", а также на Карашурском подземном хранилище газа.

"Как творческий замысел ГТУ-25П появилась в 1999 году, - рассказывает Михаил Хайруллин, заместитель генерального конструктора - главный конструктор ГТУ для ГПА и объектов их применения ОАО "Авиадвигатель". - Это принципиально новая разработка нашего КБ. В основе установки - двигатель ПС-90ГП-25, выполненный по схеме одноконтурного двухкасадного двигателя со свободной силовой турбиной. Одновременно нами была разработана и новая силовая турбина. Необходимо отметить, что на сегодняшний день ГТУ-25П не имеет аналогов по к.п.д. (40 процентов) в простом цикле. С 2002 по 2003 г. мы провели несколько циклов экспериментальных и доводочных испытаний двигателя."

Первая опытно-промышленная ГТУ-25П отгружена "Пермтрансгазу" в ноябре 2003 г. В декабре "горячие пуски" первой в истории, или "лидерной", ГТУ-25П прошли успешно. После 3942 часов работы на объекте сейчас она проходит цикл специальных испытаний на стенде ОАО "Авиадвигатель" с целью отработки мероприятий, направленных на обеспечение эксплуатационной надежности".

"Еще в 1992 г. мы заключили генеральное соглашение с предприятиями пермского региона на создание газоперерабатывающих установок, - рассказывает заместитель генерального директора ООО "Пермтрансгаз" Александр Ермолаев. - И основательно, шаг за шагом, на базе двигателя ПС-90А работаем по нескольким направлениям: проводим реконструкцию уже работающих ГТУ и создаем блочно-комплексные агрегаты. Уникальность внедрения новой ГТУ-25П в том, что мы отдали под опытную базу действующую компрессорную станцию. И моторостроители получили возможность опробовать установку по всем параметрам."

При выборе поставщика новой ГТУ для нас немаловажен и тот факт, что производитель и поставщик находятся рядом с объектом. Как только у нас возникают вопросы по эксплуатации ГТУ, специалисты "Пермских моторов" могут выехать на станцию, либо мы можем отправить двигатель на ремонт. На сегодняшний день все эти вопросы решаются оперативно".

"Задача форсировать применение ГТУ-25П одинаково актуальна не только для производителей, - считает Михаил Хайруллин. - С каждым годом растут объемы добычи и транспортировки газа, и, в случае положительного опыта эксплуатации установок пермских моторостроителей, "Газпром" будет использовать ГТУ-25П при строительстве новых газопроводов. Пермские турбины предыдущих поколений (12П и 16П) уже достойно зарекомендовали себя на экспортных трубопроводах "Ямал-Европа" и "Голубой поток", а также на станциях, обеспечивающих режим транспортировки газа."

"Мы стремимся использовать потенциал отечественных предприятий, - продолжает Александр Ермолаев. - На примере ГТУ-25П убедились, что земляки работают не хуже, как в плане конструктивных решений, так и непосредственно при производ-



стве установки. Некоторые агрегаты отслужили по 25 лет. Но это не значит, что абсолютно все установки пора списывать, некоторые могут обрести вторую жизнь после реконструкции - достаточно заменить, например, двигатель. Одновременно нужна новая техника. Тот же Северо-Европейский газопровод предполагает строительство большого количества мощных компрессорных станций. Перспективные направления - разработка Штокмановского газоконденсатного месторождения, богатейших газовых залежей полуострова Ямал. Для них нужна новая техника, и здесь самой перспективной я могу назвать ГТУ-25П."

"Можно сказать, что сейчас на Игринской КС решается дальнейшая судьба машины, по крайней мере - перспективы ее применения в системе "Газпрома", - рассказывает Александр Ермолаев. - Закончены испытания на соответствие опытного образца установки экологическим и техническим условиям. С февраля 2004 года начата опытная эксплуатация. Установка уже отработала более 7700 часов (это стандартная годовая наработка), а двигатель после плановой замены - 3750 часов. С учетом наших замечаний "Пермские моторы" осуществили поставку второго комплекта ГТУ-25П. Если первая машина создавалась и компоновалась с единственной целью - определить, имеет ли она право на жизнь, то вторая уже скомпонована в таком виде, в каком она впоследствии будет тиражироваться."

"Для оперативной доводки ГТУ-25П в конструкторском бюро была разработана целая программа, - говорит заместитель главного конструктора ОАО "Авиадвигатель" Сергей Тихонов. - Серийная установка снабжена японским компрессорным нагнетателем 7V-2. В конструкцию добавлено новое устройство очистки воздуха, основательно переделана система охлаждения кожуха двигателя. Более детально проработаны вопросы компоновки оборудования агрегата в укрытии."

На сегодняшний день первая (уже серийная) установка ГТУ-25П установлена на компрессорной станции Игринская ООО "Пермтрансгаз" и успешно прошла приемочные испытания. Решением приемочной комиссии агрегат принят в промышленную эксплуатацию. Представителями "Газпрома" рекомендовано производство партии в количестве двенадцати двигателей ПС-90ГП-25, что еще раз подчеркивает своевременность создания оборудования для транзита газа такой большой мощности, как у ГТУ-25П.

**Публикация подготовлена по материалам
информационного бюллетеня
Пермского моторостроительного комплекса**

ИЗ ИСТОРИИ МКБ "ГРАНИТ"

МКБ "Гранит": **Владимир Дмитриевич Лабзин**
Марк Александрович Шамбан

Успешная деятельность МКБ "Гранит" проходила в тесном взаимодействии с ФГУП ММП "Салют" и, в частности, с И.И. Пудковым, Ю.В. Пугиным, Г.С. Язовым, А.И. Гореловым, М.М. Томашевским, В.В. Крымовым, М.Ф. Здановским, В.М. Толоконниковым, Е.Г. Ивановым, В.Ф. Спесивцевым, С.М. Титковым, М.Я. Телисом, В.С. Фроловым, Ю.А. Шамеевым, В.М. Рутесом, А.Л. Стеркиным, И.П. Кувалдиным, Л.А. Вахниным, Е.И. Зотовым и М.Г. Селиверстовым.

(Продолжение. Начало в № 1 - 2007)

В 1965 году по поручению А.М. Люльки ОКБ-45 приступило к созданию ответственных узлов нового ТРД третьего поколения, разработанного в ОКБ-165. Сначала он назывался "изделием 85", затем - "изделием 87", а позднее на базе этих двигателей был создан более мощный ТРД АЛ-21Ф (известный как "изделие 89"). ОКБ-45 получило новое задание - обеспечить доводку и освоение в серийном производстве двигателя АЛ-21Ф, по своим характеристикам не уступающего двигателю J-79 американской фирмы "Дженерал-Электрик".

В 1969 году главным конструктором МКБ "Гранит" был назначен Федор Владимирович Шулов, ближайший помощник С.К. Туманского. Вместе с ним из ОКБ-300 в коллектив "Гранита" пришли несколько опытных конструкторов.

Работа, связанная с обеспечением ресурсной надежности двигателя АЛ-21Ф, была беспрецедентно трудной. Пришлось устранять серьезные дефекты, приводившие к прогарам и обрывам лопаток турбины, разрушению кожухов камер сгорания, нестабильности требуемых параметров температурного поля газа перед турбиной при эксплуатации двигателя в широком диапазоне климатических условий, титановым пожарам, заеданию механизма переключки поворотных направляющих аппаратов компрессора, прогарам корпусов и разрушению пусковых форсунок воспламенителей камеры сгорания. Для устранения этих и многих других дефектов были разработаны сотни конструкторских мероприятий, заново выпущены тысячи чертежей, проведены десятки специальных, длительных стендовых и летных испытаний.

В конструктивную доводку этого двигателя большой труд вложили специалисты МКБ: Г.К. Тананин, Л.П. Сердцев, Л.Я. Вязовская, В.Д. Лабзин, Б.С. Логовиков, А.А. Карандашов, А.А. Снаховский, О.А. Кротов, А.Б. Прошин, И.М. Либерман, Л.Д. Ипполитова, К.П. Новак, К.А. Андрианова, Н.И. Бободин, Б.П. Бервинов, В.М. Ромадин, Н.Н. Комаров, А.М. Душкин, Р.В. Кожарская, Р.А. Сердцева, П.И. Щербаков, Э.В. Мищенко, М.А. Шамбан, Э.Т. Файнгелерин, Р.А. Неверов, В.И. Фетисов, А.П. Шейн, Ю.Л. Фишман, Л.М. Нисенбаум, Г.И. Кобзарук и многие другие.

В 1984 году был доведен до 400 часов гарантийный ресурс двигателей АЛ-21Ф, которые устанавливались на истребители-бомбардировщики МиГ-23Б, Су-17М и бомбардировщики Су-24. При серийном изготовлении двигателя АЛ-21Ф головным предприятием по-прежнему был завод "Салют", а в дальнейшем эти двигатели много лет параллельно изготавливались на Омском моторном заводе в кооперации с Тюменским моторным заводом. Серийный выпуск двигателей на сибирских заводах заставил конструкторов и других специалистов МКБ бывать там достаточно часто. Иногда такие поездки были необходимы для "спасения" месячного, а подчас и квартального плана завода. Дело в том, что при освоении серийного выпуска "изделия 89" на предприятиях иногда допускались существенные отклонения от требований чертежей при изготовлении больших партий деталей. В таких случаях специалисты МКБ на месте принимали оптимальные решения, обеспечивавшие выпуск продукции без снижения качества двигателя.

В 1974 году МКБ "Гранит" подключилось к разработке нового двухконтурно-

го двигателя АЛ-31Ф, создававшегося в ОКБ-165. Первые варианты КВД и КНД в новом двигателе оказались неудачными. Было принято решение о разработке силами ОКБ-165 нового КВД, основанного на его моделировании с двигателя РД-33, который был разработан Ленинградским КБ под руководством С.П. Изотова. Разработку нового компрессора низкого давления поручили МКБ "Гранит". Принципы, заложенные при разработке КНД-99 его автором, ведущим конструктором группы газодинамических расчетов В.А. Файнштейном, были новыми и совершенно необычными. Удалось создать легкую конструкцию с лопатками большого удлинения, бандажированием трех ступеней рабочих лопаток и соединением дисков в виде роторного барабана с помощью электронно-лучевой сварки. Первый КНД-99, изготовленный МКБ "Гранит" в кооперации с заводом "Сатурн", показал при испытании прекрасные результаты, не превзойденные и в настоящее время, тридцать с лишним лет спустя. Большой опыт конструкторов, накопленный при работе с двигателями АЛ-7Ф, Р15Б-300 и АЛ-21Ф, помог создать такую конструкцию КНД, которая при его внедрении в серийное производство практически не потребовала доводки.

В 1985 году МКБ "Гранит" возглавил главный конструктор Семен Рафаэлович Саркисов. Незадолго перед этим коллективу МКБ было поручено совместно с ОКБ-165 и Уфимским КБ принять участие в разработке двигателя пятого поколения АЛ-41, так называемого "изделия 20". Порученные МКБ "Гранит" работы агрегатов КДА и ВКА, а также стартер-энергоузел, "изделие 25", для этого двигателя были разработаны и выполнены на опытном производстве МКБ "Гранит" точно в заданные сроки и успешно прошли стендовые испытания, однако в дальнейшей работе по "изделию 20" были прекращены.

В девяностые годы прошлого века доводка двигателя АЛ-31Ф по ресурсу была передана полностью в МКБ "Гранит" и проводилась практически без участия ОКБ-165. При выполнении всех работ в этом направлении широко использовался весь опыт, накопленный за многие годы деятельности МКБ. Конструкторам "Гранита" пришлось столкнуться с множеством сложнейших технических задач, от решения которых зависела ресурсная надежность двигателя.

При эксплуатации двухконтурного двигателя, в котором топливный коллектор с форсунками располагается в проточной части основной камеры сгорания, из-за высокой рабочей температуры конструкции происходит коксование топлива в каналах коллектора с форсунками, что неоднократно приводило к нерозжигам камеры при запуске двигателя. В группе камеры сгорания на основе опыта многолетнего исследования процессов коксования топлива, проводившихся совместно с ЦИАМ, была разработана и внедрена в серийное производство оптимизированная конструкция коллектора с форсунками, позволявшая практически избежать коксования топлива в первом каскаде коллектора, лимитирующего увеличение ресурса двигателя.

Для устранения аварийного дефекта, связанного с разрушением роторного подшипника, были разработаны и внедрены в серийное производство конструктивные мероприятия,



Двигатель АЛ-21Ф-3

позволившие сократить число случаев аварийной ситуации, возникавших по указанной причине.

Для устранения поломок в узле гибкого вала, приводивших к отключению двигательных и самолетных агрегатов, был проведен ряд конструктивных мероприятий, внедренных в серийное производство и исключивших этот дефект.

В результате успешно проведенных совместно с заводом "Салют" работ, направленных на обеспечение ресурсной надежности двигателя, его ресурс до первого ремонта был доведен до 650 часов, а назначенный ресурс - до 1500 часов. Большая заслуга в обеспечении этих ресурсов принадлежит ведущим конструкторам Ю.И. Боброву и В.М. Глазу.

Помимо завода "Салют" двигатель АЛ-31Ф серийно изготавливается на Уфимском моторном заводе. ТРД АЛ-31Ф используется на самолете Су-27 и его модификациях, на которых были установлены выдающиеся мировые достижения по высоте, скороподъемности и скорости. Благодаря двигателю АЛ-31Ф самолет Су-27 выполняет уникальные фигуры высшего пилотажа, повторить которые сегодня не способен ни один другой боевой самолет в мире. На авиасалоне в Ле-Бурже в 1989 году этот самолет был признан лучшим самолетом-истребителем.

В МКБ "Гранит" была создана специальная модификация двигателя АЛ-31Ф для его эксплуатации в составе самолетов палубной авиации ВМФ.

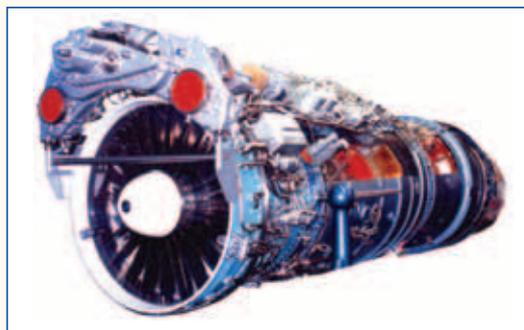
Отдельную страницу в истории МКБ "Гранит" составляет разработка и доводка малоразмерных газотурбинных двигателей (МГТД), которым коллектив МКБ посвятил более 20 лет своей деятельности.

Работа с МГТД имеет особую специфику из-за малых габаритов и большой частоты вращения ротора, что создает значительные трудности при компоновке двигателя и обеспечении требуемых технических характеристик. Для проведения необходимых работ с МГТД несколько лет назад в МКБ было организовано специальное конструкторское подразделение - ОМГИ (отдел малогабаритных изделий) под руководством ведущего конструктора В.М. Андрякова. Разработка и доводка отдельных узлов МГТД проводилась в конструкторских группах. Активное участие в этих работах принимали: Г.К. Тананин, В.Н. Гордеев, С.А. Кривошеев, П.И. Щербаков, А.Н. Завьялов и другие опытные конструкторы МКБ.

На базе турбостартеров ТС-21 и ТС-2, предназначенных для запуска двигателей АЛ-7Ф, АЛ-21Ф и Д-30Ф6, в МКБ "Гранит" был создан двигатель МД-45 для беспилотного дистанционно управляемого летательного аппарата "Крыло-1". После прохождения государственных испытаний двигатель МД-45 серийно выпускался на Рыбинском моторном заводе.

В МКБ "Гранит" были также разработаны малогабаритные авиационные энергоузлы специального назначения: "изделие 25", "изделие 83", "изделие 30". Позднее, на базе "изделия 25", был создан двигатель МД-120 для беспилотных летательных аппаратов "Дань" и "Дятел". После прохождения Государственных испытаний двигатель МД-120 выпускался на Пермском моторном заводе и в настоящее время серийно изготавливается на ММПП "Салют".

Особо следует сказать о летно-испытательной службе МКБ "Гранит", которая практически начала функционировать с начала создания ОКБ, когда каждый конструктор активно участвовал в анализе результатов летных испытаний и эксплуатации серийных двигателей. Позднее были организованы летно-экспериментальный отдел, которым руководил П.В. Погостин, и летно-доводочная бригада, которую возглавила Р.Н. Пригодич. В 1972 году на базе этих подразделений был создан Летно-экспериментальный отдел под руководством начальника отдела Г.Н. Шлихтера и его заместителя Ю.Ф. Гордеева. Отдел структурно состоял из трех секторов и двух экспедиций: в Жуковском, на базе ЛИИ им. М. М. Громова, и в Ахтубинске, на базе в/ч 15650. Для работы экспедиций



Двигатель АЛ-31Ф

вблизи аэродромов были построены специальные коттеджи, которые практически никогда не пустовали; каждый день там трудились прикомандированные работники отдела, участвовавшие в обработке и анализе материалов, полученных по результатам полетов.

Летный отдел МКБ "Гранит" обеспечивал проведение летных испытаний и исследований опытных и модифицированных двигателей, участвовал в проведении государственных испытаний летательных

аппаратов с опытными и серийными двигателями. В отделе разрабатывались и согласовывались с ОКБ летательных аппаратов методики, программы и технические задания на проведение летных испытаний двигателей, обеспечивалась связь с родственными предприятиями для проведения летных испытаний, проводился контроль параметров работы двигателей по материалам наземных испытаний и полетов, анализировались результаты летных испытаний. В отделе постоянно проводились сбор и обработка статистических данных по наработке и циклическим нагрузкам двигателей в эксплуатирующих организациях. Специальный сектор эксплуатационно-технической документации выпускал бюллетени, связанные с изменением основных данных двигателей или эксплуатационно-технической документации, обеспечивал сбор и анализ информации по отказам двигателей в эксплуатации.

Отдел принимал активное участие в доводке двигателей Р15Б-300 различных серий и модификаций в составе самолета МиГ-25 (в компоновках "П" и "Р") ОКБ им. А.И. Микояна и участвовал в проведении государственных испытаний двигателя АЛ-21Ф в составе самолета МиГ-23Б.

Отдел участвовал в проведении Государственных испытаний двигателей АЛ-7Ф, АЛ-21Ф и АЛ-31Ф для самолетов ОКБ им. П.О. Сухого: Су-7Б, Су-9, Су-11, Су-17, Су-24 и Су-27 различных модификаций, в том числе - наземного и морского базирования.

Большой объем работ был проведен летным отделом совместно с ОКБ "Сокол" для обеспечения Сдаточно-летных испытаний малогабаритных двигателей МД-45 для летательного аппарата "Крыло-1" и МД-120 для летательных аппаратов "Дань" и "Дятел".

Коллектив высококвалифицированных специалистов летного отдела МКБ постоянно оказывает помощь серийным заводам и эксплуатирующим организациям при решении технических вопросов, возникающих при освоении новых двигателей и в процессе их эксплуатации, участвует в расследовании летных происшествий, связанных с отказом авиационной техники.

В течение всего периода эксплуатации двигателей Р15Б-300, АЛ-21Ф и АЛ-31Ф отдел постоянно проводит авторский надзор за их техническим состоянием.

При этом летный отдел обеспечивает также конструкторское сопровождение и техническое руководство эксплуатацией двигателей АЛ-31Ф в составе самолетов Су-33, базирующихся на авианосце крейсера "Адмирал Кузнецов". Правильность технических решений по этим двигателям подтверждена положительными результатами зимнего похода авианосца в 2005 г. в северную Атлантику. За качественное обеспечение эксплуатации самолетов Су-33 командование ВМФ выразило коллективу МКБ "Гранит" благодарность.

За время существования летного отдела в нем трудилось много талантливых, высокопрофессиональных специалистов, таких, как: Б.М. Флиер, В.Б. Арулин, В.Н. Нефедов, В.А. Марканов, В.А. Пушкарёв, В.Н. Шинов, В.Н. Прокофьев, Г.Н. Ивко, В.П. Гуркин, М.В. Лукин, Л.А. Третьяков, С.И. Эскин, А.П. Жебраков, В.Н. Астахов, О.А. Сироткин, И.Н. Рудаков, В.А. Кашин, В.М. Белешов, Б.К. Токаев, В.Д. Поляков, В.М. Левитан, В.С. Тарусин, А.И. Полушкина, С.С. Вавилова, А.А. Демин, А.А. Дерябин, Ю.А. Бочагов, В.А. Дроздов. Многие из них были активными изобретателями и рационализаторами.

Сегодня в летном отделе МКБ продолжают активно работать его ветераны: В. Ф. Когтев, Г.А. Фирсова и Л.С. Степанова.

(Окончание в следующем номере).



СЕРТИФИКАТ ТИПА БУДЕТ В 2009 г.

Накануне VIII Международного форума и выставки "Высокие технологии XXI века" на ОАО НПП "Аэросила" успешно завершены стендовые заводские испытания двигателя TA18-200.

Для быстрого запуска маршевых двигателей, кондиционирования кабин и салона, бесперебойной работы системы аварийного электропитания самолетов необходимы высокоэффективные и надежные вспомогательные газотурбинные двигатели (ВГТД). На ОАО НПП "Аэросила" для самолетов Ту-204, Ту-214, Ту-330, Ан-70 разработан ВГТД TA18-200, полностью соответствующий перечисленным требованиям.

TA18-200, созданный в рамках "Федеральной целевой программы развития гражданской авиационной техники", представляет собой одновальный ГТД с противоточной кольцевой камерой сгорания и центростремительной турбиной, приводящей в действие служебный компрессор, от которого производится отбор сжатого воздуха. Конструктивно двигатель состоит из четырех основных модулей: турбокомпрессора, служебного компрессора, камеры сгорания и редуктора с навесными агрегатами, обеспечивающими работу систем двигателя.

Турбокомпрессор включает в себя одноступенчатый центробежный компрессор с радиальным лопаточным диффузором и спрямляющим аппаратом и одноступенчатую центростремительную турбину с охлаждаемым сопловым аппаратом.

Служебный компрессор состоит из двух основных частей: одноступенчатого центробежного компрессора с радиальным лопаточным диффузором и спрямляющего аппарата. Он оснащен регулируемым входным направляющим аппаратом (ВНА), управление которым интегрировано с системой автоматического управления двигателем.

Кольцевая камера сгорания противоточного типа оснащена одноканальными центробежными форсунками. Для повышения эффективности горения, а также для снижения дымности выхлопа и эмиссии в атмосферу вредных веществ на форсунках предусмотрен пневматический распыл с аэрацией - дополнительным насыщением факела воздухом. Поджиг топлива осуществляется двумя свечами зажигания. Для охлаждения стенок жаровой трубы камеры сгорания применяется воздушное пленочное охлаждение.

В редукторе коробки приводов применены шестерни с зубчатой цилиндрической передачей. Редуктор обеспечивает работу как привода ручной прокрутки ротора двигателя, так и обгонной муфты в приводе стартера. На редукторе размещены: генератор переменного тока (60 кВА) с системой масляного охлаждения, топливный насос-дозатор, стартер, а также маслоагрегат и вентилятор собственной разработки.

TA18-200 оснащен цифровой системой управления с "полной ответственностью", развитыми функциями контроля и диагностики.

Запуск двигателя на земле осуществляется автоматически электростартером от четырех аккумуляторных батарей 20НКБН-

25-УЗ, а запуск в полете - от двух батарей с питанием ЭРРД от двух других батарей.

Диапазон температур наружного воздуха, в котором обеспечивается нормальная работа двигателя, - от минус 60 до плюс 50 °С.

Назначенный ресурс TA 18-200 составляет 12 000 часов, 15 000 запусков. В конструкции этого ВГТД используются современные конструкционные материалы. Технологическая подготовка производства TA18-200 проводилась с использованием современных информационных технологий. Проектирование технологических процессов осуществлялось в СУБД с использованием элементов сквозного проектирования на базе современных CAD/CAM систем AutoCad и Unigraphics. Изготовление ответственных деталей и узлов двигателя TA18-200 ведется на современном высокоточном оборудовании, позволяющем обеспечить высокое качество и надежность изделия в целом.

Высокий уровень эксплуатационной технологичности и ремонтопригодности обеспечиваются:

- применением электронной цифровой САУ (с диагностированием и индикацией неисправностей), обеспечивающей эксплуатацию двигателя по техническому состоянию и позволяющей осуществлять во время работы непрерывный самоконтроль с поиском отказов до уровня одного функционального блока;
- работой САУ в режиме самонастройки во всех ожидаемых условиях эксплуатации при отсутствии необходимости его регулирования в процессе выработки ресурса;
- компактным размещением агрегатов в легкодоступных для обслуживания местах;
- индикацией вида неисправности и неисправного сменного блока с возможностью демонтажа и монтажа агрегатов (замена которых разрешена в эксплуатации) без снятия других агрегатов с ВГТД и самого двигателя с объекта;
- модульностью конструкции, допускающей восстановительный ремонт в эксплуатации в полевых условиях путем замены модулей и агрегатов;

- автоматической предполетной подготовкой с привлечением специалистов средней квалификации.

