

# Двигатель

Научно-технический журнал № 5 (35) 2004



У российских производителей двигателей есть шанс добиться успеха и при этом остаться российскими компаниями



## Редакционный совет

**Аршавский А.Л.,**

гл. конструктор НПП "ЭГА"

**Бондин Ю.Н.,**

ген. директор ГП "НПК газотурбостроения  
"Зоря"-Машпроект", Николаев

**Губертов А.М.,**

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

**Данилов О.М.,**

ген. директор ЗАО "Центральная компания  
МФПГ "БелРусАвто", Москва

**Дическул М.Д.,**

пред. совета директоров ОАО "Пермский  
моторный завод" и "Авиадвигатель"

**Жарнов В.М.,**

ген. конструктор ПО "Минский моторный завод"

**Иноземцев А.А.,**

ген. директор - ген. конструктор  
ОАО "Авиадвигатель", Пермь

**Каблов Е.Н.,**

ген. директор ГНЦ ВИАМ, член-корр. РАН

**Каторгин Б.И.,**

ген. конструктор, ген. директор 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", Тольятти

**Крымов В.В.,**

зам. ген. директора ФГУП "ММПП "Салют"  
по науке

**Кутенев В.Ф.,**

зам. ген. директора ГНЦ НАМИ по  
внешнеэкономическим связям

**Муравченко Ф.М.,**

ген. конструктор МКБ "Прогресс", Запорожье

**Новиков А.С.,**

ген. директор ММП им. В.В. Чернышева

**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

**Тресвятский С.Н.,**

ген. конструктор СНТК им. Н.Д. Кузнецова,  
Самара

**Троицкий Н.И.,**

директор НИИ двигателей

**Фаворский О.Н.,**

академик, член президиума РАН

**Чепкин В.М.,**

первый зам. ген. директора НПО "Сатурн"

**Черваков В.В.,**

декан факультета авиадвигателей МАИ

**Чуйко В.М.,**

президент Ассоциации "Союз авиационного  
двигателестроения"

## РЕДАКЦИЯ

### Главный редактор

Александр Бажанов

### Заместитель главного редактора

Дмитрий Боев

### Ответственный секретарь

Александр Медведь

### Финансовый директор

Дмитрий Чекин

### Редакторы:

Александр Гомберг, Андрей Касьян,  
Валентин Шерстянников

### Литературный редактор

Лидия Рождественская

### Художественный редактор

Александр Медведь

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

Александра Бажанова,

Дмитрия Боева,

Александра Медведя

### Адрес редакции журнала "Двигатель":

111116, Россия, Москва,

ул. Авиамоторная, 2

Тел.: (095) 362-3925

Факс: (095) 362-3925

engine@zebra.ru

www.engines.da.ru

www.engine.avias.com

www.dvigately.ru

### УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ

ООО "Редакция журнала "Двигатели" ©

генеральный директор Д.А. Боев

зам. ген. директора А.И. Бажанов

.....  
Рукописи не рецензируются  
и не возвращаются.

Редакция не несет ответственности  
за достоверность информации  
в публикуемых материалах. Мнение  
редакции не всегда  
совпадает с мнением авторов  
Перепечатка опубликованных  
материалов без письменного  
согласия редакции не допускается.  
Ссылка на журнал при перепечатке  
обязательна.

.....  
Научно-технический журнал "Двигатель"  
зарегистрирован в  
Государственном Комитете РФ по печати  
Per. № 018414 от 11.01.1999 г.

Отпечатано

ЗАО "Фабрика Офсетной Печати"  
Москва

Тираж 5000 экз.

Периодичность: 6 выпусков в год.

Цена свободная





# СОДЕРЖАНИЕ

## **2. Производство автомобильных двигателей в России: инвестиционная волистика в области инноваций**

И. Данилов

## **4. "Мотор Шоу-2004"**

А. Бажанов

## **6. "Гидроавиасалон -2004"**

Д. Боев

## **7. Информация**

## **8. Проблема управления материальными активами в контексте жизненного цикла изделия**

П. Голдовский, А. Краснухин

## **9. Любое производство начинается с мелкой серии**

## **10. "Точки роста" НПО "Сатурн"**

## **15. Информация**

## **16. Научно-технический семинар "Технологии изготовления компонентов авиадвигателей"**

## **17. Держим марку**

Д. Сергеев

## **18. Бесконтактная электростатическая диагностика газотурбинных двигателей**

А. Божков, А. Ватажин, Д. Голенцов

## **20. Цель жизни - строить моторы**

Л. Берне

## **24. Полигоны для скоростного транспорта будущего**

В. Смольский

## **26. Так начинались ЖРД и ракеты на жидком топливе**

А. Николаев

## **31. 75 лет НПО Энергомаш имени академика В.П. Глушко - лидеру ракетного двигателестроения**

В. Рахманин

## **34. Воспоминания о Байконуре или один день из жизни генерального**

А. Машевский

## **36. Небо - на всю жизнь. Интервью с В.И. Токаревым**

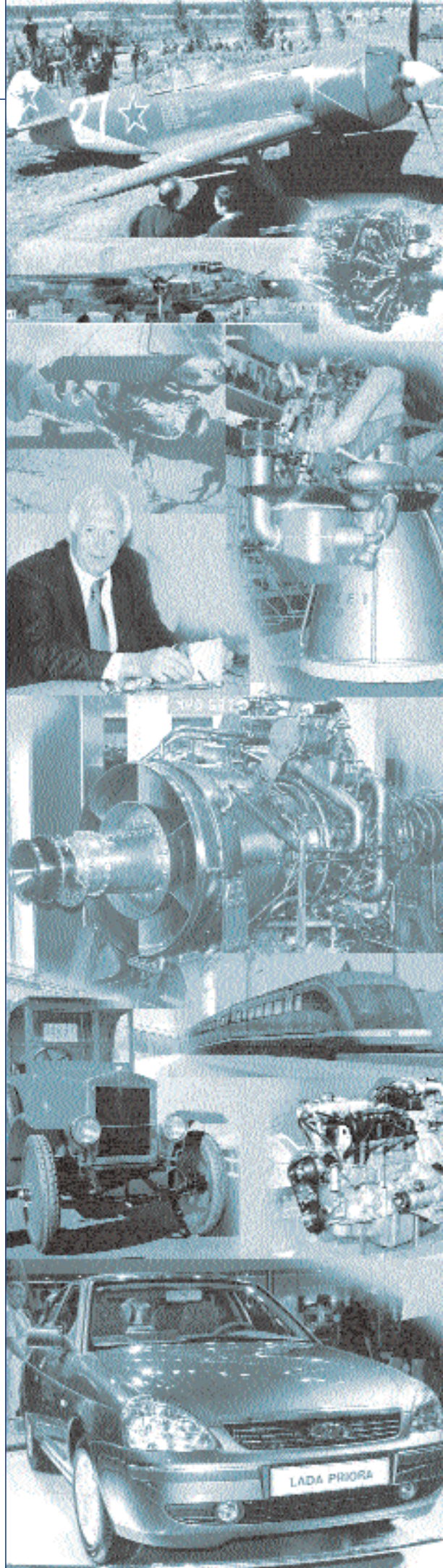
В. Чередник

## **38. Тепловой аккумулятор для солнечной энергодвигательной установки: новые решения**

А. Каревский, Ю. Кочетков, Ю. Ошев, С. Попов, А. Соловьев

## **40. Sodick - синоним успеха инструментального производства**

В. Андрианов, Д. Игнатенко





# ПРОИЗВОДСТВО АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ В РОССИИ: ИНВЕСТИЦИОННАЯ ПОЛИТИКА В ОБЛАСТИ ИННОВАЦИЙ

Игорь Данилов, директор проектов консультационной компании "ПАКК"

Сегодня российский автопром, а вместе с ним и производство двигателей, фактически находятся в процессе активной интеграции в мировую автомобильную отрасль, и все тренды, которые в ближайшее десятилетие будут определять развитие мирового автопрома, актуальны и для России. Поэтому прежде, чем говорить о том, какие варианты стратегии и тактики в области инвестиций в инновации могут и должны применяться на российских предприятиях, необходимо точно понимать, какие тренды действуют в отрасли в целом.

Уже сейчас можно смело говорить, что в ближайшие 10-15 лет ситуация в мировом автопроме будет определяться двумя противоположными трендами:

- борьба за покупателя будет требовать от автомобильных компаний все больших инвестиций в совершенствование автомобиля в целом и двигателей в частности;

- конечные цены на автомобили будут расти плавно, что значительно осложнит перенос инвестиций в инновации на стоимость конечной продукции - технологический уровень современных авто достаточно высок, и конечный потребитель не готов существенно переплачивать за дальнейшие усовершенствования.