Двигатель TA18-200 прошел стендовые заводские испытания и подтвердил параметры, установленные техническим заданием. В настоящее время ведутся работы по подтверждению назначенного ресурса.

Благодаря тесному сотрудничеству с ведущими предприятиями и институтами авиационной промышленности, такими как ЦИАМ, ФГУП "ММПП "Салют", ФГУП УНПП "Молния", ОАО "Омское машиностроительное КБ", сертификационными центрами ГосНИИ ГА, АРМАК и др., получение сертификата типа назначено на 2009 год.

Параметры (Н=0, МСА)	TA18-200 Россия	TA12-60 Россия
Отбор воздуха: - расход, кг/с - давление, кгс/см ²	1,7 4,7	1,6 4,9
Отбор электрической энергии переменного тока: - мощность, кВА - частота, Гц - напряжение, В	60 400 115/200	60 400 115/200
Эквивалентная суммарная мощность (при одновременном отборе N _{эл} = 30 кВА), кВт	357	360
Расход топлива, кг/ч	168	250
Удельный расход топлива, кг/кВт·ч	0,470	0,694
Высотность запуска/режимной работы, м	12 000/12 000	7000/9000
Масса (без генератора), кг	190	297
Удельная масса, кг/кВт	0,532	0,825

ВСЕРОССИЙСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ПРОБЛЕМАМ ВПК

15 марта 2007 г. на ФГУП "ММПП "Салют" состоялась Всероссийская конференция "Развитие оборонно-промышленного комплекса как фактор национальной безопасности РФ", организованная Комитетом Совета Федерации по обороне и безопасности, Федеральным агентством по промышленности, Министерством промышленности и энергетики РФ, ФГУП "Рособоронэкспорт", Лигой содействия оборонным предприятиям. Повесткой дня Конференции предусматривалось обсуждение состояния и проблем развития ОПК как фактора национальной безопасности РФ, определение приоритетных направлений совершенствования ОПК РФ, включая законодательную базу. В Конференции приняли участие руководители и представители администрации Президента РФ, Совета Безопасности РФ, Федерального Собрания РФ, Правительства РФ, Генеральной прокуратуры и Счетной палаты РФ, генеральные директора промышленных предприятий, руководители НИИ и других министерств и ведомств.

С основным докладом выступил глава Роспрома Борис Алешин. Он сообщил о скором радикальном изменении структуры оборонно-промышленного комплекса (ОПК). *"В ближайшее время могут быть приняты более энергичные меры по акционированию предприятий. Такая форма, как Федеральное государственное унитарное*



предприятие, - полностью архаична, она себя исчерпала", - заявил Б. Алешин. По его словам, акционирование оборонных предприятий позволит более гибко управлять предприятиями, расширит их возможности в части привлечения дополнительных финансовых ресурсов и позволит более эффективно ими распоряжаться. Реструктуризация отрасли - магистральный путь с целью концентрации ресурсов, создания более благоприятных условий для конкуренции и создания более эффективных инструментов для использования ресурсов в интересах производства конечной продукции. В ответе на вопросы генеральных директоров о цели приватизации Б. Алешин заявил, что речь идет не о продаже оборонных предприятий, а об акционировании: "Имеется в виду, что 100 % акций предприятий будут закрепляться в государственной собственности. Это - своего рода государственная форма управления". По его словам, форма государственных унитарных предприятий неэффективна и ставит предприятия в неординарные условия. "Система должна быть идентичной. В частности, должна быть идентичной система отчетности. Никогда ФГУП не придет к системе отчетности международной, в результате никогда к нему не придут инвесторы". По его словам, система ФГУПов не позволяет эффективно использовать государственные и собственные средства предприятий. "Я утверждаю: на сегодняшний день эффективность использования бюджетных средств и собственных средств предприятий, в том числе и в военно-промышленном комплексе, крайне низка".

Б. Алешин сообщил также, что начиная с 2006 г. на развитие машиностроительных отраслей промышленности в России направляется около 30 млрд рублей, причем основная доля этих средств идет на развитие оборонного сектора.

Конечно, не все предприятия оборонных отраслей имеют возможность самостоятельно решать проблемы своего развития. Неудовлетворительное государственное финансирование вынуждает предприятия брать кредиты под значительные проценты, которые

никак не компенсируются при расчетах за произведенную продукцию. Такая схема работы с предприятиями ОПК снижает их прибыль и зачастую делает невозможным их техническое перевооружение. Не спасает даже то, что общая сумма прибыли предприятий оборонно-промышленного комплекса России в 2006 г. составила 26 млрд рублей. Об этом сообщил в своем выступлении директор департамента ОПК Минпромэнерго Юрий Коптев. Он добавил, что оборонно-промышленный комплекс завершил 2006 г. с приростом в 9,8 %, даже с учетом провала по объему производства в судостроительной промышленности. Ю. Коптев также подчеркнул, что для кардинального технического перевооружения производства необходима эффективная поддержка государства: *"Сегодня по отрасли износ оборудования в среднем составляет 67 %. Есть секторы, где этот показатель еще хуже, в частности, в радиоэлектронном комплексе износ оборудования составляет 74 %".*

Одним из директоров предприятий ОПК, выступивших на Конференции, был генеральный директор ФГУП "ММПП "Салют" Юрий Елисеев. В своем выступлении он коснулся многих аспектов деятельности государственных и акционированных предприятий. Главный вывод - на нормальную работу юридическая форма собственности компании не оказывает никакого влияния, будь то ФГУП или АО. Если есть заказы, то предприятие будет жить с любой формой собственности. Когда для повышения устойчивости необходима диверсификация, то ее надо проводить. В связи с этим одной из приоритетных задач ММПП "Салют" является выравнивание объемов производства военной и гражданской продукции.

Однако главной проблемой сегодняшнего дня Юрий Елисеев считает рост цен на материалы: *"К 2008 г. мы можем подойти на нулевом уровне прибыли и не дожить до того времени, когда нас акционируют. Рост цен на материалы - вот что нас погубит".*

Если при заключении контракта на двигатель АЛ-31Ф в 2001 г. его цена составляла \$3200 тыс., то в 2005 г. она возросла только на 70 тыс. За это время выручка за каждый проданный двигатель в руб-

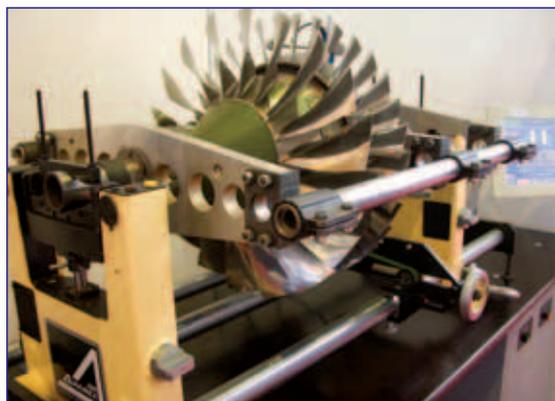


левом эквиваленте постоянно снижалась, а цены покупаемых материалов и комплектующих неуклонно росли. В результате величина прибыли стремительно приближается к нулевой отметке.

"Почему на внутреннем рынке никель продают, как на лондонской бирже, где, кстати, цены колеблются - то растут, то падают, в то время как в России они только ползут вверх? Экономика должна быть управляемой даже в рыночных условиях. Необходимо регулировать цены, когда возникает такая потребность. Государство на то и существует, чтобы применить власть в подобных случаях. Это очень важный вопрос, который требует немедленного решения", - подчеркнул Ю. Елисеев. С ним согласен генеральный директор Ступинского металлургического комбината Артур Давыдов, который сообщил, что только с третьего квартала 2006 года по первый квартал 2007 года цена на сплавы, выпускаемые предприятием, увеличилась в среднем на 70 % из-за роста цен на никель, кобальт, молибден, вольфрам.

Другие директора предприятий также вызвали серьезную обеспокоенность событиями, происходящими в ОПК. Свои мысли и пожелания они выразили в итоговом документе, принятом Конференцией.

БАЛАНСИРОВОЧНЫЕ СТАНКИ ДЛЯ РОТОРОВ И ДЕТАЛЕЙ АВИАЦИОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ



Балансировочный станок VM-050



Балансировочный станок VM-300

Вибрационная надежность авиационных газотурбинных двигателей в значительной мере определяет их общую надежность. Существенное значение в обеспечении вибрационной надежности двигателей имеет качественное уравнивание роторов, отдельных узлов и деталей на балансировочных станках.

При создании современных высокоскоростных двухконтурных авиационных газотурбинных двигателей, в особенности двигателей пятого поколения, предъявляются высокие требования к качеству их изготовления и сборки.

Уравнивание каждой отдельной детали ротора ГТД, такой как диск осевого компрессора или турбины, вала, муфты и других деталей, а затем и всего ротора в сборе, должно производиться с высокой точностью, не ниже G 2,5 по классификации ISO. При этом окончательная проверка остаточного дисбаланса собранного ротора является финальной сборочной операцией, при которой комплексно оценивается качество изготовления ротора.

В связи с высокими требованиями, предъявляемыми к качеству уравнивания роторов, аналогичные требования применяются и к балансировочному оборудованию.

Балансировочные станки с горизонтальной осью вращения серии VM и с вертикальной осью вращения серии V, успешно эксплуатируемые на ведущих предприятиях авиационного двигателестроения, наглядно демонстрируют высокую точность уравнивания наряду с удобством и простотой обслуживания станков, их высокой надежностью и хорошо налаженной системой сервиса.



Балансировочный станок V-20

Технические характеристики балансировочных станков серии VM

Характеристика	VM-010	VM-050	VM-100	VM-300	VM-1000	VM-3000	VM-5000
Максимальная масса ротора, кг	8	50	100	300	1000	3000	5000
Минимальная масса ротора, кг	0,02	1	1	3	10	30	50
Максимальный диаметр ротора, мм	170	700	1800	1800	2000	2300	2300
Тип опор	Ролики, призмы						
Чувствительность, г-мм/кг	0,05	0,05	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Частота вращения при балансировке, об/мин	от 450	от 350	от 350	от 350	от 300	от 300	от 300
Тип электродвигателя	Переменного тока с регулируемой частотой						
Элемент, передающий вращение	Ремень				Ремень / Ремень + Кардан		
Приборное оснащение	Микропроцессорный измерительно-аналитический блок на базе промышленного компьютера						
Требования к фундаменту	Устанавливаются на рабочий стол			Специального фундамента и виброизоляции не требуется. Станки устанавливаются на обычный пол в цехе			
Длина основания, мм	500	1280	1600	1600	2700	3000	3000
Масса станка, кг	30	80	450	500	1100	1500	1700

ДИАМЕХ 2000

Вибродиагностика и Балансировка

115432, Россия, Москва, 2-й Кожуховский проезд, 29, корп. 2, стр. 16.

Тел.: (495) 223-0420.

Факс: (495) 223-0490.

www.diamech.ru

*Двигатели -
энергия успеха!*



- 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**



ВИХРЕВАЯ МЕХАНИКА ПЕРЕМЕЖАЮЩИХСЯ СРЕД (ПОСОБИЕ ДЛЯ ВСЕХ ИНТЕРЕСУЮЩИХСЯ)

Александр Григорьевич Прудников, д.т.н., ЦИАМ

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

Вихревые кинетики разных иерархических уровней

Используя описанные физические модели вихревых движений, можно получить аналитические решения уравнений движения потока. Это справедливо для различных масштабов как всех видов хорошо известных в газовой динамике естественных пограничных течений (СПС, ППС, струя, ближний и дальний след, псевдоскачок, концевые вихревые шнуры), так и новых искусственных пограничных течений теплогазоаэродинамических профилей: лобовых, боковых и кормовых обтекателей скоростного летательного аппарата, его силовых исполнительных устройств управления, стабилизации и тяги.

В данной статье нет возможности и необходимости останавливаться на каждой задаче классического и рукотворного пограничного течения, но назрела необходимость пояснить взгляды на эти уравнения с позиций вихревой МПС.

Традиционно применяемые "точечные" нестационарные дифференциальные уравнения Навье-Стокса имеют дело со сплошной средой только в размерах самой "точки", исчисляемой сотыми долями миллиметров (размерами самых мелких турбулентных вихрей). Это слишком незначительная величина для исследования фронтов подогрева, фронтов накопления радикалов, фронтов химических реакций, негорящих и горящих "поверхностей" контактного разрыва очень малой, но конечной толщины. Решая уравнения такого уровня "сеточными методами", мы улавливаем только особенности крупномасштабного движения, определяя, впрочем, его частоты и масштабы скоростей по подсказкам физического эксперимента.

Бессистемное осреднение дифференциальных уравнений по времени дает еще меньше информационной прибавочной

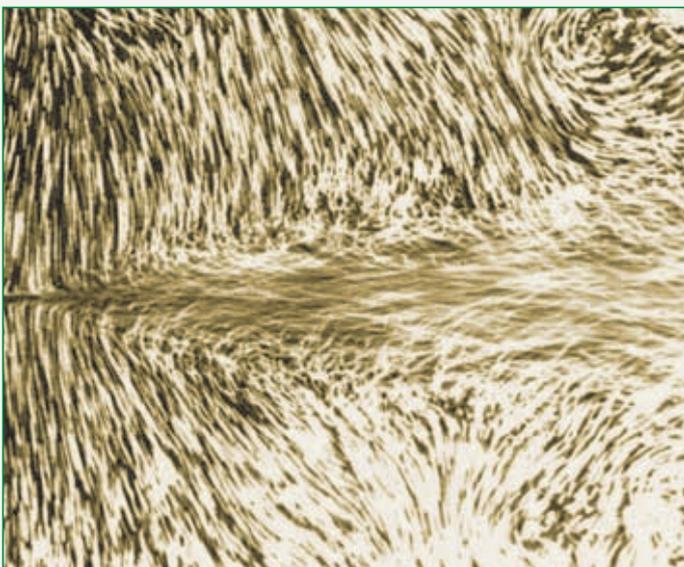
стоимости при избытке "шумовой информации" ввиду терпеливости и бессловесности самих уравнений. Такое суммарное тотальное временное осреднение "общим чохом" выдает результат в виде неразличимого по составу набора из жидкостей, различных присутствующих в процессе газов, движущихся многокомпонентных сред. Для ВРД в этот "фарш" добавляются, кроме воздуха, жидкого и газового горючего, еще и нагретые приспелые воздушно-горючие и в разной степени сгоревшие вихри, их "поверхности" смешения и фронты горения. С позиции статистического структурного анализа все это должно быть заменено предметно-систематизированным, условным или "своим" для каждого уровня кинетики осреднением со своей лагранжевой системой координат и структурными параметрами "черного ящика" выхода на более высокий иерархический уровень.

В термогазодинамических процессах в авиадвигателе можно усмотреть не менее пяти-шести уровней кинетик, обеспечивающих требуемую заранее точность решения и расчета:

- молекулярная и турбулентная кинетики со своими структурными термодинамическими и микрогазоаэродинамическими параметрами $\rho, \tau, \rho, a, \zeta, D_{\text{мр}}, v_{\text{тр}}, e, u_{\text{мтр}}, \Pi_{\text{в}}$;
- кинетика крупного (живого) вихря и его следа распада;
- статистическая кинетика ансамблей крупных вихрей разных каскадов;
- кинетика потенциального обтекания детерминированного (когерентного) или стохастического вихревого слоя (статистического ансамбля крупных вихрей) спутными потоками;
- кинетика ядер спутных потоков;
- кинетика суммарного движения в каналах сжатия, энергывыделения и расширения.

Резюмируя сказанное, можно сделать такие выводы:

- корреляционные моменты есть результат хаотического суммарного временного осреднения перемежающихся и перемежаемых потоков и их произвольного нефизического разбиения на "средние" и "турбулентные" пульсации;
- разбиение и систематизация по реальным разнородностям потоков избавляет нас от проблем, которые мы сами создаем, чтобы их преодолеть;
- при любом пасьянсе "полуэмпирических констант": надуманных, но согласованных с экспериментом и с любой половиной потоков (продольных или поперечных) для всех известных осредненных уравнений движения (Рейнольдса, Ротта, или современных "высокомоментных") получаем только один банально очевидный результат: пригодность (действенность) дифференциальных уравнений движения, при котором (при любом способе их осреднения и разбиения квазилинейного или перемежаемого) столетний стаж пасьянсовой "полуэмпирической игры" с уравнениями движения хаотического (временного) суммарного осреднения является серьезным основанием сделать эту игру бессмертной, подобно шахматам, картам, нардам и т.п.



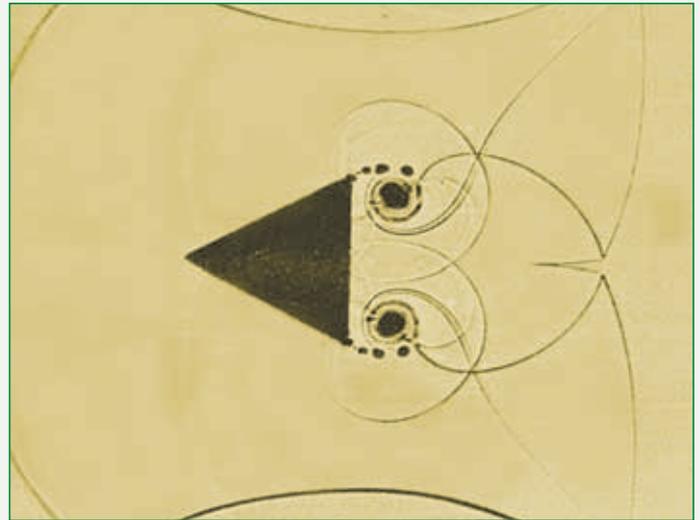
Струйный вихревой слой в потоке

Заключение

Вихревая теплоаэромеханика пограничных течений авиадвигателя и его летательного аппарата, как часть механики перемежаемых и перемещающихся взаимодействующих сред, описывается достаточно точно 24-мерной системой лагранжево-эйлеровых уравнений детерминированных и стохастических движений счетного множества разнородных сред с дискретным или непрерывным статистическим распределением своих размеров.

Известные модели классических кинетик движения:

- молекулярного (Максвелла-Больцмана);
- сплошного (непрерывного) идеального и вязкого (Эйлера, Навье-Стокса);
- пограничного (Кармана-Прандтля);
- локально-турбулентного (Рейнольдса-Ричарсона-Колмогорова-Обухова) и возможные новые модели движений крупных вихрей можно рассматривать как "черные ящики" с постоянными по объему "ящика" известными структурными параметрами, или параметрами выхода на более высокий иерархический уровень кинетики. Для молекулярной кинетики таковыми являются известные локальные значения термодинамических параметров (массы, импульса, энергии) и локальных скоростей их градиентного обмена. Для локальной турбулентности выходными параметрами являются известные локальные значения скоростей турбулентных пульсаций, скорости их затухания, скорости фронтального микротурбулентного горения и т.п. Для кинетики крупного вихря - это известные средние по объему вихря термодинамические параметры (завихренность, температура, скорости поступательного движения, роста, инжекции и др.), определяемые решениями без эмпирических констант "парциальных" (условно средних) уравнений движения ядра единичного крупного "вихревого клубка" постоянной завихренности. Для статистической кинетики вихревого слоя, состоящего из статистического ансамбля живых крупных вихрей и их следов распада, - это известные размеры все более крупных вихрей, образующихся спариванием (перингом) бесконечного множества каскадов и геометрические параметры вихревого слоя, определяемые системой дифференциальных уравнений вероятности появления этих каскадов, включая нулевую вероятность ПТР.



Сверхзвуковое обтекание клина

Крупные и турбулентные вихри имеют независимые, соответственно, обратимый и необратимый источники энергии, описываемые достаточно точно нульмерными балансными условиями сохранения энергии.

Двух- трехчленные приближения единых формул классических профилей теплогазоаэродинамических параметров вдоль и поперек суммарных пограничных течений более точно описывают экспериментальные профили, чем разнородные известные "диффузионные" "логарифмические" и степенные аппроксимации свободных, пристенных "следовых" и струйных пограничных слоев.

Разбиение неоднородного и неизотропного поля разнородных газоаэродинамических параметров на поле средних значений и поле слабых (линейных) мелкомасштабных "турбулентных" пульсаций для реальной вихревой макроаэромеханики перемежаемых, перемежающихся и реагирующих сред некорректно, так как дает ошибку до 45 % для $(T_1'/T_1) \cong 7$ при одном только ρ_1, μ_1 и выносе плотности из-под знака осреднения тензора и создает неперодолиемые (надуманные) проблемы с определением корреляционных моментов (при условном осреднении по однородным объемам разных сред таких проблем не возникает).



ОТКРЫТА ПОДПИСКА на 1907 годъ
на двухдѣльный, полулярный, научно-технический журналъ

ДВИГАТЕЛЬ

Журналъ служитъ дѣлу национализаціи русской промышленности, разсѣять нѣкоторыя неразрѣшныя сомнѣнія съ распространениемъ здравыхъ понятій о надлежательномъ выборѣ и правильной эксплуатациіи **ДВИГАТЕЛЕЙ** и **СТАНКОВЪ**.

Сообразно съ этимъ:

- "ДВИГАТЕЛЬ" даетъ обзоръ всѣхъ изобрѣтеній и усовершенствованій въ области паростроительства.
- "ДВИГАТЕЛЬ" разъясняетъ различныя способы эксплуатации двигателей и указываетъ на ихъ слабые стороны и недостатки.
- "ДВИГАТЕЛЬ" не оставляетъ безъ вниманія ни одного изъ вопросовъ, касающихся двигателей и станковъ.
- "ДВИГАТЕЛЬ" содержитъ всѣ новыя изобрѣтенія и усовершенствованія въ области паростроительства.

Условія подписки: за годъ 3 руб., полъ года 4 руб.
Адресъ редакціи и издателя: Петербургъ, Невскій проспектъ, 66, кв. 22.
Издатель А. Никольскій. Редакторъ Н. Никольскій.

ДВИГАТЕЛЬ

Содержитъ всѣ новыя изобрѣтенія и усовершенствованія въ области паростроительства.

ДВИГАТЕЛЬ

Содержитъ всѣ новыя изобрѣтенія и усовершенствованія въ области паростроительства.

ОТКРЫТА ПОДПИСКА на 1917 годъ
на двухдѣльный, полулярный, научно-технический журналъ

"ДВИГАТЕЛЬ"

Журналъ служитъ дѣлу национализаціи русской промышленности, разсѣять нѣкоторыя неразрѣшныя сомнѣнія съ распространениемъ здравыхъ понятій о надлежательномъ выборѣ и правильной эксплуатациіи **ДВИГАТЕЛЕЙ** и **СТАНКОВЪ**.

Сообразно съ этимъ:

- "ДВИГАТЕЛЬ" даетъ обзоръ всѣхъ изобрѣтеній и усовершенствованій въ области паростроительства.
- "ДВИГАТЕЛЬ" разъясняетъ различныя способы эксплуатации двигателей и указываетъ на ихъ слабые стороны и недостатки.
- "ДВИГАТЕЛЬ" не оставляетъ безъ вниманія ни одного изъ вопросовъ, касающихся двигателей и станковъ.
- "ДВИГАТЕЛЬ" содержитъ всѣ новыя изобрѣтенія и усовершенствованія въ области паростроительства.

"ДВИГАТЕЛЬ" разъясняетъ различныя способы эксплуатации двигателей и указываетъ на ихъ слабые стороны и недостатки.

"ДВИГАТЕЛЬ" не оставляетъ безъ вниманія ни одного изъ вопросовъ, касающихся двигателей и станковъ.

"ДВИГАТЕЛЬ" содержитъ всѣ новыя изобрѣтенія и усовершенствованія въ области паростроительства.

"ДВИГАТЕЛЬ" даетъ обзоръ всѣхъ изобрѣтеній и усовершенствованій въ области паростроительства.

"Вся ТЕХНИКА"

Всѣмъ ГОДОВЫМЪ подписчикамъ будетъ бесплатно выслана книга

"Вся ТЕХНИКА"

полный справочникъ по всѣмъ отраслямъ техники, составленный группой специалистовъ для пользования техника-практика.

Условія подписки:
годъ (съ приложениемъ справочника "Вся техника") 10 руб., полъ года 5 руб.
ДОПУСКАЕТСЯ РАЗСРОЧКА: при подпискѣ 5 руб. въ мѣсяцъ 3 р., и 1 мая 2 руб.

Пробы № высылается за 50 коп.

Адресъ редакціи и издателя: Петербургъ, Невскій проспектъ, 66, кв. 22.
Издатель-издатель А. Никольскій.

Реклама журнала "Двигатель" 1907 года и страницы этого нового журнала

Анонс журнала "Двигатель" на 1917 год, последний год издания ...

ЭЛАСТОМЕРЫ В ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЯХ, РАБОТАЮЩИХ НА ДИМЕТИЛОВОМ ЭФИРЕ

Обеспечение надежных уплотнений в подвижных и неподвижных узлах двигателей и их топливных систем всегда являлось актуальной задачей. С расширением номенклатуры используемых топлив возникла насущная необходимость разработки новых уплотнений и материалов для резинотехнических изделий, к которым предъявлялись дополнительные требования в связи с климатическими особенностями России.

Одним из перспективных альтернативных экологически безопасных топлив является диметиловый эфир (ДМЭ). Он отличается благоприятными экологическими характеристиками: коротким полупериодом жизни в тропосфере (менее одного дня), нетоксичностью, неканцерогенностью, немутагенностью, способностью полностью разлагаться до воды и двуокси углерода. ДМЭ бесцветен, почти не имеет запаха и по внешнему виду напоминает воду.

При использовании ДМЭ в качестве альтернативного моторного топлива для дизелей он демонстрирует уникальные химотологические и экологические свойства, а также отсутствие коррозионной активности. Однако было отмечено влияние ДМЭ на резиновые изделия (увеличение объема), что обуславливает необходимость поиска более стойких уплотняющих материалов.

Так, электромагнитные клапаны EV2110B фирмы Danfoss (Дания) с уплотнениями, изготовленными из материалов марок EPDM (этилен-пропиленовая основа) и FKM (основа фтор-каучук), оказались неработоспособными в среде ДМЭ. После 3...4 часов работы нарушалась герметичность, кольцо и мембрана клапанов сильно увеличивались в размерах и выходили из пазов, в которые они были установлены.

Для выработки квалифицированного подхода к выбору резинотехнических изделий, стойких к воздействию ДМЭ, совместными усилиями со специализированными лабораториями ФГУП "НИИД" и АМО ЗИЛ были проведены исследования стойкости наиболее широко применяемых эластомеров в среде ДМЭ.

Установлено, что наиболее перспективными направлениями создания новых рецептур эластомеров являются:

- специальные композиции на основе бутадиен-нитрильных каучуков (NBR) и гидрированных бутадиен-нитрильных каучуков (HNBR) для длительной работы в моторных маслах при температуре 150...185 °С;
- специальные маслостойкие композиции на основе силиконовых каучуков для работы в масле при температуре до 240 °С и воздухе до 300 °С;
- специальные композиции на основе фторэластомеров для работы в среде минеральных и синтетических моторных масел.

Эластомерные композиции PC-264 и PC-404, созданные ООО "РЕАМ-РТИ", успешно заменяют фторкаучуковые композиции при низкотемпературной эксплуатации, а по длительной стойкости в средах при повышенных температурах (до 150 °С) превосходят их. Композиция PC-264-5 обеспечивает динамический коэффициент сухого трения "резина-сталь" ниже величины 0,3.

Для производства маслостойких силиконовых изделий используют высококачественные импортные силиконовые каучуки фирм Wacker Chemie, Dow Corning, General Electric. Изделия на их основе превосходят по ряду функциональных качеств фторкаучуки в таких деталях, как уплотнения маслосъемных колец автомобильных и авиационных роторно-поршневых двигателей. Однако силиконовые композиции часто несовместимы с синтетическими моторными маслами, используемыми для высокофорсированных по температуре двигателей. Такие композиции требуют установки защитных оболочек из фторэластомеров.

По предложению специализированных предприятий и лабораторий (АМО ЗИЛ, ООО "Резинотехсервис", ООО "РЕАМ-РТИ" и др.) в разное время был испытан в среде ДМЭ ряд эластомерных композиций как в виде образцов, помещаемых в герметичную емкость с ДМЭ, так и в виде натуральных изделий, устанавливаемых в топливную систему двигателя, работающего попеременно на ДМЭ (основное топливо) и дизельном (дублирующем) топливе. Кроме того, на стойкость в ДМЭ были испытаны и другие материалы, применяемые в двигателях.

Образцы разделили на три группы. Образцы первой группы были измерены и взвешены для проведения испытаний в ДМЭ, образцы второй группы прошли стандартные контрольные испытания по методикам, принятым на АМО ЗИЛ, а образцы третьей группы являлись "свидетелями" и резервными для дальнейших повторных испытаний (при необходимости). Определялись условная прочность при растяжении, относительное удлинение при разрыве, относительное остаточное удлинение, твердость по Шор А, изменения массы и объема образцов при воздействии масел АМГ-10 и ТСП-10, а также смеси изооктана и толуола.

Испытания на стойкость в ДМЭ пяти образцов резин, разработанных фирмой "РЕАМ-РТИ" показали, что:

- резина марки АФ-15 на основе фторэластомера "Афлас" устойчива в среде сероводорода, кислот, щелочей, горячей воды и пара. Резина предназначена для использования в нефтяной, нефтегазовой и газотопливной промышленности. Температурный интервал работоспособности резиновой смеси в среде масел, топлив, пластовых жидкостей, алифатических углеводородов от -35 °С до +250 °С;
- резины марок РС-264 и РС-264-5 на основе бутадиен-нитрильного каучука остаются работоспособными при температурном интервале от -45 °С до +150 °С (кратковременно до 170 °С). Эти маслобензостойкие резины предназначены, в частности, для изготовления уплотнительных изделий в подвижных и неподвижных соединениях для узлов автомобильной и авиационной промышленности, нефтегазового и газо-топливного оборудования. Резина марки РС-264-5 характеризуется пониженным коэффициентом трения;
- резина марки ТЕР-10 на основе гидрированного бутадиен-нитрильного каучука устойчива к химическому воздействию бурового шлама, масел, метана, углекислого газа, сероводорода, кислот и др. агрессивных сред;
- резина РС-ВА на базе фторкаучука СКФ-26 обеспечивает работоспособность в диапазоне температур от -20 °С до +250 °С узлов автомобильной промышленности, сельскохозяйственного и транспортного машиностроения, нефтегазового и газо-топливного оборудования, гидравлических и пневматических устройств.

Результаты испытания образцов вышеперечисленных марок резин в ДМЭ и в среде присадки (Lubrizole 539-A), добавляемой в ДМЭ в количестве ~100 ppm для повышения его смазывающих свойств, показали, что наилучшую стойкость в ДМЭ имеют резины РС-264 и РС-264-5. Увеличение размеров колец 032-037-30 из резины РС-264 после выдержки их в ДМЭ составило в среднем всего 5 %.

Уплотнительные кольца из этих резин применяются в системах питания двигателей автомобилей-рефрижераторов ЗИЛ-5301 "Бычок". Следует отметить, что двигатели этих машин способны работать как на ДМЭ, так и на обычном дизельном топливе.

**ФГУП "НИИД"
ООО "РЕАМ-РТИ"
АМО ЗИЛ**

21-26
АВГУСТА

www.aviasalon.com
МАКС
2007

МЕЖДУНАРОДНЫЙ
АВИАЦИОННО-КОСМИЧЕСКИЙ
САЛОН МОСКОВСКАЯ ОБЛАСТЬ
ЖУКОВСКИЙ
21-26 АВГУСТА

ОАО «АВИАСАЛОН»
ФГУП «ЛИИ им. М.М. Громова»
Московская область, г. Жуковский, 140182, Россия

Тел: (495) 787-66-51
(495) 556-77-86
Факс: (495) 787-66-52
(495) 787-66-54

E-mail: maks@aviasalon.com
expofor@aviasalon.com
www.aviasalon.com

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ - ГЛАВНЫЙ АРГУМЕНТ ПРИ ПРИНЯТИИ РЕШЕНИЙ

ООО "Искар-СНГ": **Валерий Янович Литвак**, генеральный директор
Михаил Евсеевич Горелик, технический консультант

Хорошо продуманные конструктивные решения современных высокопроизводительных инструментов и высокие технологические возможности реализации этих решений делают инструменты компании ISCAR, экономически выгодными в производстве, несмотря на их относительно большую стоимость. Эффективность применения прогрессивных высококачественных режущих инструментов ISCAR становится все более очевидной для большинства потребителей.

Тем не менее, для многих производителей процесс перехода к высокопроизводительным инструментам остается медленным и неуверенным из-за того, что необходимость повысить производительность обработки входит в мнимое противоречие с предполагаемым удорожанием производства, связываемым с увеличением расходов на инструмент.

При принятии решения о приобретении инструмента той или иной фирмы-производителя со стороны производителей всегда возникает не просто первый, а единственный вопрос: "ЦЕНА инструмента?".

Такое понятие, как "ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ РАСХОДЫ на инструмент при обработке детали" редко интересует потенциального потребителя инструмента. И, к сожалению, мало кто из производителей задается основополагающим вопросом: "Во что обходится сейчас и как может измениться "СЕБЕСТОИМОСТЬ обработки деталей" при использовании прогрессивных конструкций инструментов?". Отрадно отметить, что число тех, кто задумывается над этим вопросом, становится все больше.

Насколько важна Цена инструмента при принятии решений о его приобретении? И какой критерий является основополагающим при выборе инструмента? Именно на этих вопросах хотелось бы остановиться более подробно.

На рис.1 показано изменение показателей: "Цена инструмента", "Относительные расходы на инструмент на 1 деталь" и "Себестоимость обработки" для "Типового" и "Прогрессивного" вариантов применения инструментов. Различные показатели на рисунке показаны в разных масштабах и между собой не соизмеряются.

Видно, что для "Типового" варианта характерным является применение инструментов с низкой ценой, при этом "СЕБЕСТОИМОСТЬ обработки" - высокая. Для "Прогрессивного" варианта используется инструмент с более высокой ценой, но при этом "СЕБЕСТОИМОСТЬ обработки" - низкая.

"Относительные расходы на инструмент на 1 деталь", значение которых определяется, как ценой, так и стойкостью инструмента, при переходе на "Прогрессивный" вариант могут стать как выше, так и ниже относительно "Типового" варианта, но это не имеет самостоятельного значения, ввиду того, "Относительные расходы" входят в "СЕБЕСТОИМОСТЬ обработки".

Вопрос ЦЕНЫ инструмента "лежит на поверхности". Цена является более осязаемой, ее знают и обсуждают ВСЕ - от руководства до рабочих, а вся ЗАТРАТНАЯ ЧАСТЬ процесса обработки - СЕБЕСТОИМОСТЬ лежит глубже, вне поля зрения и не столь ощутима, как Цена, которая чаще всего является критерием (к сожалению - необоснованным) при выборе инструмента.

Хотелось бы обратить внимание, что именно знание всех реальных затрат на производство (а не только затрат на инструмент) и на-

хождение эффективных способов их снижения - главная задача руководителей любого уровня. Для изменения сложившейся ситуации в расстановке приоритетов выбора - самое трудное это изменить устоявшееся стереотипы мышления.

При принятии решения о приобретении того или иного инструмента логично делать акцент не на ЦЕНЕ инструмента, а на максимально возможном уменьшении СЕБЕСТОИМОСТИ изготовления деталей, и не останавливаться перед предстоящими РАСХОДАМИ, а осознано вкладывать средства для максимального увеличения ДОХОДОВ. Важно понимать, что экономия средств на дешевом инструменте приводит к существенному перерасходу средств при производстве деталей.

Для принятия объективного решения в пользу того или иного сравниваемого варианта, необходимо проведение сравнительного расчета экономической эффективности затрат на производство с возможностью оценки влияния отдельных факторов: затрат на инструмент, затрат на оборудование, затрат на зарплату, влияния уровня накладных расходов.

Как инструмент влияет на себестоимость изготовления детали?

С одной стороны ОБЩИЕ расходы на инструмент зависят от ЦЕНЫ используемого инструмента и его количества. С другой стороны - ОБЩИЕ расходы на инструмент можно оценить, как сумму ОТНОСИТЕЛЬНЫХ расходов на инструмент в расчете на каждую деталь (операцию, переход). Под относительными расходами понимаются реальные затраты на инструмент, осуществляемые при выполнении конкретной операции или перехода при обработке одной детали.

При оценке экономической эффективности применения различных инструментов сравнивается изменение ОТНОСИТЕЛЬНЫХ расходов на инструмент (на операцию, переход), в которых учитывается и цена и стойкость инструментов.

По общемировой оценке, и Россия не является исключением,

доля затрат на инструмент в себестоимости изготовления деталей (при механообработке), как правило, не превышает - 3...5 %.

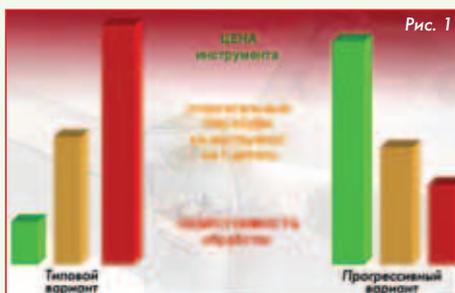
На рисунках 2, 3 показаны два варианта снижения себестоимости обработки и увеличения прибыли: первый - снижение затрат (относительных расходов) на инструмент; второй - повышение производительности, благодаря более высоким технологическим возможностям предлагаемого инструмента.

В первом варианте (рис. 2) при снижении расходов на инструмент в 2 раза снижение общих затрат (себестоимости) будет связано лишь с изменением затрат на инструмент и составит всего 1,5 % от себестоимости обработки детали.

Во втором варианте (рис. 3) при повышении производительности обработки всего на 20 % (при условии, что затраты на материалы составляют 22 %) - снижение общих затрат связано с уменьшением значительной части себестоимости (75 %), зависящей от производительности обработки и составит 15 % - т.е. в 10 раз больше!

Другими словами: инструмент влияет на снижение себестоимости с одной стороны своей ценой и стойкостью, а с другой - своими технологическими возможностями.

Выигрышный путь очевиден - это применение более высокопроизводительного инструмента, несмотря на его бо́льшую стоимость!!!



Так, например, при исходной величине относительных расходов на инструмент в 3 % применение инструмента ISCAR увеличило бы относительные затраты на инструмент в 1,5 раза до 4,5 % (из-за увеличения цены инструмента в 1,5 раза) и себестоимость обработки детали увеличилась бы на 1,5 % при условии неизменной производительности. Но при этом использование более дорогого инструмента ISCAR позволило повысить производительность обработки в 1,5 раза, что в свою очередь обеспечило снижение исходной части себестоимости, зависящей от производительности (75 %) в 1,5 раза - на 25 % (рис. 4). В результате себестоимость обработки детали, уменьшилась на 23,5 %. Другими словами - на каждый вложенный рубль дополнительных затрат на инструмент ISCAR, получено более 15 рублей экономии за счет снижения себестоимости обработки.

Очевидно, что сравнение ЦЕН на инструмент без комплексного сравнения эффективности применения инструментов - занятие бессмысленное!!! Сама по себе Цена - не отражает в полной мере ни потенциал инструмента, ни относительные расходы на инструмент и не может быть полноценным критерием оценки инструмента.

Лишь экономическая эффективность от применения инструмента с учетом его цены, стойкости и производительности - является главным аргументом при принятии решений о его приобретении!

Применение современных инструментов со сменными многоранними пластинами (СМП) позволяет повысить стойкость и, в ряде случаев, даже снизить расходы на инструмент, но это - не главное их преимущество. Главное преимущество применения современных инструментов с СМП - возможность повышения производительности и снижения трудоемкости обработки!

Снижение трудоемкости - это доминирующая составляющая в снижении СЕБЕСТОИМОСТИ продукции и получении ЭКОНОМИИ, иными словами - это увеличение объема выпуска продукции и увеличение прибыли существующими ресурсами!

Хотелось бы подчеркнуть, что:

"Цена вопроса" при внедрении нового инструмента - это не Цена инструмента. Это увеличение Доходов, благодаря применению нового инструмента, при этом, многократно превышающих его Цену.

Очевидно, что экономия на инструменте приводит к:

- увеличению затрат на производство продукции;
- снижению доходов;
- снижению конкурентоспособности выпускаемой продукции;
- и, как следствие, к потере рынка.

Мировой опыт доказывает, что экономить следует не на инструменте, оборудовании и оснастке, а на сокращении потерь времени при производстве продукции!

Анализ тенденций развития металлообработки дает возможность убедиться, что все усилия разработчиков оборудования, оснастки и инструментов в первую очередь направлены на сокращение времени обработки деталей. Это применение многошпиндельной обработки, увеличение скорости резания и величины подачи, увеличение скорости холостого хода, сокращение времени на смену инструмента и детали, применение новых инструментальных материалов, разработка конструкций инструментов, в том числе с внутренним подводом СОЖ, позволяющих работать на более высоких режимах резания.

Очевидно, что окупаемость средств, вложенных в переоснащение производства с целью повышения производительности и качества обработки, тем выше, чем интенсивней ведется процесс обработки.

В заключении, хотелось бы отметить, что "щадящий режим" использования прогрессивного инструмента с единственной целью - увеличения стойкости инструмента, существенно снижает, либо практически сводит на "нет" экономическую эффективность от применения высокопроизводительного инструмента.

Увеличение ресурса инструмента ценой снижения производительности, экономически не оправдано и не может компенсировать упущенную выгоду из-за увеличения трудоемкости и уменьшения объема выпускаемой продукции! Тем более, недопустимо с точки зрения экономической логики - использование низкопроизводительных инструментов на современном дорогостоящем оборудовании.

Как ранее было показано расходы на инструмент - не являются весомой частью в себестоимости продукции. При этом интенсивный метод использования высокопроизводительного инструмента - является определяющим фактором, влияющим на уменьшение себестоимости обработки.

Еще раз, возвращаясь к вопросу значения ЦЕНЫ инструмента можно констатировать, что по сравнению с трудоемкостью обработки влияние Цены инструмента на стоимость продукции - не существенно!

Расчеты показывают, что при замене уже применяющихся малопроизводительных инструментов с СМП на более высокопроизводительные инструменты с СМП, как правило, 10...20 % снижения трудоемкости окупает затраты на приобретение более производительного инструмента.

Тем более, несмотря на существенную разницу в цене инструмента, это относится к замене напайного инструмента с пластинами из твердого сплава, а также монолитного и сборного инструмента из быстрорежущей стали на современный сборный инструмент с твердосплавными СМП! На практике - внедрение современного прогрессивного инструмента компании ISCAR обеспечивает снижение трудоемкости значительно больше, чем на 10...20 %.

Внедрение высокопроизводительных инструментов компании ISCAR на предприятиях авиационной промышленности показывает, что реально при переходе с напайного инструмента на инструмент с твердосплавными СМП повышение производительности составляет от 2 до 5 раз, в связи с чем, эффективность вкладываемых средств, в более производительный инструмент очевидна!

Компания "Искар СНГ" разработала методику беспристрастного расчета экономической эффективности всех затрат на выполнение операции (перехода), с возможностью оценки влияния отдельных факторов: затрат на инструмент, затрат на оборудование, затрат на зарплату и влияния уровня накладных расходов, которую можно легко трансформировать (наращивать) при необходимости учета дополнительного количества сравниваемых параметров и факторов влияния.

Расчеты показывают, что наибольшая эффективность высокопроизводительного инструмента проявляется при работе на современном дорогостоящем оборудовании при большой трудоемкости обработки деталей на предприятиях с высокими затратами на производство.

На предприятиях, с относительно невысокими затратами на производство и недостаточно стабильной загрузкой производства при использовании современных высококачественных инструментов значительную роль при оценке экономической эффективности при внедрении инструментов играет стоимость и стоимость инструментов.

Методика позволяет произвести обоснованный сравнительный анализ затрат на производство при внедрении прогрессивных инструментов и наглядно убедиться в целесообразности или нецелесообразности применения высокопроизводительных инструментов на данном предприятии при обработке конкретной детали на существующем оборудовании.

Опубликование методики предполагается в одном из следующих номеров журнала.



Рис. 3



Рис. 4

GLOBATEX AG:

ОБРАБАТЫВАЮЩИЕ ЦЕНТРЫ ФИРМ DIXI MACHINES (ШВЕЙЦАРИЯ), RÖDERS (ГЕРМАНИЯ) И UNISIGN (ГОЛЛАНДИЯ) ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ПЕРЕВООРУЖЕНИЯ И МОДЕРНИЗАЦИИ ПРЕДПРИЯТИЙ

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

Компания Globatex AG, которая работает на рынке СНГ более 15 лет (прежнее название фирмы - Charmilles & Mikron Diffusion), делает упор на поставку новейших технологий на основе использования высокопроизводительных прецизионных станков зарубежных фирм. Компания предлагает станки и оборудование фирм Rödgers, Zimmer + Kreim (Германия), Unisign (Голландия), Seibu Electric & Machinery Co., LTD (Япония), Vumotec, Voumard, Dixi, Rollomatic (Швейцария). Некоторые предлагаемые станки могут быть объединены в гибкие производственные системы с использованием предлагаемых компанией Globatex AG средств автоматизации процессов смены инструментов и деталей, их транспортировки и хранения. Ниже приведены основные данные о станках фирм Dixi Machines, Rödgers и Unisign, а также примеры их эффективного применения в различных отраслях промышленности.

Фирма Dixi Machines (Швейцария) выпускает прецизионные горизонтальные расточные станки для инструментального (изготовление крупногабаритных штампов и пресс-форм) и основного (изготовление деталей двигателей, трансмиссии автомобилей, авиационной техники и др.) производства. Размеры зоны обработки в станках фирмы: от 500x500x500 мм до 1200x1100x1100 мм.

Фирма Dixi Machines является пионером в решении многих сложных задач, связанных с повышением точности и расширением 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. фирма выпускает высокоскоростные производственные горизонтально-расточные станки серии DHP (станки Dixi с высокими технологическими показателями). В начале 2004 г. осуществлен запуск в

Технические характеристики станков фирмы Dixi Machines

Характеристика	DHP 40	DHP 50	DHP 80	JIG 500	JIG 700	JIG 1200
Максимальные перемещения по осям X, Y, Z, мм	500x500x500	700x700x700	1200x1100x1100	500x500x500	700x700x700	1200x1100x1100
Максимальный размер обрабатываемых деталей, мм	Ø600x600	Ø700x800	Ø1200x1200	Ø600x600	Ø700 x 800	Ø1200 x 1200
Характеристики шпинделя	25 кВт, SK 40 или HSK 63, 12 000 или 24 000 мин ⁻¹	24 кВт, SK 40 или HSK 63, 12 000 или 24 000 мин ⁻¹	34 кВт, SK 50 или HSK A 100, 12 000 мин ⁻¹	24 кВт, SK 40 или HSK 63, 12 000 мин ⁻¹	24 кВт, SK 40 или HSK 63, 12 000 мин ⁻¹	34 кВт, SK 50 или HSCA 100, 12 000 мин ⁻¹
Подача, мм/мин	0...20	0...20	0...10	0...20	0...20	0...10
Скорость быстрых перемещений, мм/мин	60	60	40	40	40	20
Максимальное ускорение, м/с ²	5...10	5...10	2...5	2,5...5	2,5...5	1...2,5
Точность позиционирования (ISO 230-2), мкм/мм (с перемещениями в двух направлениях)	4	4	5	990	990	990
Повторяемость R (ISO 230-2), мкм/мм	2	2	2	900	900	900
Разрешающая способность при измерениях, мкм/мм	0,05	0,05	0,05	50	50	50
Дискретность программируемого перемещения, мкм/мм	0,1	0,1	0,1	100	100	100
Поворотный стол			Имеется	Имеется	Имеется	Имеется
Подача, м·мин ⁻¹	0...20	0...10	0...10	0...20	0...10	0...10
Быстрое вращение, мин ⁻¹	100	30	40	100	30	40
Масса станка, кг	12 000	15 200	25 000	-	-	-
Масса станка (с устройством смены инструмента), кг	15 000	18 200	28 730	-	-	-

Таблица 1

производство координатно-расточных станков нового поколения серии JIG для выполнения координатно-расточных, координатно- и контурно-шлифовальных операций, фрезерования и др. Сборка станков фирмы осуществляется в производственном помещении площадью 3000 м² с точностью поддержания температуры в пределах 1°С.

Четырехосевые станки мод. DHP 50 5X и DHP 80 5X имеют поворотный стол (ось В) с мощным прямым приводом, который позволяет развивать высокие скорости движения и ускорения. Пятиосевые станки мод. DHP 50 5X Tilt и DHP 80 5X Tilt оснащены наклонно-поворотным столом, обеспечивающим диапазон углов наклона, равный 180° (+45°...-135°). Наименьшая дискретность, равная 0,0001°, позволяет задать 1 800 000 индексруемых положений стола.