Другая неприятная тенденция - относительное сокращение "веса" двигателя в стоимости автомобиля (по экспертным оценкам - на 16% в ближайшие 10 лет). Это означает, что двигателестроителям будет все труднее доказывать справедливость повышения цены на свой продукт, пусть даже и более инновационный.

Все эти мировые тенденции в скором времени ощутят на себе и российские производители. Однако для российских компаний и без того непростая ситуация будет осложняться необходимостью конкурировать с лидерами мирового автопрома. При этом производители двигателей будут вынуждены конкурировать даже не с европейскими, корейскими и американскими производителями двигателей, а с глобальными автомобилестроительными компаниями.



Дело в том, что иностранные заводы, выпускающие двигатели, организационно интегрированы в автомобильные компании. При возникновении потребности в крупных инвестиционных вложениях в их распоряжение предоставляются огромные финансовые ресурсы автомобильных компаний, что часто составляет не один миллиард долларов.

В России из трех заводов, занимающихся производством автомобильных двигателей (Волжские моторы, Заволжский моторный завод и моторный завод АвтоВАЗа), только один организационно объединен с автомобильной компанией и может рассчитывать на привлечение ее финансовых ресурсов - это АвтоВАЗ. Он готов инвестировать в свои двигатели, только его обороты составляют не десятки, а единицы миллиардов долларов, и доля инвестиционного потенциала для двигательного производства существенно ниже, чем у конкурентов. Остальные российские производители двигателей по ряду причин организационно не связаны с автомобильными компаниями и не могут рассчитывать на их помощь в финансировании новых разработок.

Очевидно, что в существующем организационном виде российские двигатели будут с трудом сдерживать конкурентное давление. Для того чтобы выжить в новых условиях, нашим предприятиям необходимо будет решить как минимум три важные задачи:

- выбрать оптимальное направление инвестиций;
- выбрать инструмент получения доступа к технологиям;
- обеспечить финансирование своих инвестиционных проектов.

Чтобы яснее представить себе рамки, в которых будет лежать выбор наших двигателестроительных компаний, вновь обратимся к мировой практике.

В зависимости от планируемых результатов компания по производству двигателей может выбрать одно из трех направлений инвестирования:

- совершенствование операций;
- совершенствование конструкторских решений;
- совершенствование технологии.

Каждое из этих направлений дает понятные конкурентные преимущества:

- инвестирование в операции позволяет повысить экономическую эффективность производства двигателей;
- инвестиции в конструкторские (инженерные) решения позволяют создать более конкурентоспособный по потребительским характеристикам продукт;
- инвестиции в технологию позволяют получить одновременно и экономические эффекты и эффекты, направленные на повышение потребительских свойств.

Если говорить о российских предприятиях, надо отметить еще один неочевидный эффект - инвестиции в технологию могут существ-



венно облегчить предприятию интеграцию в мировой автопром, создавая возможность кооперации с глобальным производителем двигателей по отдельным узлам.

Предположим, что российское предприятие, занимающееся производством двигателей, решает сконцентрироваться на улучшении технологии, скажем, чугунного литья. Это только 10 % стоимости двигателя, но соответствующие детали и узлы планируется делать на мировом (вполне достижимом) уровне. При относительно низкой стоимости электроэнергии и рабочей силы в России, одинаковое качество литья позволяет российскому предприятию эффективно конкурировать на мировом уровне. В случае успеха оно может лить чугун уже не для 200 тыс. двигателей, выпускаемых российскими заводами, а для двух-трех миллионов двигателей (условный размер незначительной доли рынка, скажем, в Европе и Азии). Это уже совсем иные финансовые результаты и совершенно иные возможности по инвестициям в инновации. Разумеется, успех такой стратегии не может быть гарантирован, но возможность такая есть.

Определив направления инвестиций, важно выбрать наиболее приемлемые для предприятия организационные формы обеспечения доступа к инновациям. В мировой практике можно выделить три пути получения инноваций:

- собственные разработки;
- покупка лицензий;
- создание совместных предприятий.

Собственные разработки могут дать компании уникальные конкурентные преимущества. Однако этот путь требует колоссальных организационных, интеллектуальных и финансовых усилий. Как ни горько признавать, в современных условиях его применение доступно только глобальным компаниям.



Второе возможное направление - покупка лицензий. Этот путь позволяет получить передовую технологию, сэкономить время и усилия. Пример Кореи показывает, что он также позволяет национальному автопрому сохранить лицо и остаться национальным даже после интеграции в мировую автомобильную промышленность.