Разрешающая способность измерительных линеек (0,05 мкм) позволяет осуществлять сверхточную динамическую интерполяцию. При быстрых перемещениях скорость может составлять до 60 000 мм/мин. Наименьшая дискретность программируемых перемещений составляет 0,0001 мм.

В станках серии JIG обеспечивается оптимальное регулирование подач при обработке деталей для получения наибольшей точности обработки. Возможна обработка тяжелых деталей (до 5 т). Разрешающая способность измерительной системы станков 50 нм (0,05 мкм), точность позиционирования Р (по нормам ISO) менее 990 нм, дискретность программируемого перемещения 100 нм (0,1 мкм).

Фирма Dixi является основным поставщиком прецизионных станков для аэрокосмической промышленности, в том числе компаниям Aerospatiale, SNECMA (Франция),



Рис. 1. Корпус коробки скоростей из алюминиевого сплава



Рис. 2. Чугунный корпус шпиндельной угловой головки обрабатывающего центра



Рис. 3. Корпус концевой фрезы со сменными пластинами

Boeing Aircraft, Lockheed (США), Rolls-Royce (Великобритания) и др.

Фирма весьма активна в оснащении крупносерийных производств автомобильных заводов, а также единичных производств, например, опытных образцов автомобилей для участия в гонках "Формулы 1".

Учитывая особенности производства в автомобильной промышленности, в котором длительность цикла обработки деталей является весьма критической, технические решения, предлагаемые фирмой Dixi, являются наиболее подходящими. Многопаллетные системы, роботы или устройства загрузки/разгрузки цепного типа позволяют обеспечить непрерывное производство деталей с наилучшей производительностью.

Многие автомобильные фирмы, в том числе AUDI, BMW, Ferrari, General Motors и другие, используют станки фирмы Dixi Machines.

На рис. 1 - 3 приведены примеры деталей, обработанных на станках фирмы Dixi.

Фирма Röders (Германия) является пионером и одной из ведущих фирм в области фрезерных обрабатывающих центров для высокоскоростной обработки. В настоящее время фирма выпускает обрабатывающие центры серий RFM, RXP и RHP.

Станки серии RFM - модели. RFM 600 (600 означает максимальное перемещение в мм по оси X), RFM 760, RFM 1000 (трехосевые станки), RFM 600DS и RFM 1000S (пятиосевые станки) - станки с шарико-винтовыми приводами и шпинделями с максимальной частотой вращения 36 000 мин⁻¹ или 42 000 мин⁻¹ мощностью 17 кВт и 14 кВт, соответственно. Максимальное значение скорости подачи по осям - 30 000 мм/мин.

Технические характеристики станков фирмы RÖDERS

Характеристика	RXP 300	RXP 500	RXP 500DS	RHP 500	RFM 600	RFM 600 DS	RHP 600	RFM 760	RXP 800	RXP 800 DS	RHP 800	RFM 1000	RFM 1000 S
Размеры стола, мм	370x350	550x450	250	600x540	700x550	∅ 405	700x650	860x550	900x700	-	900x838	1200x1000	1200x1000
Макс. высота заготовки при макс. длине инструмента, (включая оправку), мм	300 (90)	340 (110)	200 (110)	350 (109)	385 (110)	350 (110)	350 (114,8)	485 (180)	450 (110)	385 (115)	560 (110)	600 (110)	700 (110)
Макс. масса заготовки, кг	200	400	60	400	800	125	800	800	800	200	800	2000	2000
Перемещения по осям, мм													
X	320	500	425	500	600	405 (300)	600	760	800	700	800	1000	1000
Y	300	400	400	400	450	450	540	550	600	600	750	800	800
Z	200	240	240	300	300	300	300	400	400	400	500	500	500
Поворотная ось С, °	-	-	360	-	-	360	-	-	-	-	-	-	-
Наклонная ось В, °	-	-	+/-95	-	-	-2 ... +92	-	-	-	-95 ... +95	-	-	-3 ... +45
Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹	50 000	42 000	42 000	42 000	42 000	42 000	36 000	42 000	36 000	36 000	36 000	36 000	36 000
Мощность привода шпинделя, кВт	3,4	14	14	14	14	14	17	14	17	17	17	17	17
Конус шпинделя	HSK E25	HSK E40	HSK E50	HSK E40	HSK E50	HSK E50	HSK E50	HSK E50	HSK E50				
Число позиций в магазине инструментов (дополнительно)	16 (38)	21 (42)	21 (42)	42	18	26	30	24	30	30 (52)	30	18	18
Наличие лазерной системы автоматического измерения инструмента	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Масса станка, кг	3800	5500	5500	10 000	5200	7000	11 000	6500	12 000	12 500	16 000	11 000	13 000

Таблица 2

Технические характеристики станков UNIVERS и UNIPRO

Характеристика	Обработка центры UNIVERS			Высокоскоростные обрабатывающие центры UNIPRO		
	UNIVERS 4000	UNIVERS 5	UNIVERS 6	UNIPRO 5L	UNIPRO 5P	UNIPRO 5S
Ось X, мм	1600	2000...18 000	2000...18 000	2000...6000	2x1000/2000	1000
Ось Y, мм	600	550/750	600/800	600/800	800	800
Ось Z, мм	500	400	600	500	500	500
Мощность, кВт	26	17	26	36	36	36
Вращающий момент, Н·м	100	480	650	180	180	180
Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹	12 000	6000...12 000	6000... 9000	12 000/16 000	12 000/16 000	12 000/16 000
Опция: высокоскоростной шпиндель, мощность/частота вращения шпинделя, кВт/мин ⁻¹	-	55	-	100	100	-
	-	25 000	-	25 000	25 000	-
Тип магазина и количество инструментов в нем, шт.	ISO-40/HSK-63, 51	ISO-40/HSK-63, 51	ISO-50, 36/52	HSK-63, 63/163	HSK-63, 63/163	ISO-40/HSK-63 63

Таблица 3

Станки серии RXP - модели RXP 300 (микрообрабатывающий центр), RXP 500, RXP800 (трехосевые станки), RXP 500DS и RXP 800DS (пятиосевые станки) с линейными электроприводами - оснащены шпинделями с максимальной частотой вращения 42 000 мин⁻¹ или 50 000 мин⁻¹ мощностью 14 кВт и 4,2 кВт, соответственно. Максимальное значение скорости подачи по осям - 40 000 мм/мин.

Станки серии RHP - модели RHP 500, RHP 600 и RHP 800 (трехосевые станки) - с линейными приводами и гидростатическими направляющими являются прецизионными высокоскоростными фрезерными станками с возможностью осуществления на них операций скоростного фрезерования, координатного и контурного шлифования трехмерных поверхностей, а также измерений.

На рис. 4 приведен наиболее характерный пример детали, обработанной на станке фирмы Röders.

Полная обработка штампа коленвала (сталь HRC 42) на станке RHP 500 производится путем высокоскоростного фрезерования с использованием концевых сферических фрез диаметром 6 мм (длина 70 мм) и сферической фрезы диаметром 10 мм (длина 100 мм). Станок удовлетворяет требованиям выполнения высокоскоростного фрезерования по его жесткости и точности, обеспечивая высокое качество обработанной поверхности и большая стойкость инструмента. Исключена необходимость электроэрозионной обработки штампа. В результате обеспечивается высокая экономическая эффективность, увеличивается стойкость штампа, повышается технологическая гибкость и уменьшается время подготовки производства.

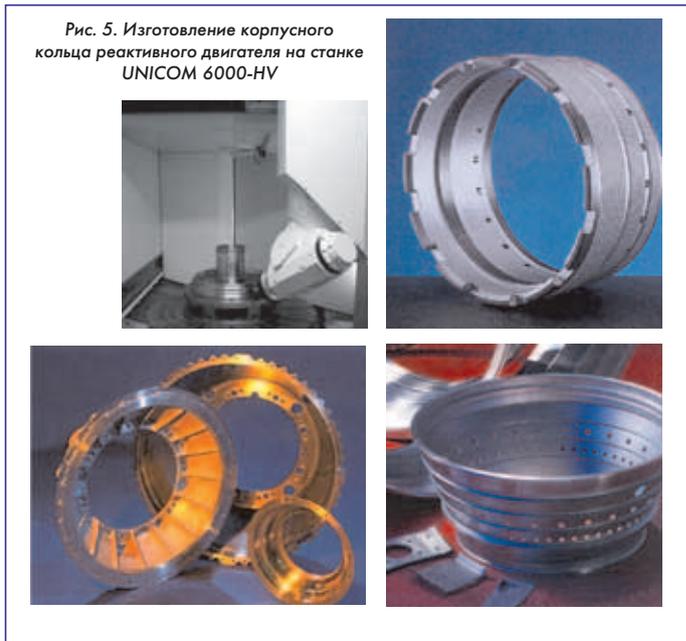


Рис. 4. Штамп (HRC 62), изготовленный на станке мод. RHP 800

Отличительные особенности станков фирмы Röders:

- наличие быстродействующей системы компьютерного управления (тип RMS 6) собственной разработки, обеспечивающей малое время обработки кадров программы (более 10 000 кадров в секунду) и просмотр программы вперед (более 10 000 кадров);
- легкость программирования с использованием 3D CAD/CAM системы;
- повышенная производительность;
- уменьшенное машинное время обработки деталей;
- высокое качество обрабатываемой поверхности;

Рис. 5. Изготовление корпусного кольца реактивного двигателя на станке UNICOM 6000-HV



- патентованная система 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;

- отсутствие необходимости доработки станка для обработки электродов из графита (необходима лишь дополнительная система отсоса графитовой пыли);

- бесконтактное измерение положения вращающегося инструмента вне зоны обработки с использованием лазера.

Фирма UNISIGN предлагает экономичные решения для гибкого производства - высокопроизводительные трех- и пятикоординатные вертикальные и порталные обрабатывающие центры серий UNIVERS, UNIPRO, UNIPORT и UNICOM с

Технические характеристики станков UNICOM

Характеристика	Вертикальные токарно-фрезерные обрабатывающие центры UNICOM		
	UNICOM 6000	UNICOM 6000 - HV	UNICOM 8
Диаметр паллеты (планшайбы), мм	1250/1600/1800	1250/1600/1800	До 2000
Мощность двигателя паллеты, кВт	70	70	80
Вращающий момент на планшайбе, Н·м	25 000	25 000	30 000
Частота вращения планшайбы, мин ⁻¹	450/350/315	450/350/315	280
Мощность двигателя шпинделя, кВт	36	40	36
Вращающий момент на шпинделе, Н·м	720	137	1800
Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹	6000/9000	12 000	6000
Ось Y, мм	1425	2300	2750
Ось X, мм	2200	2000	3000
Ось Z, мм	800/1000	1000	1600
Тип магазина и количество инструментов в нем, шт.	ISO-50/HSK-100/ Capto 79 - 156	HSK-63A 80	HSK-100/HSK-125 300

Таблица 4

Портальные обрабатывающие центры UNIPORT

Характеристика	UNIPORT 4	UNIPORT 7	UNIPORT 6000	UNIPORT 6000-P	UNIPORT 8000
Ось X, мм	2000...12 000	4000...18 000	3000...18 000	3000...6000	4000...18 000
Ось Y, мм	1000...2000	2000...4000	1500...3000	1500...2500	3100...4600
Ось Z, мм	400	1000/1200	800/1000	800/1000	1250/1600
Мощность, кВт	17	36	36	36	42
Вращающий момент, Н·м	480	1350	720	720	1600
Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹	6000...12 000	4000...6000	6000/9000	6000/9000	6000
Опция: высокоскоростной шпиндель	55кВт/25 000 мин ⁻¹	-	-	-	-
Тип магазина и количество инструментов в нем, шт.	ISO-40/HSK-63, 51/75	ISO-50, 61-190	ISO-50/HSK-100, 36-107	ISO-50/HSK-100, 36-107	HSK-100, 34-155
Длина подвижного стола, мм	-	-	2000...8000	-	2000...8000
Ширина подвижного стола, мм	-	-	1500...2500	-	2000...3500

Таблица 5

Области применения обрабатывающих центров фирмы UNISIGN

Обрабатывающие центры	Металлообрабатывающая промышленность	Авиакосмическая промышленность	Автомобильная промышленность	Подъемно-транспортные машины	Транспортное машиностроение	Нефтегазовая промышленность
UNIVERS	+	+	+	+	+	+
UNIPRO	+	+				
UNIPORT	+		+	+	+	+
UNICOM	+	+				+

Таблица 6

зонами обработки, имеющими размеры от 1600x600x500 мм до 18 000x800x600 мм.

В таблицах 3, 4, 5 приведены основные технические данные станков фирмы Unisign, а в таблице 6 - области их применения в промышленности.

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 18 000 мм) идеальна для установки длинных деталей или для многосторонней обработки в двух ячейках.

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

Станки серии UNIPORT способны выполнять многостороннюю обработку крупногабаритных деталей. Портальные 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 же со сменными паллетами.

Обработка на станке UNICOM 6000-HV (рис. 5) имеет следующие особенности:

- улучшение качества, благодаря уменьшению числа перестановок (пятиосевой станок);
- применение отдельного измерительного щупа на стойке станка для получения качества токарной обработки класса IT6 без смены токарного инструмента;
- уменьшение времени изготовления благодаря полной обработке и смене паллет;
- наличие поворотной шпиндельной головки;
- диаметр планшайбы 2000 мм.

Специалисты фирмы GLOBATEX AG готовы ответить на вопросы о приобретении предлагаемых станков, условиях их поставки, монтажа и пуска в эксплуатацию. 

Представительство фирмы Globatex AG в России:
129223, Москва, пр. Мира, д. 119, стр. 69.

Тел.: (+7-495) 739-0375, 739-0376.

Факс: (+7-495) 232-3625.

www.globatex.ru

Globatex AG



ИНФОРМАЦИЯ

ПОТРЕБЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ МОЖНО СОКРАТИТЬ НА 90 %

В конце марта компания LANDesk Software сообщила о разработке технологии энергосбережения LANDesk® Power Management, с помощью которой возможно значительное сокращение общих расходов организации на электроэнергию.

С помощью LANDesk Power Management можно выбрать программу энергосбережения, которая с помощью шаблона управления процессами LANDesk начинает действовать автоматически, без дополнительного вмешательства. Кроме того, при изменении настроек отдельными пользователями настройки компании автоматически восстанавливаются после перезагрузки машины. Варианты энергосбережения могут применяться к мониторам и жестким дискам, а также варьироваться в зависимости от источника питания системы.

Так, например, в спящем (низкозатратном) режиме потребление электроэнергии компьютерами и мониторами может сократиться на 90 %. Какова будет при этом экономия в рублях на один настольный компьютер в год IT-технологи могут посчитать сами.

Функциональные возможности энергосбережения в решениях LANDesk® могут использоваться вместе с комплекс-

ным решением по управлению LANDesk® Management Suite, решением по безопасности LANDesk® Security Suite и диспетчером программных вставок LANDesk® Patch Manager с использованием обновлений LANDesk® Updates.

О компании **LANDesk Software**

LANDesk Software, an Avocent Company является ведущим провайдером технических решений в области управления системами, безопасностью и процессами применительно к настольным ПК, серверам и мобильным устройствам в масштабах предприятия. LANDesk дает возможность тысячам организаций без особых усилий развернуть и ввести в эксплуатацию сквозные решения, касающиеся управления. Функции представительства компании LANDesk Software в России и странах СНГ выполняет компания ARBYTE. 

http://www.arbyte.ru

http://www.landesk.ru

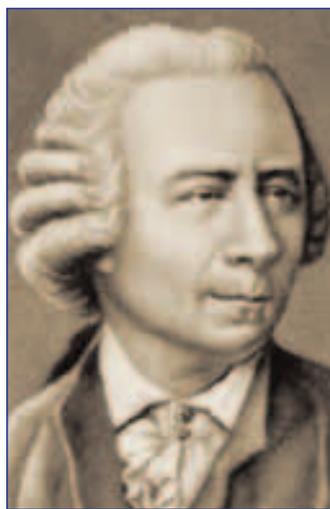
Контакт: PR-служба группы компаний Arbyte, тел. 725-8008.

ТУРБУЛЕНТНОСТЬ ЛЕОНАРДА ЭЙЛЕРА

Юрий Михайлович Кочетков, д.т.н.

15 апреля 2007 г. исполнилось 300 лет со дня рождения замечательного русского ученого, члена петербургской Академии наук Леонарда Эйлера. Великий математик и физик Леонард Эйлер оставил после себя бесценную сокровищницу трудов по вариационному исчислению, математическому анализу, обыкновенным дифференциальным уравнениям, степенным рядам, дифференциальной геометрии, теории чисел, функций комплексных переменных, теории приближенных вычислений.

Леонард Эйлер - ученый необычайной широты интересов и творческой продуктивности. Он является автором более 800 трудов, среди которых работы по небесной механике, оптике, баллистике, кораблестроению, прочности и даже теории музыки, оказавших значительное влияние на развитие науки.



Леонард Эйлер

Наиболее значимыми были достижения в области гидрогазодинамики и механики сплошных сред. Великий французский математик и механик Жозеф Луи Лагранж говорил: "Эйлер заложил основы гидрогазодинамики". В своем трактате "Общие принципы движения жидкостей" (1755 г.) Эйлер впервые вывел основную систему уравнений движения идеальной жидкости, положив этим начало аналитической механике сплошной среды. Гидродинамика обязана Эйлеру тем, что он расширил понятие давления на случай движущейся жидкости, а понятие скорости течения впервые начал

рассматривать как отношение пройденного пути к времени. Ведь до него считалось невозможным вводить подобные величины.

Эйлеру принадлежит первый вывод уравнения неразрывности жидкости, своеобразная и ныне общепринятая формулировка теоремы об изменении количества движения применительно к жидким и газообразным средам. Ему принадлежит вывод так называемого турбинного уравнения, создание теории реактивного колеса Сегнера и многое другое.

Велика заслуга Эйлера в разъяснении вопроса о природе сопротивления жидкостей движущимся в них телам. Эйлер разъяснил сущность парадокса Даламбера, показав, что причина сопротивления лежит в несоответствии модели безотрывного обтекания тел идеальной жидкостью процессам, протекающим в реальной жидкости.

Гидрогазодинамическим наследием Леонарда Эйлера пользуются ученые всего мира. Общеизвестна роль Эйлера как основоположника теоретической гидрогазодинамики, предопределившего своими исследованиями ее развитие на столетия.

В предисловии к сочинению "Механика, то есть наука о движении, изложенная аналитическим методом" Эйлер написал: "Первый и второй том я составил так, чтобы человек, имеющий достаточный опыт в анализе конечных и бесконечных, мог с поразительной легкостью все это понять и все это произведение прочесть без чьей бы то ни было помощи".

Турбулентное движение в отличие от ламинарного послойного, на первый взгляд неупорядоченное случайное движение, является сложным упорядоченным пространственным течением, имеющим волновую природу. На самом деле турбулентное течение строго детерминировано. Как говорил великий французский физик Пьер Симон Лаплас о законах природы, они "подразумевают полную предсказуемость и строгий детерминизм, а случайность - порождение несовершенства наблюдений". А раз так, то структуру турбулентности человек в конце концов выразит в виде изящных уравнений математической физики, а также в виде их конечных решений. Волновая теория базируется на уравнениях Эйлера и Навье-Стокса и предполагает, что любое пространственное течение (суть турбулентное течение) можно представить в виде разложения его на четыре независимых вида: поступательное, волновое, вихревое и закрученное. Другими словами, любую комбинацию из этих течений, или даже каждое в отдельности (кроме поступательного послойного) уже можно считать турбулентными, а так называемые пульсационность и мелкомасштабность являются лишь частными свойствами таких течений.

Записывая в общем виде векторное уравнение движения, справедливое для турбулентного течения несжимаемой жидкости

$$\rho \frac{dV}{dt} = -\text{grad}P + \mu \Delta V,$$

мы учитываем все виды пространственного течения в их совокупности. При этом каждый член записанного уравнения определяет тот или иной его вид.

1. **Поступательное движение** определяется, в основном, статическим давлением, то есть величиной $\text{grad}P$. Это следует из уравнения Эйлера, записанного в форме Ламба и Громеки:

$$\frac{\partial V}{\partial \tau} = -\text{grad}P - \text{grad} \frac{V^2}{2} + [\text{vrot}V]$$

где выделены поступательное и вихревое движение. В случае, если вихревое движение вообще отсутствует, то для потенциала скорости $V = \text{grad}\phi$ уравнение движения может быть существенно упрощено и в приближении несжимаемой жидкости записано в виде: $\Delta\phi = 0$.

Это случай потенциального течения жидкости. На рис. 1 представлено обтекание профиля ламинарным поступательным потоком (фото Верле).

2. **Волновое движение** можно иллюстрировать специальным классом течений с постоянной энтропией. Это течение со скоростью, равной скорости распространения малых возмущений, например, малых сжатий, или, что все равно, со скоростью звука (a_0).

В данном случае уравнение Эйлера совместно с уравнением неразрывности может быть преобразовано до волнового уравнения гиперболического типа:

$$\frac{d^2 u}{d\tau^2} - a_0^2 \frac{d^2 u}{dx^2} = 0.$$

При этом малые возмущения скорости (u) находятся в прямой зависимости от акустической скорости газового потока

$$a_0^2 = dp/d\rho.$$

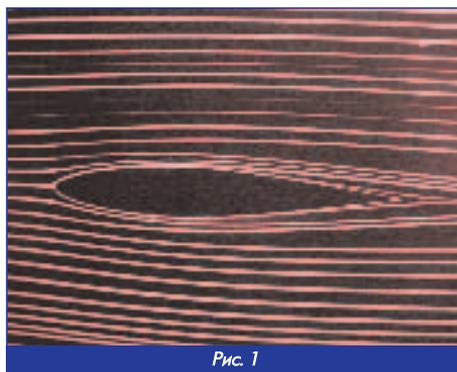
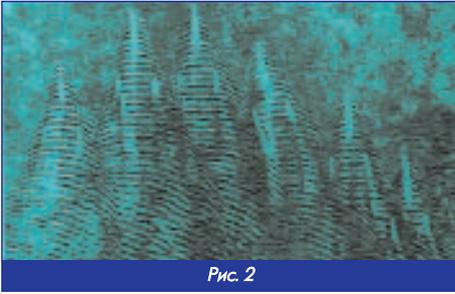


Рис. 1



Решением записанного выше волнового уравнения будет любая функция вида:

$$u = \sum f(x \pm a_0 \tau).$$

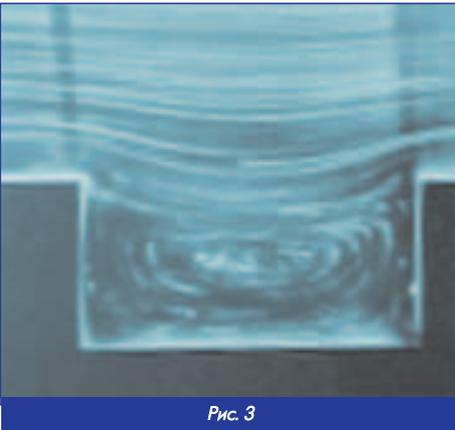
Наиболее простым решением являются две системы плоских волн

$$x \pm a_0 \tau = \text{const},$$

движущихся в противоположные стороны.

На фотографии флотилии тральщиков (рис. 2) зафиксированы с самолета волны, которые неотлучно следуют за кораблями (фото К. Кузова).

3. Из уравнения Эйлера, записанного в форме Ламба-Громеки, также явно выделяется третья составляющая турбулентного течения, это - вихревое движение. На фотографии (рис. 3) приводится пример такого движения (фото Танеды). Для баротропных жидкостей, когда выполняется уравнение Бернулли и



$$\text{grad} \left(P + \frac{\rho V^2}{2} \right) = 0,$$

уравнение Эйлера принимает вид

$$\frac{\partial V}{\partial \tau} = [V \text{rot} V].$$

Это уравнение описывает чисто вихревое течение. На основании этого уравнения доказывается очень важная для теоретической газовой динамики теорема Гельмгольца: "В движущейся

под действием консервативного поля объемных сил идеальной несжимаемой жидкости вихревые линии сохраняются".

4. Самое сложное движение газа - кручение (см. рис. 4, фото из книги Л. Прандтля) связывается с последним членом уравнения движения. Этот член появился в процессе вывода векторного уравнения Навье и Стоксом. Одновременно при выводе этого уравнения произошло уточнение уравнения Эйлера - его скорректировали на величину вязкого трения. Были проанализированы силы касательных напряжений, напряжений сдвига и в итоге напряжений кручения. Величина "вязкостного" члена $\mu \Delta V$ во многих случаях является решающей в развитии структуры турбулентности, а соответственно кручение является самым высокодифференцированным элементом движения среди всех рассмотренных выше. К сожалению, исследования этого вида движения находится в самом начале. Оно требует специального изложения и поэтому, возвращаясь к теме данной статьи, рассмотрим случаи турбулентных течений, когда последний член уравнения Навье-Стокса не является существенным, а процесс турбулентного течения может с успехом быть описан векторным уравнением Леонарда Эйлера.

Очевидно, что существуют три возможности, при которых можно пренебречь силами вязкого трения и членом $\mu \Delta V$.

Турбулентность при $\mu \Rightarrow 0$. Это случай, когда пространственные течения жидкости, газа и плазмы, при которых величина динамической вязкости весьма мала по сравнению с типичными течениями газа, например, в соплах ЖРД, РДТТ или при обтекании летающих

объектов воздухом. Самая низкая вязкость в классе простых газов - вязкость газообразного водорода. По сравнению с другими газами она в 2...3 раза ниже и при нормальных условиях составляет $\mu = 8,94 \cdot 10^{-6}$ Па·с. Эта величина на два порядка ниже вязкости некоторых сжиженных газов и также на порядок ниже, чем вязкость плазмы воздуха при атмосферном давлении и температуре 15 000 К.

Вязкость газа очень сильно увеличивается с увеличением температуры и в определенном, достаточно большом, диапазоне температур может быть описана степенной зависимостью $\mu \sim T^m$, где показатель степени m для воздуха составляет 0,76.

В соответствии с молекулярно-кинетической теорией динамическая вязкость выражается отношением:

$$\mu \sim \frac{\sqrt{TM}}{\sigma},$$

где M - масса атома;

σ - эффективное сечение рассеяния.

Интересным является то, что при определенных условиях, слабо ионизированной плазмы, состоящей из нейтральных частиц, электронов и положительно заряженных ионов (например, при работе плазмотрона, рис. 5), ее вязкость может существенно отличаться от нейтральных газов. Вклад ионов в вязкость становится существенным уже при малой степени ионизации, поскольку сечение обмена импульсом, происходящего при столкновениях иона с атомом и обусловленного процессом резонансной перезарядки иона на атоме, существенно превышает сечение передачи импульса при соударениях атомов. При слабой ионизации величина вязкости растет до определенного максимума, а при достижении значительной величины сечения резонансной перезарядки иона на атоме начинает резко падать. При этом зависимость вязкости от температуры становится также падающей. На рис. 6 эта зависимость представлена для равновесного частично ионизованного аргона при различных давлениях. Видно, что значения вязкости различаются на три порядка. При этом ее резкое высокоградиентное падение вначале переходит в почти пологую зависимость от температуры. Этот факт дает возможность использования уравнений Эйлера в качестве расчетных уравнений.

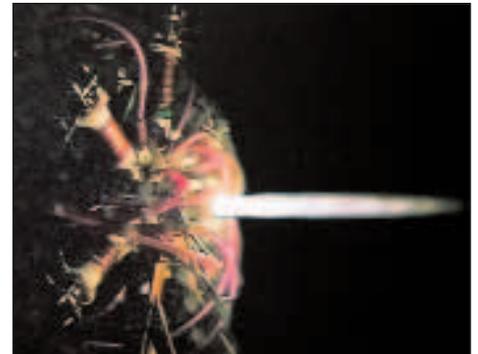


Рис. 5

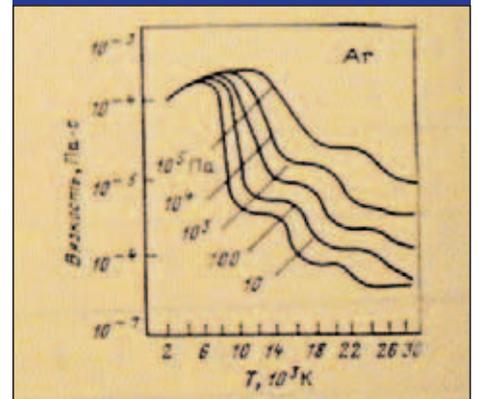


Рис. 6

Течение при $\Delta V(x, y, z) = 0$. При условии, когда лапласиан от вектора скорости равен нулю, расчет турбулентного течения также можно проводить с использованием уравнений Эйлера. Поскольку результатом операции лапласиан от вектора является тензор, то однозначного значения в виде константы или функции получить в общем виде невозможно. Необходимо решать уравнение Лапласа в рамках теории потенциала. Так, например, можно найти частное решение уравнения, записанного в цилиндрических координатах:

$$\Delta V(\rho, \varphi, z) = \frac{\partial^2 V}{\partial \rho^2} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial V}{\partial \rho} + \frac{1}{\rho^2} \frac{\partial^2 V}{\partial \varphi^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial z^2} = 0.$$

Одним из решений этого уравнения будет:

$$V_{km} = e^{i(kx + imt)} Z_m(ikr),$$

где Z_m - цилиндрическая функция Бесселя порядка m .

Анализ этого и других решений следует провести специально.

В данном случае ограничимся конкретной зависимостью, показывающей сложность общего решения. Физическая интерпретация тензора ΔV на сегодняшний день недостаточна и требует дальнейшего изучения.

Условие $|\text{grad}P| \gg |\mu \Delta V$. Условие, когда градиент статического давления намного больше "вязкостного" члена в уравнении Навье-Стокса, можно записать в виде равенства:

$$|\varepsilon| \text{grad}P = \mu \Delta V,$$

где ε - безразмерная величина, близкая к нулю.

Предполагая справедливость уравнения Бернулли

$$(P_0 = P + \frac{\rho V^2}{2}),$$

для случая двумерного течения равенство переписывается в следующем виде (о справедливости данного упрощения - см. журнал "Двигатель", № 6 (48), 2006 г.):

$$|\varepsilon| \left| \frac{d \rho V^2}{dx} \right| \sim \mu \frac{d^2 V}{dy^2}.$$

Далее, выделяя инерционный и вязкостный члены, можно получить:

$$\frac{d \left(\frac{\rho V^2}{2} \right) \cdot \frac{dy}{dx}}{d \left(\mu \frac{dV}{dy} \right)} \sim \frac{1}{|\varepsilon|}.$$

Из последнего выражения получается искомое соотношение: $Re \text{tg} \Theta \Rightarrow \infty$.

В этом соотношении:

Re - критерий Рейнольдса;

$\text{tg} \Theta$ - наклон контура обтекаемого тела или канала.

Другими словами, при очень больших числах Рейнольдса уравнение Навье-Стокса можно заменить уравнением Эйлера. На практике критерий Рейнольдса не может быть равен бесконечности. Он стремится к своему предельному значению $Re \Rightarrow Re_{пр}$, а течение при этом достигает предельной турбулентности, то есть вновь становится ламинарным (журнал "Двигатель", № 4 (46) - 2006). Это нетрадиционное утверждение на первый взгляд может показаться шокирующим. Ведь, казалось бы, что поток, турбулизируемый всякими механизмами и преградами, градиентами и вязкостями, только запутывается, перемешивается и закручивается, а он в итоге становится высокоупорядоченным. Да, это так. Поток стремится к хаотическому, то есть тепловому движению, такому изотропному движению, когда его свойства аналогичны свойствам ламинарного течения. На практике эти свойства проявляются при течениях с малыми скоростями до момента образования волновых течений и при сверхзвуковых течениях.

Суммируя результаты сделанного анализа, точно можно сказать, что применение уравнений Леонарда Эйлера для описания турбулентных течений возможно при ламинарных и сверхзвуковых режимах. При низких значениях динамической вязкости этот диапазон расширяется. В дальнейшем, следует внимательно изучить физическую сущность тензора ΔV - это откроет дополнительные возможности использования векторного уравнения Леонарда Эйлера, а математическая интерпретация этого факта ($\Delta V = 0$) определит его точные границы. **!**

ИНФОРМАЦИЯ

Министерство обороны США производит моделирование приемов ведения военных действий и новых типов вооружения, используя суперкомпьютер SGI Altix. Новая система была развернута в центре вычислений Aeronautical Systems Center Major Shared Resource Center (ASC MSRC) на базе BBC Райта-Паттерсона. SGI® Altix® 4700 работает на 9216 процессорах Intel® Itanium® 2 processor. Данный суперкомпьютер имеет 20 терабайт общей памяти и 440 терабайт общего дискового пространства. Столь гигантский рост вычислительных возможностей министерства обороны позволит исследователям значительно быстрее проводить моделирование и реализовывать инновации.

Суперкомпьютер SGI был приобретен в рамках программы TI-07 по обновлению систем высокопроизводительных вычислений (High Performance Computing Modernization Program - HPCMP), и на сегодня он является одним из самых больших компьютеров в мире. Возможности компьютера SGI позволяют разработчикам быстрее создавать системы вооружения, снизить риски при разработке (благодаря повышению качества моделирования и симуляции), а также продолжить создание принципиально новых вычислительных и инженерных приложений.

Система обладает важными преимуществами для решения различных задач, например, расчетов в сфере гидродинамики, призванных снизить опасность турбулентных эффектов на палубе авианосцев. Так называемый эффект "airwake" обусловлен надстрой-

ками на палубе авианосца и проявляется на расстояниях до одной мили от палубы корабля. Теперь, когда ученые имеют доступ к большому вычислительному мощностям и общему полю памяти системы SGI Altix, они смогут быстрее и точнее рассчитать необходимые параметры для минимизации этого эффекта.

"Приобретая новую высокопроизводительную систему SGI, мы увеличили вычислительные мощности центра ASC MSRC более чем на 60 терафлопс, - сказал Стив Вурмс, директор ASC MSRC. - В комбинации с имеющимися в центре тремя 2048-процессорными системами общая вычислительная мощность компьютеров в ASC MSRC составит 85 терафлопс, этого достаточно для решения самых сложных задач, с которыми сталкиваются наши ученые".

Архитектура платформы Altix основана на технологии NUMAflex®, позволяющей министерству получить выигрыш от единого поля памяти с общей адресацией, а также системы хранения SGI InfiniteStorage 4500. Система Altix позволяет заказчику независимо расширять объем памяти, увеличивать количество интерфейсов ввода/вывода и процессоров. В то же время компактная инсталляция Altix 4700 на blade-модулях отличается превосходной производительностью при минимальном объеме.

"По мере того, как запросы к технологии увеличиваются экспоненциально, появляется реальная необходимость в увеличении производительности наших суперкомпьютеров для обеспечения центра лучшими для ин-

дустрии возможностями, наравне с масштабируемостью, качеством продукции, легкостью в работе и возможностью оперировать с огромными массивами данных, поддерживая глобальную адресацию памяти между узлами суперкомпьютера, - отметил Вурмс. - SGI Altix 4700, построенная на тысячах узлов на базе Intel Itanium 2, идеально подходит для решения наиболее сложных проблем высокопроизводительных вычислений. Она позволит нашим ученым достигнуть новых высот в своих исследованиях".

ASC MSRC - вычислительный центр, решающий задачи исследований и разработок министерства обороны США и занимающийся моделированием, тестированием и оценкой разработок за счет использования высокопроизводительных компьютерных систем.

Корпорация SGI, также известная как Silicon Graphics, Inc., является лидером в областях высокопроизводительных вычислений, визуализации и хранения данных. Позиция SGI - отстаивать технологию, которая позволяет осуществлять наиболее существенные научные и творческие прорывы XXI века. SGI посвящает себя работе над проблемами следующего уровня для научных, инженерных и творческих пользователей. Офисы компании разбросаны по всему миру, штаб-квартира расположена в Mountain View, Калифорния. Функции представительства SGI в России выполняет группа компаний Arbyte. Узнать больше о технологиях Silicon Graphics можно на сайтах: <http://www.arbyte.ru> и <http://www.silicongraphics.ru> **!**

БИОДИЗЕЛЬ - АЛЬТЕРНАТИВНОЕ ТОПЛИВО ДЛЯ ДИЗЕЛЕЙ

ПОЛУЧЕНИЕ. ХАРАКТЕРИСТИКИ. ПРИМЕНЕНИЕ. СТОИМОСТЬ

ФГУП "НИИ двигателей":

Татьяна Николаевна Смирнова, начальник отдела, к.т.н.

Виктор Михайлович Подгаецкий, начальник отдела, к.т.н.

(Окончание. Начало в № 1 - 2007)

Промышленное производство

Эксперименты с биодизелем были начаты, как известно, еще в 1850 г., после изобретения двигателя Рудольфом Дизелем. Интерес к биодизелю возобновился в 70-х годах прошлого века., однако его выпуск в коммерческих целях начался только в конце 90-х годов.

В 1999 г. промышленный выпуск биодизеля составлял 32,6 баррелей/день и достиг 437 баррелей/день в 2000 г. Реальное "возрождение" биодизеля началось в 90-х гг., когда во Франции, Германии, Чешской республике, Швеции и Австрии появились заводы по производству биодизеля.

В то время, как биологическое топливо обладает существенными потенциальными преимуществами по сравнению с обычным дизельным топливом, его стоимость остается существенно более высокой, чем стоимость ДТ. В результате, биологическое топливо получило развитие только в тех странах, которые признали реальные долгосрочные выгоды от его применения и приняли соответствующие государственные решения в его поддержку.

Успешное развитие данного направления промышленности сдерживается сложностью и недостаточной изученностью проблемы, а также разобщенностью прилагаемых для ее решения усилий. В настоящее время биодизель получил широкое признание в качестве альтернативного топлива и приобретает квалификацию программ, разработка которых передана под мандат ЕС и США. Объем выпуска этого топлива в Европе постоянно растет. Оно предназначено, в основном, для использования в грузовых автомобилях. Существуют три наиболее крупных центра промышленного производства этого топлива в Европе - Австрия, Франция и Германия. Выпуск биодизеля составляет сейчас, соответственно, 7,5%, 0,7% и 0,4% от общего количества потребляемого в этих странах дизельного топлива. В Германии, Австрии и Швеции 100-процентный биодизель применяется на специально приспособленных для этого автомобилях. В среднем потребление биодизеля составляет ~1% от расхода дизельного топлива. Качество биодизеля достигло высокого уровня, который удовлетворяет требованиям европейского стандарта EN 14214, американского стандарта D-6751-02 и др.

В мировом производстве биодизеля ведущую роль играет Европа, выпустившая более 1,6 млн т биодизеля в 2002 г. и способная изготавливать его в количестве более 2,1 млн т в год.

Производство биодизеля в ЕС началось с небольших объемов, менее чем 10 000 метрических тонн в год, а в настоящее время достигло 250 000 метрических тонн в год и более. Его производство регламентировано спецификацией EN14214, которая регулирует вид и количество сельхозпродуктов, расходуемых на производство биодизеля.

По сравнению с Европой рынок биодизеля США находится все еще в начальной стадии развития. В Европе в 2005 г., в основном в Германии, было произведено 800 миллионов галлонов биодизеля, а в США - всего 10% этого количества.

Однако решения, принятые в этой области на государственном уровне в США, создали условия для резкого развития промышленного производства биодизеля. В период с 2004 по 2005 гг. выпуск биодизеля в США вырос с 25 млн до 75 млн галлонов в год.

Сырье, применяемое для производства биодизеля

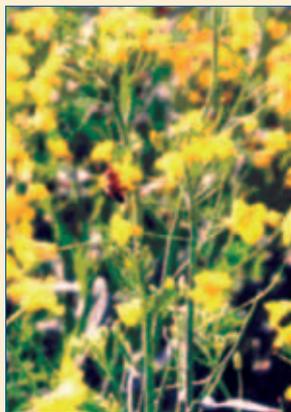
В выпуске "Обзора мирового промышленного производства биодизеля" за 1997 г. отмечалось, что основным сырьем для выпуска биодизеля является растительное масло. С течением времени эта тенденция стала более заметной. Она четко проявляется в Германии и Франции, так же как в Австрии, Чешской республике, Дании, Словакии и Швеции. Отличия наблюдаются в сортах исходной продукции и составе источников сырья для промышленности.

Рапсовое масло. Обладает относительно высокой стойкостью к окислению. Содержание йода (IV) в нем ниже, чем 120 ед., оно удобно для использования в зимних условиях, а рапс дает большие урожаи. Поэтому значительные площади заняты именно этой культурой под сырье для биодизеля.

Подсолнечное масло. В настоящее время урожай подсолнечника ниже, чем урожаи рапса, однако он хорошо произрастает в странах с теплым и сухим климатом. Содержание йода (IV) в нем выше, чем 120 (согласно европейскому Стандарту EN 14214 его не должно быть более 120), поэтому его приходится смешивать с другими маслами, содержащими меньшее количество йода.

Животные жиры и отходы пищевых жиров. Применение этого вида сырья в Европе определяется Стандартом EN 14241. Животные и пищевые жиры содержат повышенное количество полимеров, но они получили распространение в тех странах, где они довольно дешевы и обеспечивают достаточную доходность. В Европе сбором этого сырья в промышленных масштабах занимается сеть ресторанов. Только в Австрии заготавливается более 1300 т/год такого сырья.

Соевое масло. Оно получило широкое распространение в США и Аргентине. Масло сои имеет повышенное содержание йода (более 120), однако на него не распространяется действие европейского стандарта EN 14214, а американский стандарт D-6751-02 не содержит подобных ограничений. Поэтому соевое масло широко применяется в качестве сырья в смеси с другими маслами, имеющими низкое содержание йода.



Рапс



Рапс модифицированный

Пальмовое масло. Широко используется в Малайзии с 1987 г. для производства биодизеля. Из-за характерной для пальмового масла температуры снижения жидкотекучести при + 11°C его применение ограничено странами с теплым климатом (может использоваться в них только в смесях с другим сырьем).

Другие источники. Потенциальные возможности использования других семян масличных культур в качестве сырья для получения биодизеля полностью еще не исследованы. Применение ореховых масел начато в Никарагуа, опыты по использованию хлопкового масла успешно проведены в Греции. Аналогичные исследования ведутся в Малайзии, Индии и других странах.

Семена новых масличных культур. Для получения биодизеля с оптимизированными свойствами могут рассматриваться культуры:

- с минимальным содержанием полиненасыщенных жирных кислот типа линолевой кислоты (18:3), чтобы увеличить антиокислительную стабильность;

- с максимальным содержанием мононенасыщенных жирных кислот, типа олеиновой кислоты (18:1), чтобы обеспечить хорошую стабильность в сочетании с удобством зимнего использования;

- с минимальным уровнем насыщаемых жирных кислот (16:0) и стеариновой кислоты (18:0) для удобства зимнего использования.

Такие качества у ряда растений уже выявлены, являются доступными (высокоолеиновое семя рапса, подсолнечника и др.) и представляют промышленный интерес в качестве сырья для получения биодизеля.

Стремление увеличить объемы производства биодизеля может привести к использованию генетически измененных зерновых культур, применению пестицидов и расширению площадей под сельскохозяйственные культуры - сырье для его выпуска.

Однако, как показывают проведенные расчеты, максимально возможный объем выпуска биодизеля (с учетом всех видов потенциального сырья) может составить не более одного миллиарда галлонов в год, т.е. менее 3 % от современного объема выпуска нефтяного дизельного топлива.

Слишком широкое применение биодизеля потребовало бы большего количества растительных масел или пищевых жировых отходов. Зерновые культуры для производства биодизеля должны быть выращены по технологии, которая сохраняет среду обитания живой природы, минимизирует эрозию почвы, избегает конкуренции с продовольственными зерновыми культурами и не требует использования вредных химикалий и удобрений.

Стоимость

Цена биодизеля марки B100 может быть в два раза выше цены обычного ДТ, в то время как при меньшем его содержании в смеси с ДТ стоимость такого топлива соответственно снижается. Цена на биодизель зависит от региона его производства, используемого сырья и, как отмечалось, от процентного содержания в смеси с дизельным топливом. В США Администрация по делам информации и энергии (EIA) использует эффективный метод моделирования влияния затрат на производство сырья для определения объемов промышленных и эксплуатационных расходов. Животный (желтый) жир дешевле, чем масло сои, но его объемы ограничены, в том числе и из-за того, что он при-

Год выпуска	Прогнозируемая на 2004-2013 гг. стоимость масла сои от его потребления для выпуска биодизеля, долл./галл.		Прогнозируемая на 2004-2013 гг. стоимость животного жира, долл./галл.
	При 50 млн. галл. масла для выпуска биодизеля	При 200 млн. галл. масла для выпуска биодизеля	
2004/05	1,95	2,22	1,09
2005/06	1,91	2,17	1,07
2006/07	1,87	2,15	1,05
2007/08	1,84	2,12	1,04
2008/09	1,86	2,20	1,08
2009/10	1,89	2,25	1,10
2010/11	1,94	2,35	1,15
2011/12	1,99	2,41	1,18
2012/13	2,06	2,47	1,21

Таблица 2

меняется в качестве кормовых добавок, а также при изготовлении мыла и других моющих средств. С 1993 до 1998 гг. поставка животного жира в США была на уровне 2,633 млрд фунтов, что позволяло получать 344 млн галлонов (22 440 баррелей/день) биодизеля. EIA считает, однако, что конкурирующее использование может ограничить производство биодизеля из животного жира величиной в 100 млн галлонов/год (6523 баррелей/день). Ценовые прогнозы EIA для масла сои основываются на данных американского министерства земледелия (USDA) и материалах других организаций. Прогнозы цен на масло сои учитывают принятые нормы для производства биодизеля в каждом прогнозируемом году, табл. 2.

Прогнозируемые цены на животный жир получены с использованием прогнозных оценок стоимости масла сои.

Оценки стоимости других составляющих производства биодизеля основываются на анализе процесса его получения с метиловым спиртом при катализации процесса гидратом окиси натрия, приводящей к получению метилового эфира (биодизеля) и глицерина. При этом эксплуатационные расходы были оценены величиной 31 цент/галлон, за исключением стоимости масла или жира, а также затрат энергии и выручки от продажи глицерина, которая уменьшает стоимость биодизеля на 15 центов/галлон.

В процессе производства биодизеля на каждый его галлон требуется затратить 0,083 кВт·ч электроэнергии и 10 ккал тепловой энергии, получаемой от сжигания природного газа. По оценке EIA затраты энергии составят 18 центов/галлон в 2004 г. и 16 центов/галлон в 2005 и 2006 гг. Затраты на строительство завода по выпуску биодизеля оценивают в размере 1,04 долл. на величину объемного ежегодного выпуска биодизеля в галлонах. Окупаемость та-



Соя

Прогнозируемые на 2004-2013 г.г. цены производства дизельных топлив, долл./галлон			
Год	Масло сои	Животный жир	Дизельное топливо
2004/05	2,54	1,41	0,67
2005/06	2,49	1,39	0,78
2006/07	2,47	1,38	0,77
2007/08	2,44	1,37	0,78
2008/09	2,52	1,40	0,78
2009/10	2,57	1,42	0,75
2010/11	2,67	1,47	0,76
2011/12	2,73	1,51	0,76
2012/13	2,80	1,55	0,75

Таблица 2



Подсолнечник

кого завода с ежегодными кредитными выплатами по 10 % может быть обеспечена через ~ 15 лет.

Сообщается, что заводы по производству биодизеля с программой выпуска 60...80 млн галлонов /год уже построены.

Для сравнения в табл. 3 приведены затраты (в долл. по курсу 2002 г.) на производство топлива для дизелей, получаемого из различных видов сырья (масла сои, животного жира и нефти).

Стимулы для развития производства биодизеля

В настоящее время существует благоприятная ситуация для развития промышленного производства биодизеля. Она связана с предстоящим переводом дизелей грузовых автомобилей на топлива с резко сниженным содержанием серы (с 500 до 15 ppm). Такой переход требует существенного изменения технологии очистки нефти от серы, что связано с модернизацией производства и крупными финансовыми затратами. Известно, что биодизель практически не содержит серы. Поэтому проблема получения низкосернистого топлива для транспортных дизелей может быть решена не очисткой ДТ от серы, а внедрением биодизеля. Такое альтернативное решение вопроса признается за рубежом весьма целесообразным.

В течение прошедших нескольких лет USDA выпущены гранты на организацию производства биодизеля. Сообщается, что если изготовитель будет производить биодизель из натурального масла, например, масла из бобов сои, то ему может быть предоставлен кредит в размере 1 долл./галлон на объем планируемого выпуска биодизеля. При изготовлении биодизеля из животных жиров кредит составит 50 центов/галлон.

В США Министерством энергетики (DOE) разработана программа, называемая EРАct. Она предусматривает определенный процент отчислений в пользу государственных владельцев транспортных средств, использующих биодизель. Кроме того, EРАct поставила цель заменить к 2000 г. 10 % ДТ

альтернативными топливами (биодизелем). К 2010 г. такая замена должна составить 30 %. Согласно EРАct 75 % государственных транспортных средств должны быть способны работать на биодизеле, что должно послужить примером для развития этого направления для частных автомобильных и топливных отраслей промышленности. Уточнения, внесенные в этот Акт в 1998 г., предусматривают выдачу льготных кредитов на покупку автомобилей с двигателями, работающими на биодизеле. Отмечается, что созданные стимулы развития производства и использования биодизеля наиболее активно восприняты Министерством обороны США.

В октябре 2004 г. Конгресс США ввел налоговые льготы для пользователей биодизеля. Величина льготы является функцией его процентного содержания в смеси с нефтяным дизельным топливом. Так, при использовании биодизеля марки B20 дается ценовая скидка 20 центов на галлон, при использовании B5 скидка составляет 5 центов на галлон. Скидки на биодизель, получаемый из животных жиров, установлены в два раза меньшими, чем на биодизель из растительных масел.

Заключение

В заключение можно отметить, что в последние годы за рубежом были разработаны многочисленные директивные документы в обеспечение развития альтернативного топлива. Они дорабатываются и уточняются в соответствии с решаемыми задачами, основными из которых являются:

- сокращение рисков, вызванных отравлениями отработавшими газами двигателей (СО, НС, РМ, NO_x и др.). К числу таких документов относятся Акт "Чистый воздух" (США), директива "Качество топлива" (ЕС), стандарты EPA для двигателей внедорожных автомобилей, стандарты на чистоту ОГ (EURO-emission), стандарты для частных автомобилей и тяжелых грузовых автомобилей (программы "Автотопливо" I и II, ЕС, и др.);

- сокращение рисков, вызванных парниковым эффектом и глобальным изменением климата. Это новая Директива по использованию биологического топлива (Европейский Союз) и добровольное соглашение ACEA (Ассоциация разработчиков Европейских автомобилей) о допустимом к 2008 г. максимальном уровне выбросов CO₂, составляющем 140 г/км;

- сокращение рисков по энергообеспечению транспортного сектора. Это Акт "EРАct" (США) и новая Директива по развитию и использованию биологического топлива (Европейский Союз);

- сокращение рисков, связанных с нанесением ущерба окружающей среде, вызываемого ядовитыми веществами.

Биодизель - один из видов альтернативных топлив, которые могут снизить нефтяную зависимость и уменьшить глобальное загрязнение атмосферы. Использование концентрированных смесей биодизельного топлива в существующих транспортных дизелях может обеспечить их существенные преимущества по сравнению с работой на ДТ в отношении экологических показателей, ядовитых выделений, при этом биодизельное топливо является возобновляемым. Использование B20 в дизелях шоссейных автомобилей уменьшает путевой расход ДТ на ~ 5 %. Более значительная экономия топлива и экологическая чистота ОГ требуют перехода на высокое процентное содержание биодизеля в смеси. 



МОБИЛЬ НА ЭЛЕКТРИЧЕСТВЕ

Александр Идин

Как только вместо четвероногого помощника в повозку стали "впрягать" силовую установку, будь то паровую машину, двигатель внутреннего сгорания или электродвигатель, то получали либо паромобиль, либо автомобиль, либо электромобиль. И был период в истории развития техники, когда электромобиль занимал главенствующее положение.

Говорят, что впервые электромобиль появился в 1837 или 1838 году в Англии и что его создателем был Роберт Дэвидсон. Этот электромобиль (как тогда называли - электрический экипаж) длиной 4,8 м, шириной 1,8 м имел электродвигатель постоянного тока и аккумулятор. В аккумуляторе один электрод был железным, а второй - из амальгированного цинка; в качестве электролита использовалась серная кислота. Скорость и дальность были небольшими, как, впрочем, и у всех первых самобеглых колясок. И только после того как были созданы более совершенные электродвигатели и аккумуляторы, в конце XIX века, стали появляться очень даже приличные машины. Так, в 1896 г. в Великобритании Уильямом Берсея был изготовлен "электрический кэб". Запас хода составлял 48 км, а максимальная скорость 15 км/ч. Масса превышала две тонны, в основном из-за тяжелых аккумуляторов.

Первый электромобиль в России был построен изобретателем И.В. Романовым в 1899 г. Он был рассчитан на перевозку двух пассажиров. Запас хода на одной зарядке составлял 65 км. Максимальная скорость достигала 35 км/ч.

После появления автомобиля, почти до Первой мировой войны, оба "мобиля" мирно существовали. Электромобиль подкупал простотой обслуживания, а его динамические и скоростные показатели были даже выше. К этому надо добавить бесшумность хода и отсутствие вибрации и выхлопных газов. Так, в Америке к концу 1911 г. всего было произведено порядка 10 тыс. электромобилей, а только в 1912 г. - 1000 электромобилей разного назначения.

Но все же автомобиль победил, оставив своему конкуренту возможность существовать в виде электрокаров, осваивающих не мировые просторы, а заводские цехи и дороги между ними. Причина, в общем, одна - отсутствие мощного источника электроэнергии на "борту". Это понял еще русский ученый Якоби, который изобрел в 1834 г. вращающийся электродвигатель постоянного тока (до него существовали двигатели лишь "качательного" типа). Несмотря на все усилия, ему так и не удалось создать нужную батарею. Да и его последователи смогли создать только свинцовый аккумулятор, удельная емкость которого составляла всего 20 Вт/ч·кг. Для обеспечения движения электромобиля в течение одного часа двигателем мощностью 20 кВт (27 л.с.) требовалась целая тонна таких аккумуляторов. Эквива-

лентная энергия заключена всего в 15 л бензина. С тем электромобиль и закончил свое существование. Но история показала, что это был конец только первого этапа развития электромобиля.

К созданию электромобилей конструкторы возвращались периодически. Причины были разные, в том числе и отсутствие бензина. Так, в 1941 г. французскими инженерами компании Peugeot в условиях немецкой оккупации создается VLV (Voiture Legere de Ville) - легкое городское транспортное средство, приводимое в движение электродвигателем. Энергия поступала от четырех 12-вольтовых аккумуляторов. Батарей хватало "лишь" на 80 км. До 1945 г. было выпущено 377 электромобилей этой марки.

В 60-х годах прошлого века возникла мировая топливная проблема, а автомобили в те годы потребляли бензина столько, что на его получение расходовалось 30 % добываемой нефти. Казалось бы, рост цен на нефть должен был сдержать количество выпускаемых машин, но этого не произошло. Машины стали потреблять меньше бензина, спрос на них не упал, и их количество росло такими темпами, что появилась новая проблема - экологическая. Выбросы не только привели к смогу, окутавшему крупные мегаполисы, но и стали влиять на экологию всей планеты.

В то же время анализ, проведенный специалистами, показал, что в современных городах подавляющее число поездок совершается с дневным пробегом порядка 100 км, и при этом средняя скорость автомобилей не превышает 60 км/ч. Да и в машине кроме водителя бывает не более одного пассажира, к тому же не всегда. Как и предполагалось, появился спрос на миниавтомобили. В том числе и во Франции. Там в 1969 г. был создан автомобильчик La Voiture Electronique Porquerolles, - двухместный трехколесный "экипаж" без крыши и дверей. Тем не менее, у него было два двигателя, по одному на каждое заднее колесо. Руль отсутствовал (переднее колесо могло свободно поворачиваться в любую сторону). Нужно отметить, что в этой машинке было оригинальное управление, как сейчас назвали бы - джойстик. С помощью этой ручки менялась величина тока через двигатели, а левый или правый поворот осуществлялся благодаря разнице частоты вращения задних колес.



La Voiture Electronique Porquerolles



Columbia, выпуска 1901 г.



VLV

Первый электромобиль, который двигался по рельсовому пути со скоростью 3 км/ч за счет энергии от батарей гальванических элементов, построил в 1835 г. американец Томас Денвенпорт

На рубеже позапрошлого и прошлого веков в мире насчитывалось 936 автомобилей и 1585 электромобилей

Первый официально зарегистрированный рекорд скорости датируется 18 декабря 1898 г. и принадлежит графу Гастону де Шаслу, который на электромобиле Jeantaud Duc развил в парке Аншер под Парижем скорость 63,15 км/ч

Первым транспортным средством, превысившим скорость 100 км/ч, был электромобиль *La Jamais Contente* бельгийского инженера Камилы Женатци



White Lightning Electric Streamliner

Самый быстрый в мире электромобиль *Viscayee Bullet* развил в 2004 г. на соляном озере Бонневиль в штате Юта чуть более 517 км/ч. Электродвигатель мощностью 400 л.с. получал питание от 900 никель-металлгидридных аккумуляторов. Конструкторами машины были студенты и аспиранты университета в Огайо

Фердинанд Порше в 15-летнем возрасте создал электромобиль "Лонер-Порше", который был представлен на Парижской выставке 1900 г.

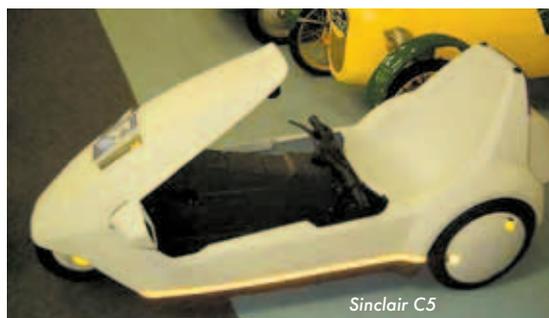
В период 1969 - 1972 гг. с конвейера сошли 200 таких машинок. Впоследствии эта машина была модернизирована: появились крыша и руль. Ее назвали COB.

В годы энергетического кризиса французское правительство приняло решение о поддержке тех компаний, которые производили экономичные машины. В итоге во Франции появились великое множество микроавтомобилей, правда, в основном с микродвигателями внутреннего сгорания.

А вот англичанин сэр Клайв Синклер попытался в середине 1980-х гг. создать легкий электромобиль. Его Sinclair C5 длиной 174 см и шириной 75 см весил всего 35 кг. И имел традиционные для таких маленьких машин три колеса.

Подтолкнул к созданию этого авто принятый английским парламентом закон, разрешавший управлять электромобилем без водительских прав в том случае, если его максимальная скорость не превышала 15 км/ч.

Аккумуляторов, установленных на Sinclair C5, хватало всего на 20 миль. Поэтому на случай, когда электричество заканчивалось раньше, чем водитель прибывал в пункт назначения, в авто были предусмотрены банальные велосипедные педали. Кроме того, в продаже имелись специальные наборы с дополнительным аккумулятором, что увеличило цену машины с 399 фунтов стерлингов до 442. Но не только это привело к провалу этого, надо признаться, очень элегантного электромобиля.



Sinclair C5

В результате низкой посадки вся грязь оказывалась на водителе, а его самого вместе с Sinclair C5 на дороге не замечали водители больших машин. В том, что электромобиль покупался плохо, немалую роль сыграли и недостаточно хорошее качество изготовления и сборки.

Тем не менее последние 30 лет практически все развитые страны Америки, Европы и Японии вкладывают десятки миллиардов долларов в свои национальные программы создания электромобилей и практически все ведущие автомобильные и электротехнические фирмы работают над созданием, производством и совершенствованием машин, электродвигателей, источников тока и других комплектующих.

Проекты создания электромобилей получают законодательную поддержку со стороны правительств и финансовую со стороны энергетических ведомств и владельцев крупных электростанций, поскольку зарядка аккумуляторов в ночное время позволяет стабилизировать суточную нагрузку на электростанции.

Благодаря этому в области создания электромобиля в большинстве промышленно развитых стран наблюдается очевидный прогресс. Иметь ЭМ там теперь модно и престижно. Современные электромобили это не трехколесные тележки, а современные транспортные средства, ничем по комфорту не отличающиеся от автомобилей. Вот, например, электромобиль Eliica.



Eliica

Этот электромобиль был создан в японском университете Кейо при содействии промышленных компаний. Максимальная скорость этого электромобиля 370 км/ч! Восьмиколесная Eliica разгоняется с места до 100 км/ч за 4,2 секунды, а до 160 км/ч - за 7 секунд! Первые сто заказчиков готовы купить его по цене в \$260 тыс.

Не все электромобили предназначены для продажи. Так White Lightning Electric Streamliner был создан для рекордов. Максимальная скорость этого спорткара составляет 395,8 км/ч.

Если кому-то такие скорости ни к чему, можно ездить и помедленнее, причем на отечественном электромобиле. Например - на ВАЗ-1111Э, который производится на АвтоВАЗе только по заказам. Его цена превышает 100 000 рублей. Электроэнергия запасается не в традиционных свинцовых, а в никель-кадмиевых щелочных аккумуляторах отечественного производства. Блок аккумуляторных батарей напряжением 120 вольт состоит из 110 аккумуляторов на-



ВАЗ-1111Э

пряжением 1,2 вольта каждый. Максимальная скорость 90 км/ч, разгон не очень интенсивный - скорость 60 км/ч достигается только через 14 с после старта. Но зато одной зарядки хватает на 100 км, что для города вполне достаточно.

Те, для кого-то малы и скорость, и пробег на одной зарядке, могут немного подождать, да и денег поднакопить. Дело в том, что уже сейчас на выставках демонстрируются электромобили будущего. Так, Mitsubishi обещает к 2010 г. запустить в серийное производство электромобиль Colt MIEV, цена которого не будет превышать \$13 тыс. Его электромоторы находятся внутри колес, а блок щелочных аккумуляторов - под полом.

Еще одна японская компания - Mitsuoka решила модернизировать уже выпускавшийся микроавтомобиль "Convoу 88". Дело в том, что на нем были установлены свинцовые аккумуляторы, одной зарядки которых хватало на 70 км. С установкой литий-ионных аккумуляторов пробег вырос до 100 км. Новые аккумуляторы позволили умень-



Convoу 88Li

шить массу электромобиля с 365 до 292 кг (на 20 %), что способствовало улучшению динамики и облегчению преодоления крутых подъемов.

В Швеции тоже занимаются электромобилями. Известный концерн Volvo разработал концепт-модель ЗСС. Этот электромобиль способен проехать почти 300 км на скорости 130 км/ч на одной зарядке. В блоке питания также используются Li-Ion батарейки.



Volvo ЗСС

В Поднебесной решили не отставать от мировых тенденций. Китайский производитель компактных автомобилей компания Jinan Flybo приступила к производству и продажам в США электромобиль XFD-6000ZK. Размеры автомобиля действительно небольшие: длина всего 2,6 метра. Да и скорость не так уж велика - 72 км/ч. Аккумулятор выдерживает всего 500 циклов заряда, на каждый требуется около 9 часов. Но заряда хватает на 110 км. Предполагается, что цена XFD-6000ZK в Америке будет порядка \$13 тыс.

Но американцы не собираются кататься только на импортных машинах, есть у них и собственные разработки. Так, специалистам американской компании ZAP понравился разработанный другой компанией - Lotus концепткар APX. Но, видимо, только внешне: они изъяли из него V-образную "шестерку" и вместо нее поставили четыре электромотора по 161 л.с. каждый. В итоге получилось 644 л.с., которые разгоняют электромобиль, получивший название ZAP-X, до 250 км/ч. Двигатели получают питание от литий-ионных батарей, зарядки которых хватает на 560 км!

В компании ZAP обещают, что цена ZAP-X будет всего \$60 000, что примерно вдвое меньше, чем у конкурентов. А ближайший конкурент - компания Tesla Motors Inc, выпустившая двухместный электромобиль будущего - Tesla Roadster с двигателем мощностью 250 л.с., разгоняющий его до скорости чуть более 200 км/ч. Хотя это и не так много, для безопасности на дорогах можно бы и меньше, тем более, что благодаря огромному крутящему моменту электромотора разгон этого автомобиля столь интенсивен (до первой сотни он занимает всего 4 с), что придает Tesla Roadster спортивный характер. Но аппетит у этого "спортс-



Tesla Roadster

мена" достаточно умеренный. Менеджеры компании утверждают, что для преодоления расстояния в 1 тыс. км хозяину этого авто придется потратить всего \$6 на то электричество, которым придется в ночное время заряжать аккумулятор. Последний состоит из 6831 литиевой батарейки. Они полностью аналогичны батарейкам, находящимся в сотовых телефонах. Масса такого аккумулятора составляет 454 кг, а время полной зарядки - 3,5 ч.

Трехфазный электромотор, созданный для Tesla Roadster, имеет небольшие размеры (диаметр 25 см, длина 35 см), он размещен поперек машины между задними колесами. Его к.п.д. колеблется в пределах 80...95 % в зависимости от нагрузки.

В стандартном загородном цикле Tesla Roadster проезжает на одной зарядке аккумулятора 402 км. Цена Tesla Roadster около \$100 000.

Еще один конкурент компании ZAP - другая американская компания Wrightspeed, также выпустившая спортэлектромобиль с двигателем мощностью 236 л.с., который позволяет двигаться со скоростью 160 км/ч и разогнаться до сотни за 3,8 секунды! Цена электромобиля от Wrightspeed - \$120 000.

В этой статье уже были упомянуты французские конструкторы электромобилей, но машины были какие-то мелковатые. Из-за этого может сложиться мнение, что в этой стране ничего стоящего не делается. Ничего подобного. Компания Venturi приступила к выпуску спортивного электромобиля Fetish, кузов которого для снижения массы (всего 750 кг) сделан из углепластика. Еще 350 кг добавляют литий-ионные аккумуляторы. Электродвигатель мощностью 160 кВт развивает крутящий момент 220 Н·м, что дает возможность разогнаться до 100 км/ч за 4,5 секунды. Максимальная скорость ограничена 170 км/ч для обеспечения наибольшего пробега (до 350 км) на одной зарядке. Но цена очень высока - 500 000 евро.



Fetish

Для зарядки аккумуляторов требуется 3,5 часа при токе заряда 80 А. Конечно, не в каждом доме можно найти розетку, которая выдерживает такие токи. Если ток уменьшить до 16 А, то на зарядку потребуются 16 часов. Об этой стороне электромобилей как-то не принято говорить, но это проблема. Конечно, в своем доме (коттедж, дача, особняк в деревне - у кого что есть) можно организовать зарядку током такой величины, чтобы машина была готова утром к поездке на максимальное расстояние. Но что делать жителю 15 этажа? Значит, надо строить в городе зарядные станции наподобие бензозаправок. Причем первых должно быть намного больше, т.к. заправка электричеством более длительный процесс, чем заправка бензином. Поэтому надо найти такие накопители электрической энергии, которые заряжаются быстро и обладают при этом большой емкостью. А может, надо искать другие источники энергии? Ведь прошло уже сто лет со времени создания первых массовых электромобилей, а пробег от одной заправки вырос всего в несколько раз. 

Первые советские электромобили "НАМИ-ЛАЗ" были изготовлены в 1949 г. Они использовались для развозки почты в Москве, Ленинграде, Ташкенте до 1958 г.

Электромобиль ВА3-1111-ЭМ имеет максимальную скорость 100 км/ч. Батареи массой 300 кг рассчитаны на 600 зарядных циклов и обеспечивают 100 км пробега. Время их зарядки - 2 ч



XFD-6000ZK



ZAP-X

В мире сейчас работает более 400 тыс. электромобилей и электрокаров

Размещение электродвигателя (вверху) и батарей (внизу) на электромобиле Tesla Roadster



Как-то давным-давно знакомый моего отца капитан дальнего плавания Виктор Ветров не без гордости сказал мне: "А что, в молодости мне довелось плавать вторым боцманом на втором гроте настоящего виндjamмера..." Что такое виндjamмер - я тогда не знал, но страшно завидовал этому старому мореходу... Он рассказал тогда мне много интересного об этих судах. Это были настоящие "пенители моря". Сам термин придумали англичане от английских слов wind - ветер и jam - сжатие, сжимание. Видимо, надо понимать - "выжиматель ветра". Спорить не буду, пусть каждый понимает этот термин по-своему, но в английских выражениях порой скрыт очень глубокий смысл.

Виндjamмеры были последним достижением техники своего времени. Однако и сегодня едва ли можно создать что-то более совершенное. Паруса там были сшиты из обычной парусины, зато весь рангоут - мачты, стеньги, реи, гафели, гики изготавливались из стальных труб. Стоячий такелаж - штаги, ванты, фордуны выполнялись из стальных тросов. На изготовление корпусов шла высококачественная судо-

строительная сталь. С виндjamмерами закончился век деревянного судостроения. Теперь, как бы не бушевал ветер, капитан за целость рангоута не беспокоился. Не было зафиксировано ни одного случая, чтобы под напором ветра на виндjamмере рухнул рангоут. Паруса - те да, иногда разлетались в клочья, но мачты стояли. Когда на чайном клипере из-за сильного ветра убирались лишние паруса для виндjamмера только начиналась настоящая гонка.

Период наиболее интенсивного строительства виндjamмеров пришелся на конец XIX века. Рассудительные и практичные американцы предпочитали строить суда с парусным вооружением типа "шхуна", на которых устанавливали от трех до шести мачт. А романтичные европейцы, не остывшие еще от пыла захватывающих гонок чайных клиперов, отдавали предпочтение быстроходным парусникам с парусным вооружением типа "корабль" или "барк". Например, в 1890 г. для судовладельца из Гавра был заложен на стапеле и спущен на воду пятимачтовый барк "Франс". Судно валовой вместимостью 3784 регистровых тонн строилось в Англии, его дли-

ВИНДЖАММЕРЫ

Виктор Сергеевич Шитарев,
капитан дальнего плавания



на составляла 110 м, ширина 14,6 м и площадь парусности 4550 м².

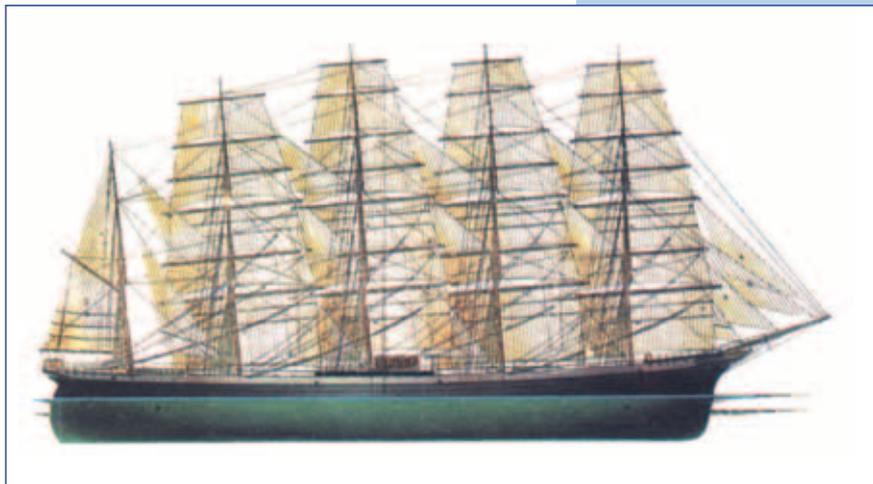
В 1891 г. был заложен на стапеле и спущен на воду для немецкого судовладельца пятимачтовый барк "Мария Рикмерс" валовой вместимостью 3813 регистровых тонн, длиной 114,3 м, шириной 14,6 м с площадью парусности 5305 м². В 1895 г. для немецкого судовладельца из Гамбурга Ф. Лайеша построили пятимачтовый барк "Потоси", его валовая вместимость 4026 регистровых тонн, длина 111,5 м, ширина 15 м, площадь парусности 4700 м². Далее события развиваются по нарастающей... В 1902 г. на морские просторы выходит пятимачтовый корабль "Преуссен", его валовая вместимость 5081 регистровых тонн, длина 124 м, ширина 16 м, площадь парусности 5020 м². В 1906 г. для немецкого судовладельца Рикмерса Рейсмюхлена А.Г. был спущен на воду пятимачтовый барк "Р.С. Рикмерс" валовой вместимостью 5948 регистровых тонн, длиной 125 м, шириной 16,2 м, с площадью парусности 4045 м². Тон в судостроении, естественно, задавала Англия.

Еще немного об этих замечательных гигантах. В 1912 г. со стапелей сходит французский пятимачтовый барк "Франс П", его валовая вместимость 5633 регистровых тонны, площадь парусности 6350 м², на судне была установлена паровая машина мощностью 900 л.с. Кстати, "Р.С. Рикмерс" также имел паровую машину мощностью 1000 л.с. Все эти гиганты имели практически одинаковую осадку - около 8 м. Судовладельцами являлись преимущественно англичане, немцы и французы. Но англичане вскоре отдали своё предпочтение пароходам, и на первое место вышли немцы.

Среди них наибольших успехов добился Фердинанд Иоган Лайеш в Гамбурге, его парусники были лучшими в Мире. По официальном списке он имел в своем распоряжении 56 вымпелов, его судами командовали капитаны-гонщики, настоящие "морские волки". Показанные ими результаты захватывают воображение и сегодня. Например, виндjamмер "Потоси" в одном из рейсов из Европы в Чили вокруг мыса Горн показал на переходе среднюю скорость хода 17,5 узла (32,4 км/ч).

Первый виндjamмер Ф. Лайеша был построен на гамбургской судовой верфи в 1859 г. Это был трехмачтовый барк, имевший валовую вместимость 436 регистровых тонн, он имел название "Пудель". В дальнейшем все суда Ф. Лайеша получали названия, начинавшиеся с буквы "П", за что и получили известность как "летающие П". Все они имели парусное вооружение типа "барк". В подтверждение их высокой репутации приведем еще несколько примеров. Обычно виндjamмеры пересекали Атлантику за 70 дней. Но четырехмачтовый барк Ф. Лайеша "Плацилла" в 1892 г. "пролетел" эту трассу за 58 дней. Судном командовал известный капитан-гонщик Р. Хилгендорф. Длина барка составляла 95,5 м, ширина 13,6 м, его валовая вместимость 2845 регистровых тонн. Виндjamмер был построен на верфи Дж.С. Текленборга в Гестемюнде. Среди виндjamмеров "Плацилла" считалась самым скоростным судном.

Виндjamмеры преимущественно перевозили грузы, отличавшиеся длительной сохраняемостью. В основном такие суда работали на линии Европа - Чили. В Чили суда принимали на борт груз чилийской селитры и удобрений (гуано), а также возили зерно из Южной Америки и Австралии. Из Азии в Европу



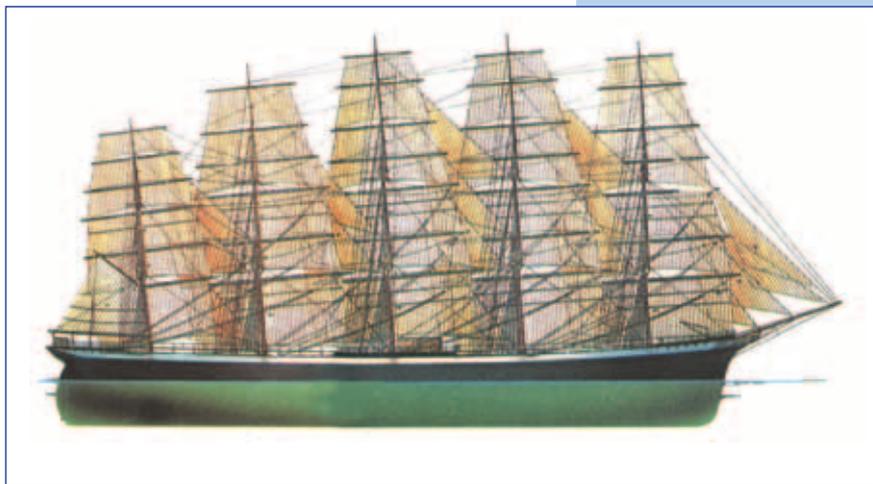
Виндjamмер с парусным вооружением типа "барк"

доставлялся рис; часто эти суда загружались каменным углем для создания баз бункеровки для пароходов. Так виндjamмеры "рыли себе могилу", в конечном итоге именно пароходы вытеснили их с морских путей. Но пока на больших расстояниях виндjamмеры были вне конкуренции. Пароходам в те времена требовалось слишком много топлива, отчего их рейсы, по сравнению с виндjamмерами, обходились дороже. Ставки фрахта для пароходов были выше, чем для виндjamмеров.

Кроме уже упомянутых грузов парусники перевозили ценные породы тропической древесины, копру, джут, хлопок и шерсть. Был и еще один груз, который производители предпочитали перевозить на виндjamмерах - это фортепьяно. Тогда считали, что вибрация корпуса парохода от работающих механизмов отрицательно сказывается на качестве этих музыкальных инструментов. Вспоминая гибель пятимачтового виндjamмера "Преуссен" в 1910 г., надо отметить, что на его борту среди прочих грузов было 800 фортепьяно. К началу Первой мировой войны наибольший флот виндjamмеров принадлежал Германии, там же находились и судоверфи, специализировавшиеся на их постройке: это прежде всего "Блом унд Фосс" в Гамбурге и "Текленборг" в Гестемюнде.

После окончания Первой мировой войны часть немецких парусников была реквизирована странами-победительницами. Например, в 1917 г. к американским судовладельцам попал один из лучших виндjamмеров "Индра", построенный в Англии и спущенный на воду в 1892 г., его валовая вместимость 1746 регистровых тонн. Изначально судно называлось "Лита", американцы же переименовали его в "Тонаванду". Другим реквизированным американцами судном был

Виндjamмер с парусным вооружением типа "корабль"



виндjamмер, которому они присвоили имя "Мошулу". Судно принадлежало гамбургскому судовладельцу Г.Х. Сименсу. Оно было построено в 1904 г. на верфи Гамильтона в Глазго и входило в серию судов типа "Курт", его валовая вместимость 3116 регистровых тонн. Позже американцы продали парусник за границу, и он ходил под флагом Финляндии. Свой последний рейс виндjamмер совершил в 1940 г. В настоящее время судно является экспонатом Нью-Йоркского музея "Сауз Стрит Сиэпорт".

Конечно, так повезло не всем виндjamмерам, судьба некоторых из них печальна. Например, датский пятимачтовый барк "Копенгаген" (построен в Англии в 1921 г., 3901 регистровая тонна) использовался в качестве учебно-производственного судна и принадлежал компании "Дет Ёстасиатиске Компани". Судно в очередной рейс вышло 14 декабря 1928 г. из Буэнос-Айреса, имея на борту экипаж из 60 моряков, из них 45 были курсантами морских учебных заведений, на судне они проходили практику. Парусник взял курс на Южную Австралию, его путь лежал в "ревуцких сороковых широтах". Последняя радиограмма с "Копенгагена", переданная через "слышавшее" его норвежское судно, была получена 21 декабря. В ней капитан парусника Андерсен сообщал о том, что все нормально и на борту судна полный порядок. Это сообщение оказалось последним. Пятимачтовый барк бесследно исчез в океане. Были организованы энергичные поиски судна, но они не принесли положительных результатов. Загадку гибели столь крупнотоннажного судна пытались разгадать многие исследователи, однако Океан хранит свои тайны.

После первой мировой войны когда-то многочисленный парусный флот гамбургского судовладельца Ф. Лайеша сильно сократился. Многие судовладельцы разных стран стали отдавать предпочтение судам, оснащенным механическим двигателем. В это время на мировую арену выходит крупный судовладелец Густав Эрикссон из Мариеами, что на Аландских островах, флот его виндjamмеров насчитывал 40 вымпелов. Он держал линию Европа - Австралия, на которой осуществлялись интенсивные перевозки зерна. Всего на этой линии работали 20 виндjamмеров. Основу их экипажей составляли практиканты, будущие

флотские офицеры, которые перед тем, как начать службу, должны были пройти закалку и приобрести практические знания, плавая на великолепных красавцах, лучших представителей парусного флота. Многие флотские офицеры благодарны Эрикссону за предоставленную возможность отточить свои познания в морском деле на его судах. Умер Эрикссон в 1947 г., сказав на смертном одре, что без парусников жизнь в Швеции была бы безрадостной. Его последний виндjamмер "Викинг" вышел в море после окончания Второй мировой войны.

От многочисленного флота Ф. Лайеша после окончания Второй мировой войны осталось лишь четыре виндjamмера: "Памир", "Пассат", "Поммерн" и "Падуя". Последний, в качестве трофея, перешёл под флаг Советского Союза, получив новое имя - "Крузенштерн". Этот парусник был капитально отремонтирован советскими корабельщиками и стал учебным судном Министерства рыбного хозяйства СССР. Он до настоящего времени бороздит просторы морей и океанов, принимал участие во многих парусных регатах, занимая призовые места. Теперь это судно принадлежит Калининградской морской академии рыбного хозяйства.

Несколько слов об остальных виндjamмерах. "Поммерн", последнее время принадлежавший Эрикссону, был поставлен на прикол в Мариеами в качестве музея парусного флота. "Памир" и "Пассат" в 1947 г. было решено использовать для перевозки зерна между Европой и Австралией, а в 1949 г. их собирались пустить на слом. Однако немецкие судовладельцы выкупили эти парусники, решив сделать из них учебно-производственные суда. Их отремонтировали и поставили акриловые паруса вместо обычных парусов из парусины, которые были предусмотрены проектом. Конечно, синтетический парус и легче, и прочнее, работать с ним экипажу менее обременительно. Однако, это была грубая ошибка.

В сентябре 1957 г. "Памир" шел под всеми парусами, имея на борту 4172 тонны зерна, из Буэнос-Айреса в Гамбург. Его экипаж вместе с практикантами насчитывал 86 человек. Судном командовал капитан Иоганнес Дибич. На виндjamмере был поднят флаг Федеративной Республики Германии. В пути судно получило штормовое предупреждение. Капитан Дибич решил уйти от урагана на всех парусах, оставив траекторию движения урагана у себя за кормой. Но... То ли метеосводка содержала неверные сведения о пути движения центра циклона, то ли ураган изменил направление своего движения (и так случается). Налетевший с подветренного борта шквал стал для моряков полной неожиданностью. Мгновенно все паруса обстенились (были ветром прижаты к мачтам), судно резко повалилось на левый борт.

Надо сказать, что обычная парусина под напором ветра ураганной силы разлетелась бы в клочья, но синтетические паруса выдержали удар стихии. По мере нарастания крена началась подвижка груза, увеличивая крен судна всё больше и больше. Через двери и вентиляционные трубы вода начала заливать корпус. Так постепенно теряя запас плавучести и остойчивости, "Памир" пошёл на дно в координатах 35 градусов 57 минут северной широты и 40 градусов 20 минут западной долготы. Из всего экипажа спаслись только 6 моряков.

Работая в аппарате Минрыбхоза СССР, я занимался вопросами подготовки кадров для флота рыбной промышленности и принимал участие в одном из

Барк "Крузенштерн"



совещаний, где обсуждался вопрос о парусной оснастке барка "Крузенштерн". Мы тогда рассматривали вопрос о целесообразности оснащения барка акриловыми парусами. Теперь я с удовлетворением отмечаю, что тогда у нас хватило ума отказаться от синтетики и оставить на судне обычную парусину. Тогда же мы выработали рекомендацию капитанам учебных барков "Седов" и "Крузенштерн" ограничивать максимальную скорость хода судов до 16,5 узла. Таким образом, если судно начинало идти с запредельной скоростью хода, на нем убирались лишние паруса. Правильность этой концепции была впоследствии подтверждена морской практикой.

Трагедия "Памира", к сожалению, пробудила и нездоровый ажиотаж. Весной 1958 г., когда интенсивное расследование гибели барка еще продолжалось, у города Гельстона на побережье Корнуэлла почтовым служащим Кеннетом Пэско была найдена бутылка с письмом на немецком языке.

"Нам всем придётся утонуть, и людям, и мышам. Почему? Потому, что Дибич не способный. Он долго держал паруса. Он пытался привести к ветру и освободить обстенинные паруса. Их продолжает обстенивать. Это великое безрассудство и наш конец. Этого бы не случилось при Эггерсе. Крен увеличивается до тридцати градусов... тридцати пяти... сорока... сорока пяти..."

... Дибич приказал штатной команде и офицерам судна подняться на верх и рубить такелаж, но никто не может удержаться наверху. Отданные на половину паруса неистово полощут. Ничего сделать нельзя. Никто не думает, как спасти наши жизни. Как же следует спускать шлюпки, укрепленные за вантами? Ошибочная конструкция! Пора мне кончать, так как через десять минут все будет кончено. Фред Шмидт, наш идеалист, сдался и дал волне унести себя за борт. Бушманн, самый лучший из нас, бросился вниз с мачты. Мы должны заплатить своими жизнями за глупость и высокомерие тех, кто нами командовал. Мы умрем за тех идиотов, кто должен был

учить и тренировать нас. Я надеюсь, что это письмо кто-нибудь найдет. "Памир" тонет..."

Суд в Любеке отказался включить это письмо в состав улики против капитана Дибича. Как Государственный инспектор безопасности мореплавания и портового надзора на пенсии, сам прокомментирую эту абракадабру. Человек, писавший это письмо, не имеет никакого отношения к морской профессии. Мышей на морских судах мне встречать не приходилось, моряк писал бы о крысах. Обстенинные паруса для парусника не смертельны, судно может спокойно двигаться назад. Обстенивание некоторых парусов может быть искусственным при выполнении маневра, например, когда следует погасить инерцию судна перед тем, как лечь в дрейф. Основной причиной гибели судна явилась подвижка груза. Писать какие-то послания людям было просто некогда, весь экипаж боролся за живучесть парусника, но ситуация была настолько сложной и опасной, что где-то что-то экипаж не успел - в результате произошла трагедия.

После гибели "Памира", "Пассат" в море больше не выходил. Его поставили на прикол в Травемюнде и сделали на нем учебно-тренировочную базу для начинающих моряков парусного флота. Из прославленных "летающих П" некогда могущественного Ф. Лайеша в строю остался только один барк "Крузенштерн", некогда называвшийся "Падуя". В общем, барк попал в надежные руки русских мореходов. Ныне только Россия владеет двумя подлинными виндjamмерами, второй - однотипный "Седов", но это уже другая история.

"Крузенштерн" был построен в 1926 г. на верфи J.C. Tecklenborg A.G. - Wsm. Его длина 114,5 м, ширина 14,5 м, осадка минимальная 7,17 м, максимальная 8,5 м, валовая вместимость 3545 регистровых тонн, дедвейт 1976 тонн. Судно имеет два дизеля завода "Русский Дизель", которые обеспечивают ему скорость хода 10,25 узла; скорость под парусами ограничена в 16,5 узла. 

ИНФОРМАЦИЯ

Кто с детства не мечтал ходить под парусом? Но не всем это удалось, у большинства появились другие, более насущные мечты. А у некоторых мечта сохранилась, но не то что моря, водоема приличного рядом не оказалось. Самые



упорные нашли выход в соединении наземного транспортного средства с мачтой и парусом. Причем нашли не в своих головах, а в истории. Еще в древнем Египте могли существовать колесницы, ходившие под парусами и перевозившие воинов; об их существовании косвенно свидетельствуют найденные каменные барельефы, относящиеся к XV веку до н.э. В последующем идея сухопутных кораблей была воплощена князем Олегом в 907 г. при его походе на Царьград. Потребовалось шесть веков для того, что бы принц Оранский додумался до организации прогулок на колесных лодках. В России колесные яхты появились в начале прошлого века, когда изобретатель П. Кепп на собственноручно построенной яхте "ходил" по дорогам Саратовской губернии.

После организации Международной Федерации колесных яхт стали проводиться различные соревнования. Следовательно, конст-

рукторы включились в борьбу за скорость. На сегодня максимальная скорость колесной яхты, которую официально удалось зарегистрировать, составляет 188 км/ч. Но борьба продолжается. Яхта, построенная англичанином Р. Дженкинсом, уже превышала этот рекорд, но неофициально.

Если у колесной яхты заменить колеса коньками, то получится ледовая яхта - буер. Что-то подобное почти три века назад придумали эскимосы, которые к своим нартам приделывали паруса из оленьих шкур и мчались по льду и насту. Как это ни странно, но "современный" рекорд скорости на буерах установлен еще в 1938 г. и равен 230 км/ч. Р. Дженкинс собирается покорить и этот рекорд.

Для получения максимальной скорости и устойчивости движения водоизмещающих яхт их делают двух- или многокорпусными. Но максимальная скорость получается скромнее, всего 90 км/ч. 



ПОДВОДНЫЙ УДАР

Сергей Леонидович Мальчиков

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

Обрисую кратко конструкцию парогазовой торпеды. Она представляла собой громадное стальное "веретено" длиной от шести до восьми метров, как бы сложенное из нескольких геометрических фигур. Основой корпуса является длинный цилиндр диаметром 450...600 мм, передняя часть "веретена" имеет форму полусферы, а задняя - конуса.

В передней части торпеды находится боевое зарядное отделение. В первых торпедах вес заряда составлял несколько килограммов очень сильного взрывчатого вещества - пироксилина, спрессованного в бруски. В торпедах предвоенного периода вместо пироксилина использовался тротил, который в жидком виде заливался в металлическую оболочку. Взрыв такого заряда под водой у борта атакуемого корабля был столь силен, что уничтожал на своем пути все препятствия на расстоянии до восьми метров. Однако взрыва не произойдет, если заряд будет лишен взрывателя и детонатора. В состав детонатора входили два компонента: 1,8 г тетрила и 0,2 г гремучей ртути, расположенные в запальном стакане. Переходной состав представлял собой 600 г спрессованного тетрила.

Торпеда снабжена двумя взрывателями. Один из них называется лобовым, так как находится в передней части БЗО. В результате удара торпеды в борт корабля боек взрывателя, жестко соединенный с деформирующейся оболочкой головной части торпеды, прокалывает капсулю с гремучей ртутью. Происходит инициирование детонатора, импульс передается переходному составу, что вызывает взрыв основного заряда. На случай соприкосновения с целью по касательной лобовой взрыватель наделяется четырьмя расходящимися в разных направлениях "усами", поэтому очень маловероятно, что торпеда проскользнет по борту корабля, не задев его ни одним "усом". Во избежание подобных случаев в торпеде имеется второй взрыватель, называемый инерционным. При любом направлении удара торпеды в нем перемещается подвешенный на мощной

пружине сердечник. Если удар достаточно силен, моментально прокалывается капсуля детонатора, вызывая взрыв. Для безопасности обращения в передней части торпеды имеется предохранитель, стопорящий бойки ударников. Это выступающий из передней части торпеды стержень с небольшой винтов-вертушкой. При попадании торпеды в воду вертушка вращается и освобождает бойки от предохранителей только после прохождения в воде 200...250 м. Существуют также неконтактные взрыватели, которые могут быть пассивного и активного типа.

Средняя часть торпеды - это стальной цилиндр - воздушный резервуар длиной около 3 м, закрытый с обоих концов сферическими крышками. Воздуха требуется много, поэтому внутрь резервуара его закачивают под давлением 200 атм. Чтобы резервуар выдерживал такое давление изнутри, его изготавливают из очень прочной стали. Операции по изготовлению цилиндра и крышек, а также сборка средней части, являются самыми ответственными при изготовлении торпеды. В задней крышке воздушного резервуара остается отверстие, которое трубкой соединено с поверхностью торпеды. На этой трубке имеется впускной кран, через который закачивается воздух. Когда резервуар заполнен воздухом, кран закрывается. В нужный момент в трубке откроется другой кран - машинный, и воздух направится к механизмам торпеды.

За воздушным резервуаром находится кормовое отделение торпеды, в котором помещается небольшая емкость для нескольких литров керосина и резервуар с пресной водой. Все механизмы торпеды расположены в кормовом отделении. Все три компонента топлива торпеды - воздух, вода и керосин - поступают в подогревательный аппарат, на пути к которому сжатый воздух проходит через редукторы давления. Редуктор высокого давления снижает давление воздуха с 200 до 60 атмосфер, редуктор низкого давления - с 60 атмосфер до уровня рабочего давления. Только после этого сжатый воздух попадает в подогревательный аппарат,

Основные тактико-технические данные парогазовых торпед перед Второй мировой войной

Характеристика	Италия		СССР		Германия	Англия		США	
	53-ф	53-38	53-38у	53-39	G-7a	Mk IV	Mk X	Mk-8	Mk-14
Калибр, мм	533	533	533	533	533	533	533	533	533
Длина, мм	7200	7200	7450	7488	6969	6950	7193	6555	6250
Масса, кг	1590	1615	1725	1780	1532	1490	1567	1453	1415
Масса ВВ, кг	300	300	400	327	300	235	300	220	300
Дальность, м	3000	4000	4000	4000	6000	7320	3000	5850	4100
Скорость, узл	45,5	44,5	44,5	51	44	35	47	46	46
	4000	8000	8000	8000	8000	9600	5000	9000	8200
	43,5	34,5	34,5	39	40	29	41	35	32
	10 000	10 000	10 000	10 000	14 000	12 300		13 700	
	31,5	30,5	30,5	34	30	25		29	
Двигатель	2-цилиндровый, горизонтальный				4-цилиндровый, звездообразный	2-цил., горизонтальный		2-ступенчатая турбина	

в котором керосин, воздух и вода перерабатываются в источник энергии для движения торпеды.

Процесс происходит следующим образом. Поступающий в подогревательный аппарат керосин, смешанный с воздухом, воспламеняется специальным автоматическим зажигательным патроном. Повышение температуры в результате сжигания керосина приводит к испарению воды и превращению ее в пар. Затем рабочая смесь, образовавшаяся из водяных паров и газов сгоревшего керосина, из подогревательного аппарата попадает в главную машину торпеды - ее двигатель, который имеет мощность до 400 л.с. Парогазовая смесь, поступающая в цилиндры двигателя, имеет определенное рабочее давление. Внутри цилиндров перемещаются поршни со штоками. Парогазовая смесь давит на поршень и толкает его, после чего специальный распределительный механизм двигателя выталкивает отработанную смесь и впускает с другой стороны поршня новую порцию. В результате с одной стороны поршня давление падает, а с другой - увеличивается, заставляя поршень и шток возвращаться в исходное положение.

По такому же принципу работает паровая машина паровоза, которая приводит в движение колеса паровоза. В торпеде же она вращает гребные валы, представляющие собой две стальные трубы, одна из которых находится внутри другой. Гребные валы торпеды вращаются в противоположные стороны; на конце каждого вала имеется гребной винт. Возникает вопрос, почему винты должны вращаться в разных направлениях? Ответ очень прост: они уравновешивают работу друг друга, не позволяя торпедой крениться и уходить с курса из-за гироскопического эффекта.

Отработавшая рабочая смесь выводится внутрь полого гребного вала и уходит в воду через открытый задний конец вала, пузырьками поднимаясь на поверхность. Эти пузырьки образуют весьма заметный пенный след, выдающий торпеду. Очень часто противник, увидев этот след, успевал уклониться, и торпеда проходила мимо. Из-за этого намного уменьшалась скрытность торпедной атаки. Избавиться от такого следа можно, применив вместо парогазового двигателя электромотор. Можно также использовать силовую установку, работающую не на парогазовой смеси, а на кислороде и водороде. Отработавшая смесь такого двигателя превращается в воду и не создает никакого следа за торпедой.

По своей сути торпеда представляет собой подводную лодку в миниатюре, на которой, как и на любом корабле, есть свой рулевой. Основная задача рулевого - выдерживать заданное направление движения. В хвостовой части торпеды расположены две пары рулей. Одна пара - рули вертикальные, другая - горизонтальные, причем каждой парой управляет свой механический рулевой. Глубина хода торпеды регулируется горизонтальными рулями, ими управляет первый "рулевой" - гидростатический аппарат, состоящий из цилиндра с подвижным диском и пружины. Этот аппарат расположен в торпедой так, что диск соприкасается с забортной водой и реагирует на ее давление. Для движения торпеды на нужной глубине пружину гидростата регулируют таким образом, чтобы диск занимал в цилиндре определенное положение. Если торпеда нырнет глубже, давление на диск возрастет и переместится вверх, а если пойдет на меньшей глубине, то диск опустится. Система тяг связывает диск с рулевой машинкой, работающей на сжатом воздухе и соединенной с горизонтальными ру-



Торпеда попала в цель!

лями. Если торпеда нырнула на глубину ниже заданной, то диск идет вверх и тянет за собой тягу, включается рулевая машинка, которая переключает рули и торпеда идет вверх. В своем движении торпеда может подняться выше заданной глубины. Тогда диск опускается и тянет тягу, но уже в другую сторону, а рулевая машинка поворачивает рули. Когда торпеда идет на нужной глубине, диск неподвижен, а горизонтальные рули остаются в горизонтальной плоскости. Однако строго прямого хода не бывает, и торпеда идет по волнистой линии. Если нет резких скачков и отклонения от заданной глубины не более 0,5 м, то такое движение признается удовлетворительным.

Вторым "рулевым" является прибор для управления движением по направлению, называемый гироскопом. Он также соединен с вертикальными рулями с помощью тяг и рулевой машинки. При правильном ходе торпеды по курсу эти рули неподвижны. Но вот торпеда сошла с курса. Ось вращающегося гироскопа сохраняет свое положение в пространстве, поэтому тяги, связывающие его через рулевую машинку с рулями, переключают вертикальные рули, возвращая торпеду на правильный курс. Частота вращения ротора гироскопа достигает 20 000 об/мин. Достигается это с помощью воздушной турбинки, расположенной в корпусе гироскопа. Специальная трубка подводит к ней сжатый воздух из резервуара. В момент выстрела открывается машинный кран, воздух из резервуара попадает в турбинку и заставляет ее вращаться с огромной скоростью. Турбинка раскручивает ротор гироскопа. Проходит меньше половины секунды, и турбинка автоматически отсоединяется. В результате торпеда при выстреле попадает в воду с уже работающим гироскопом.



(Продолжение в следующем номере).

Последние мгновения перед гибелью



"БУДУ ЛЮБИТЬ ВСЕГДА"

Анатолий Маркуша

(Окончание. Начало в № 1-6 - 2005, № 1-6 - 2006, № 1 - 2007)

Почему-то я засомневался: подходить - не подходить? Не скажу, что эта фифа мне сильно не понравилась, нет... Но ничего окончательно я решить не успел. Папа увидел меня, развернул эту, в клетчатой юбочке, так, что мы оказались друг перед другом, можно сказать, нос к носу.

- Знакомьтесь! - слишком весело сказал отец. - Наследник моих миллионов. Имя - Кирилл, школьное прозвище - Вундеркинд. А это, Кирюша, Люся...

Он хотел что-то добавить, но меня вдруг по-несло:

- Людмила Михайловна Овчаренко? С улицы Строителей... - Я назвал полный адрес и, ненавидя себя, спросил гнусным голосом Фаины Исааковны:

- Вы, случайно, не моя мачеха?

Ничего глупее я придумать не мог! Главное, сам же сколько раз возмущался, когда кого-то дразнили - жених и невеста... И потом, ну идут по улице два человека рядом, пусть он и она. Что же тут такого? Мне сделалось стыдно... Не стыдно, а как-то противно. И, как назло, сразу же в моей окаянной башке энциклопедический текст высветился: "Ревность..." и так далее.

Ляпнул и вырубился, стою дурак дураком и соображаю: нет, отец этой моей выходки так просто не оставит. Но прежде слышу голос этой:

- Мачеха? Я? Разве так может быть при живой матери, Кирюша? Занять вакантное место жены Георгия Ивановича я бы, возможно, и не отказалась, но он мне ничего подобного не предлагал, а я не напрашивалась. Ты зря, Кирюша, осерчал. Или я тебе так сильно не понравилась?

Сначала меня в жар шибануло. Пригляделся - смотрит она на меня вполне дружелюбно, без подначки, а глаза синие-синие и здоровенные, ну-у фары, а не глаза. Даже не могу высказать, какое ощущение испытывал я, стоя на улице перед отцом и этой... Но надо же было как-то реагировать, чтобы не подумала: "Вот придурок!" И я сказал: "Наоборот, ты мне жутко понравилась. Пожалуй..."

- ...не стоит уступать старику?! - закончил за меня отец, переиначив, конечно, то, что я собирался сказать. Он хмыкнул и, как тысячу лет назад, еще до школы, протянул мне согнутый мизинец: - Мир?

- Миришь, миришь, миришь и больше не дерись! - запела Люся.

А я зацепился мизинцем за папин палец, как полагалось по законам детского сада.

Эта встреча заставила меня серьезно задуматься - что же такое дружба, товарищество, любовь и так далее, то есть отношения людей. Пока я хочу изложить предварительные (?) соображения. Где-то я слышал, а скорее, читал: дружба любви не помеха - одна у них сила и вера одна... Может, считать так правильно, но, может, не совсем...

Начну с дружбы.

Первоначально люди знакомятся, сталкиваются, сходятся чаще всего совершенно случайно. Пример: с Олей меня свел детский сад, мы оказались в одной группе, потом попали на соседние кровати. У нее был шкафик с зайцем, а мой - с грибочком, и тоже рядом. Другой пример: Леха попал в нашу школу и в наш класс потому, что его выперли из старой школы. Но могли бы и не выпереть - при другом раскладе событий (об этом я писал уже раньше).

Мне было интересно узнать, как познакомились мои родители. Я не раз приставал к матери и у отца тоже спрашивал. Результат - две версии.

Если принять мамину версию, она увидела отца в доме общих знакомых (?). В тот вечер ей нездоровилось, а на улице лупил дикий дождь. Возникла проблема, как добираться до дому. Ехать надо было через весь город.

"И вдруг твой будущий отец говорит: "Если вы позволите, минут через двадцать вам будет подана машина". Я, понятно, обрадовалась и согласилась. Он сразу ушел и пропадавал почти час. Вернувшись, сказал: "Извините, задержка получилась, непредвиденные обстоятельства. Колеса у крыльца". Мы распрощались с хозяевами, вышли на улицу, и... я чуть в обморок не грохнулась: перед подъездом стоял и громко фыркал здоровеннейший самосвал..."

Версия отца звучала иначе. Возвращался он со смены - полдня возил щебенку, дождь лупил сумасшедший, по асфальтовому покрытию аж пузыри прыгали. И увидал одинокую фигуру под зонтиком, в плаще из болоньи... Такая из себя несчастная, а точнее - "бездомно-потерявшаяся" (это его выражение). Ну, тормознул отец свой самосвал, распахнул дверку и крикнул: "Давай сюда!" Вместо того, чтобы ехать в гараж, притаранил мать к дому, где она тогда жила. А по дороге еще сообразил: девица заболевает. "От нее жар пер, все равно как от работающего двигателя". Довез и затащил на четвертый этаж.

И тут начинается самое смешное! Отец говорит: "Затащил, раздел, уложил в постель и уехал..." А мать шумит: "Не сочиняй! Ты меня до двери только проводил..."

Но все равно каждому, я думаю, ясно: и начало любовных отношений бывает тоже случайным.

А дальше - после самого знакомства - все зависит, я думаю, от: 1) Обстоятельств. Они могут помогать, а могут и препятствовать сближению. 2) Сходства или несходства, характеров. 3) И чего-то такого, что не имеет точного названия. Условно можно это что-то назвать "примагничиванием".

Если три причины оказываются благоприятными, люди сближаются, между ними возникает дружба. Большая или меньшая. Это зависит от того,

много ли общего у них, достаточно ли им интересно вместе и так далее.

Говорят, друзья познаются в беде. Это утверждение очень сомнительное. Если человек - человек, а не скотина, он и вовсе незнакомому посочувствует, когда у того несчастье или горе. Друзья, мне кажется, скорее узнаются в радости. Как так? Совсем просто: радоваться чужому успеху и не завидовать может только настоящий друг, близкая душа.

Например, Леху я не могу считать своим близким другом. У нас совсем разное отношение к другим людям, вообще к жизни. Леха считает, что есть люди полезные (для него), есть никакие, а еще вредные (капитан Смирнов, допустим). Мне кажется, в его глазах я не вредный, хотя, конечно, и не полезный. Почему же все-таки мы и встречаемся, и проводим вместе время, и кое-чем делимся? Скажу о себе: скорее всего, из любопытства (с моей стороны), а еще - мне часто бывает Леху жалко...

А если посмотреть на мои отношения с Олей, тут ясно: на первом плане привычка - с детского садика существуем рядом - и очень сильная "примагничность". Когда я в малышах ходил, во втором, в третьем классе, мог запросто и Вальке Сажиной и Гале Дамановой порцию отвесить, а Олю никогда не обижал. Рука как-то не поднималась. Раньше нас часто дразнили - жених и невеста, потом стали намекать на любовь. Может быть, и любовь, но точно я пока не знаю.

С Димкой Аверкиным мы в чистом виде товарищи, до дружбы у нас никогда не дойдет. Он ничего на свете, кроме радиодеталей и электронных схем, не видит и, главное, не хочет видеть. Фанат! Наверное, это хорошо - такая преданность своему делу, но его другом может стать только такой же фанат. Они уж будут понимать друг друга с полуслова. Это точно.

Мне трудно было бы ответить на вопрос, какими я вижу людей - хорошими или плохими? В одних - хорошего больше, в других - меньше. Все мы, вроде, из винегрета изготовлены: того, другого, третьего намешано. Чтобы кто-то из сплошной "хорошести" состоял - такого не могу представить. Если только отец...

Но о нем писать мне не хочется - в таком плане. Когда человека сильно любишь, это лучше держать при себе, а не звонить на весь свет. Прозвонить недолго... Так что молчу.

29. Этот день был очень даже замечательным! Можно назвать его днем примирения. Но я не стану спешить, а расскажу все по порядку.

Утром пошел в булочную. На душе оркестр: в школу не надо - воскресенье, теплотища! Иду, тихонечко, принохиваюсь: ей-богу, весна! Небо высокое, чистое, блестит. Голубизна наверху невозможная. Торопиться мне не надо, иду прокручиваю разные мысли в голове.

Недавно капитан Смирнов подкинул такую подлянку: "Ты,- говорит,- мужик сознательный, имеешь правильные установки и мог бы вполне нам помочь в борьбе с разными Бибками, Лапками и прочей чешуей... Иначе эта плесень поползет и ой-ой-ой сколько приличных людей подпортит". Для убедительности подбрасывает идейку: Бибка, мол, не просто так мной заинтересовалась, ее подучили... И тут прицел дальний - на отца: он же туда-сюда через границу ездит...

Все, наверное, правильно капитан по полочкам разложил. Но помогать ему... Нет, не по душе мне такое занятие. И данных подходящих нет: Кирилл Георгиевич Каретников - первостатейное трепло, а Смирнову для сотрудничества нужны скрытные, сдержанные личности. Так и скажу ему, когда опять позовет "на беседу"...

Вот приблизительно до этого места я успел додумать, а дальше все в голове пошло кувырком.

Гляжу, собачка. Чапает мне навстречу. Пуделек. Маленький, коричневый, вроде каракулевый. А ножки - пружинки: трап-трап-трап! Если вы не мечтали про собаку, не поймете - с ума сойти можно от такого собачкевича. И кого это красавчик на новеньком красном поводке тащит? Олю! Про все наши разногласия и ее обиды на меня я, сами понимаете, забываю.

- Кто это, Оля? Да, позабыл, извини. Здравствуй... Откуда парнишка?..

- Подарили. Его зовут Лорд. У него паспорт есть.

И Оля начинает рассказывать целую историю. Как она "просила собачку начиная с пяти лет, как не соглашались родители, как они рассуждали: живая душа в доме - хорошо, но..., а Оля все на своем стояла: хочу собачку. Капля камень точит: незадолго до смерти отец "почти согласился". И теперь, когда Олин папа умер, мама посчитала своим долгом исполнить его последнюю волю.

Вы замечали, как плохо выглядят дома после зимы? Вроде невыспавшиеся стоят, и стены в подтеках, и окна тусклые, вроде и стекол в них нет. А рядом черные ветки деревьев. Все это я вижу как бы между прочим, а мысль об одном: никогда у меня никакой собаки не будет. Я тоже просил, но мама сказала, как отрубил: или собака в доме, или она. Выбирай! Мама собак не любит, всех вообще... и боится.

Мне очень хотелось погладить каракулевую шерстку и подержать в руках красный поводок, но не просить же... Да и мало ли чего человеку хочется.

Только Оля - это Оля!

- Попробуй, как он тянет,- говорит она и передает мне поводок.- Чувствуешь? Такой маленький, а тащит, как трактор...

Так мы и шли втроем: Лордик, Оля и я. Он правда тянул здорово, даже удивительно - откуда такая силища?

И мы все шли, шли и шли... Я даже не знаю, сколько времени.

На этом рукопись Вундеркинда обрывается.

Дочитал, вздохнул с горечью и спросил себя: "Что же теперь делать? Проще всего сообщить в нескольких давно примелькавшихся некроложных словах о внезапной или скоропостижной кончине Кирилла и с тем идти в издательство хлопотать и доказывать..."



После уроков Кирилл задержался в школе: играл с ребятами из девятого в настольный теннис. Старшие его не гнали - он здорово играл, особенно клево подачу делал.

Домой вернулся, очевидно, часа в четыре или в начале пятого. Провернул фарш. Убрал квартиру пылесосом.

Делал уроки.

На черновике с решением задач по алгебре нарисовал фигурки веселых чертей, с толстыми задами и хвостами-завитушками.

Читал "Мифы Древней Греции". Закладка осталась на сто пятидесятой странице. Простым карандашом отчеркнуты несколько строчек. Надо полагать, эти строчки так и останутся загадкой Вундеркинда - о чем думал, почему задержался именно на этих словах, теперь уже не узнать. "Люди и боги везде прославляли героя. Но чем больше они говорили о нем, тем сильнее завидовал ему Еврисей... И он окончательно решил известить Геракла непосильной работой".

На полях рукой Кирилла: "Зависть! Вот-вот!"

Около восьми вечера Кирилл вышел из дома.

Проследить за его дальнейшими шагами мне едва ли удалось бы без добросовестной и заинтересованной помощи капитана милиции Никиты Васильевича Смирнова. Спасибо ему.

Вот что он сказал:

- Каретникова я запомнил сразу. В нем личность просматривалась и характер. Мне надо было выяснить такую подробность: кто промышлял порнографическими картинками - Волюнов Алексей или его дружок по прозвищу Сашка Лапочка. Предъявляю Каретникову вещественные доказательства, а он, глазом не моргнув, заявляет: "И вам не стыдно, капитан? Несовершеннолетнему такое показывать?" Честно, смутил меня Кирюха, хотя я был уверен - он эти картинки и раньше видел. Но держался принципа: товарищей не подводить.

Я тогда подумал: кем же считать Каретникова! Противником? Смешно! Мы не с такими воюем, мы за них должны драться. Да-а, другие приходят, уходят и забываются, а Каретников - нет.

С помощью капитана Смирнова я узнал: в семь с минутами Кирилл спускался по эскалатору в метро. Несколько раньше по этому же эскалатору сбегала Берта Асиновская. Ее преследовал пожилой, довольно грузный мужчина - Август Вацлавович Асиновский. Разгневан был Бебкин отец крайне.

На платформе разгорелась шумная ссора между дочерью и отцом. И даже когда, выкрикивая грозные ругательства, бурно жестикулируя, седой человек дважды ударил девочку по лицу, никто не вмешался.

Установлено: между отцом и дочерью неожиданно возник Каретников. Кирилл пытался, по меньшей мере, загородить БERTУ собой. Это возбудило ее отца еще больше.

- Не смейте вмешиваться, молодой человек! - заорал он.- Это моя дочь!

- Какая разница, чья она дочь? Порядочный человек собаку не ударит! - крикнул в ответ Каретников.

Наблюдавшая за скандалом публика не попыталась вступить. Правда, кое-кто подавал реплики: "Вот они пошли какие нынче, деточки!.." или "Двое дерутся, третий на встревай". Но дальше такого рода комментария никто не продвинулся.

Загрел поезд в туннеле. Тут возникла небольшая суматоха: наблюдавшие перепалку подвинулись к самому краю платформы и теперь, когда заслышали поезд, отхлынули назад.

Каретникова сильно толкнули, он ударился о еще не полностью затормозивший вагон, потерял равновесие и упал на платформу.

В двадцать часов сорок шесть минут на место происшествия прибыла бригада "скорой помощи".

По пути в больницу Кирилл Каретников, не придя в сознание, скончался.

Так это было.

Я разыскал самую первую учительницу Кирилла. Она уже знала о несчастье. И в конце нашего долгого разговора сказала: "Этого светлого мальчика я любила и продолжаю любить, хотя вовсе не считаю его таким уж безгрешным ангелочком. Он был настоящим. И я буду любить нашего Вундеркинда всегда. В этом нет никакой мистики: надо верить в бессмертие добра и справедливости, передающихся от человека к людям. Иначе для чего мы все здесь?.."

1984-1990 гг.

Тогда, сразу после несчастья, опубликовать написанное Каретниковым мне не удалось. Собственно, не мне, а тем, кто выпускает книги, а я править, менять что-то в рукописи категорически отказывался.

Сегодня очень многое в нашей жизни изменилось. Конечно, сам Каретников и оценил бы и изобразил это многое иначе. Но человека нет, и никто не смеет, по моим понятиям, думать за него, тем более публично...

Перечитывая текст Каретникова, я снова и снова думал, что такого парня невозможно не любить. Он был настоящим, а ведь это в человеке и есть главное. Хочу верить - новые редакторы поймут это, согласятся и напечатают рукопись настоящего парня такой, какая она есть. 

P.S. Завершена публикация повести А.М. Маркуши "Буду любить всегда". К огорчению Анатолия Марковича гранки пролежали несколько лет после того, как из-за общего кризиса детского и юношеского книгоиздания их сняли с печати. Тем не менее, еще одно произведение Анатолия Марковича увидело свет, став сто восьмым по счету. Общий тираж книг А.М. Маркуши, изданных на 19 языках, давно перевалил за 15 млн экземпляров. Книги продолжают жить, воспитывать молодежь и звать ее в авиацию. В этом году при поддержке губернатора Вологодской области Вячеславу Подгалеву была переиздана прекрасная книга "Я летчик". В Жуковском подготовлен к изданию сборник рассказов "По до-

роге к небу", к его "продвижению" в печать подключился летчик-испытатель Герой России А.Ю. Гарнаев.

"Вам - взлет", "Дайте курс", "Первым делом самолеты", "От винта", "100 лет как один день" - эти книги с согласия Ирины Ефимовны Маркуши выложены в интернете (большую работу для своих курсантов-парапланеристов и всех стремящихся в небо юношей и девушек проделал Вадим Тюшин). Перечитайте эти прекрасные произведения на сайте www.firststep.ru

Надеемся, что найдутся энтузиасты, которые помогут сделать подарок всем любителям авиации: переиздать книги прекрасного Человека, летчика-испытателя, писателя Анатолия Маркуши. 

Станочный цех в коробке

«UNIMAT 1» - это модульные наборы производства австрийской фирмы «The Cool Tool», позволяющие самостоятельно собирать различные настольные станки для обработки дерева, пластмасс и цветных металлов с точностью до 0,1 мм.

Благодаря запатентованным соединительным элементам можно превратить один станок в другой за время от 30 секунд до 5 минут.

Высокая безопасность позволяет использовать станки даже детям от 8 лет, а полноценная функциональность дает возможность реальной работы для профессионалов - макетчиков, моделистов, ювелиров и т. д.

Размеры станков не превышают листа бумаги формата А4 - длина станины 270 мм

Фирменная гарантия на оборудование «UNIMAT 1», поддерживаемая и в России - 5 лет.



Исключительным правом продажи оборудования «UNIMAT 1» на территории России обладает компания «Малозабаритные станки»: Москва, Нахимовский проспект, 24, выставочный комплекс «Экспострой», зал 1, ряд 14, стенд 35. Тел.: (495) 410-0941, 718-6790. E-mail: info@cooltool.ru; http://www.cooltool.ru

ВРАЩАЕМ КВАДРАТНОЕ

Сергей Анатольевич Удинцев

Точить на токарном станке круглые детали разной формы - занятие хотя и интересное, но довольно тривиальное. Оказывается, что для изготовления кубика не обязательно нужен фрезерный станок, можно обойтись и токарным. Для этого достанем из коробки модули и соберем токарный станок Unimat 1. Нам потребуется дополнительно 4-кулачковый патрон Unimat 1 артикул 162050 и ножовка (или ножовочное полотно) по металлу. Заготовка - алюминиевый стержень $\varnothing 12$ мм (стержень может быть другого диаметра, но, желательно, в пределах 10...15 мм).

Перед работой нужно хорошо заточить резец (если он используется не первый раз) и отрегулировать его положение по высоте - режущая вершина должна точно совпадать с осью вращения заготовки. Необходимо также тщательно отрегулировать продольный и поперечный суппорты станка, добиваясь отсутствия люфтов и плавного перемещения.

Прежде всего, определим размеры кубика, который мы хотим получить. Упрощенно длину ребра куба можно вычислить по эмпирической формуле $L = 0,65D$, где L - длина ребра куба, D - диаметр стержня. Полученный результат можно арифметически округлить до целых миллиметров.

Сначала вручную отрезаем от алюминиевого стержня заготовку длиной $L_1 = 0,65D + 13$ мм. Эту заготовку закрепляем в 3-кулачковый патрон токарного станка и обрабатываем торец, делая его плоским - торцуем (рис. 1). Торцевание заключается в поперечной подаче резца от внешней поверхности заготовки к ее центру. Мы рекомендуем снимать за один проход 0,2 мм длины

заготовки. Вот и получилась первая грань кубика. Затем ножовкой или ножовочным полотном отрезаем вращающуюся в станке заготовку длиной $L_2 = 0,65D + 2$ мм (рис. 2). Отрезанную заготовку закрепляем в патроне так, чтобы обработанный торец (первая грань) был обращен к патрону. Торцуем заготовку до длины L . Отсчет ведем по маховичку продольной подачи от момента касания резцом цилиндрической поверхности заготовки. Для удобства отсчета на шкале маховичка можно делать контрольные риски простым карандашом (но не забывать стирать их после каждой операции). Обработанные торцы образуют две грани будущего куба.

Для дальнейшего изготовления куба потребуется 4-кулачковый патрон. Закрепляем заготовку в патроне, стараясь, чтобы оси симметрии заготовки совпадали с вершинами кулачков (рис. 3). Торцуем заготовку на расстояние $(D - L)/2$. Так образуется третья грань куба (рис. 4).

Далее переворачиваем заготовку обработанной гранью к патрону. Для обеспечения параллельности граней между заготовкой и патроном можно поместить вороток для 3-кулачкового патрона (рис. 5). Снова торцуем заготовку на расстояние $(D - L)/2$ и получаем четвертую грань.

После этого закрепляем заготовку за четыре плоские грани и торцуем цилиндрическую поверхность на расстояние $(D - L)/2$, переворачиваем заготовку и то же самое проделываем с другой стороны.

Вполне вероятно, что в результате получится симпатичный алюминиевый кубик (рис. 6). Как нарисовать точки на его гранях, чтобы он стал игровой костью - тема для отдельного разговора.



Рис. 1



Рис. 2



Рис. 3



Рис. 4



Рис. 5



Рис. 6

ФОРУМ ОРГАНИЗУЕТСЯ ПРИ ПОДДЕРЖКЕ



Правительства
Российской Федерации



Правительства
Москвы

ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ
МЕНЯЮТ МИР

VT XXI
2007

23-26 апреля 2007 г.

Москва,
ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»

www.VT21.ru



МОСКВА - 2007

VIII Международный форум
**ВЫСОКИЕ
ТЕХНОЛОГИИ**
HIGH
TECHNOLOGY OF **XXI**
ВЕКА

МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА «VT XXI-2007»

Специализированные салоны:

- «Нанотехнологии»
- «Hi-Tech-Наука»
- «Hi-Tech-Медицина»
- «IT-технологии»
- «Наукоград»
- «Технопарк»
- «Криогенные технологии»
- «Высокотехнологичные товары народного потребления»
- «Композиционные материалы и сплавы»

Специализированные выставки:

- 2-я Международная выставка «Океан-2007»
- 1-я Международная выставка «Сертификация и технические регламенты-2007»
- 1-я Международная выставка «Энергия-2007»

ДЕЛОВАЯ ПРОГРАММА:

- Международная конференция
- Конкурсная программа
- Бизнес-клуб
- Презентации

Организаторы:

Министерство промышленности и энергетики РФ
Департамент науки и промышленной политики города Москвы
ЗАО «Экспоцентр»



По вопросу участия в мероприятиях Форума обращайтесь:
ООО «ЭКСПО-ЭКОС»

117209, Москва, ул. Зюбинская, д. 6, корп. 2
Тел.: (495) 332-3595, 331-0501, 331-2333. Факс: (495) 331-0511, 331-0900
E-mail: vt21@vt21.ru; arena@vt21.ru. <http://www.vt21.ru>; www.expococos.com

Spice UP Hole Making

HIGH
PRODUCTIVITY
TOOL

HIGH
PRODUCTIVITY
TOOL

Unbeatable
>3 μ Indexing
Repeatability for
H7 Accuracy



15.7 mm 15.8 mm 15.9 mm

CHAMDRILL / JET

STANDARD DRILLS

in increments of
0.1 mm
13.2 - 25.9 mm



16 mm H7

BAYOTREAM

SPECIALLY TAILORED

to any dimension
ranging from
13.5 - 26 mm

**JET COOLED
DRILLING**



**JET COOLED
REAMING**



DUAL SYSTEM FOR HOLE MAKING

Member IMC Group
ISENF

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

Sodick

Все остальное -
прошлый век!

Линейные ЭИ станки

Сверхточные и ультрамоментные
прямые линейные сервоприводы
+ керамическая рабочая зона
+ 3D CAD/CAM в современных
электроискровых (электроэрозионных)
станках от пионера и лидера
нанотехнологий в металлообработке

Самые покупаемые
в мире ЭИ станки!