Ведущие мировые лидеры в ряде случаев также охотно инвестируют необходимые нововведения через приобретение лицензий. Так, например, Peugeot и Citroen купили у Mitsubishi лицензию на разработанный ею двигатель с технологией прямого впрыска для Peugeot 406 и Citroen Xantia. Другой пример: Ford и Honda купили у Toyota прогрессивную технологию изготовления гибридного двигателя.

Третий инструмент получения доступа к технологиям - создание совместных предприятий (СП) с мировыми лидерами отрасли. СП позволяют компаниям получить относительно легкий доступ к технологиям, организационно-управленческому опыту и дополнительному финансированию, сохранив в автопроме национальную долю.

Наибольшее распространение в наши дни практика создания совместных предприятий получила в Китае. Однако, образуя СП с одной из глобальных компаний, предприятие из развивающейся (с точки зрения автопрома) страны необходимо иметь в виду, что оно будет выпускать чужие марки, и, следовательно, определяющее слово всегда будет оставаться за глобальным партнером.



Что же российский автопром? Крупнейший российский автомобильный производитель "АвтоВАЗ" идет по пути создания СП. Ожидаемые преимущества налицо - трансферт управленческого опыта, трансферт технологий, доступность финансирования. Казалось бы, о чем еще можно мечтать? Но вопрос в том, будет ли СП правообладателем марки, или же будет просто оказывать услуги по сборке, пусть даже и по расширенному набору операций. Будет ли глобальный партнер заинтересован в соблюдении интересов российской стороны, имея исключительную возможность их игнорировать?

При покупке лицензий в тактическом плане все обстоит значительно сложнее. Российскому предприятию приходится самостоятельно разбираться с проблемами финансирования, сохранения технологии и эффективного использования полученных конкурентных преимуществ. Вместе с тем, этот путь дает одно очень важное, возможно, критически важное преимущество - предприятие не теряет рычагов управления и де-факто остается российским. На наш взгляд, стратегически такой путь является предпочтительным, и даже единственно возможным с точки зрения сохранения российского автопрома.

Третий и самый острый вопрос, на который в ближайшее время необходимо будет найти ответ российским производителям автомобильных двигателей, - как финансировать инновации?

При создании СП с крупным западным партнером, разумеется, можно рассчитывать на его помощь в финансировании инноваций. Но что делать предприятиям, организационно обособленным даже от соответствующей российской автомобильной компании?

Поскольку для мировых лидеров, на которых теперь будет равняться российские производители, также достаточно остро стоит проблема финансирования инноваций, то интересно посмотреть, как действуют они. Нетрудно убедиться в том, что жесткая конкурентная ситуация заставляет глобальные компании объединяться для инвестиций, например, в проект разработки силовой системы (Powertrain) и, в частности, в конструкцию двигателя.

Мы могли наблюдать уже несколько подобных альянсов. Это, прежде всего, альянс Ford-Peugeot-Sitroen, объединивший инвестиционные усилия для создания двигателя Duratec, союз DaimlerChrysler и Hyundai, совместными усилиями создавших двигатель New Zeta, а также альянс непримиримых конкурентов - Ford и General Motors, - целью которого явилась разработка новой шестиступенчатой коробки передач.

Возможны ли такие альянсы в России? Могут ли совместные финансовые усилия российских производителей автомобильных двигателей позволить им покупку необходимых лицензий? Позволят ли существующая культура производства и уровень менеджмента сохранить полученные преимущества и эффективно использовать их для адаптации к изменившимся условиям?

Любой эксперт приведет Вам с десяток аргументов, почему это невозможно. Однако история великих компаний показывает, что безвыходных ситуаций не бывает. А значит, у российских автомобильных компаний и производителей двигателей все же есть шанс добиться успеха и при этом остаться собственными российскими компаниями. Важно только этот шанс вовремя разглядеть и грамотно использовать.

# "МОТОР ШОУ-2004"

**Александр Бажанов**

**25-29** августа 2004 года состоялась VIII Московская международная автомобильная выставка "Мотор Шоу-2004" (MIMS-2004). В этом году выставка собрала рекордное за всю ее историю число участников - 925 экспонентов из 38 стран мира. Российскую Федерацию представляли 584 участника из 65 городов страны. В течение пяти дней работы выставку смогли посетить около ста тысяч человек. В рамках выставки состоялась VI Международная конференция "Двигатели для российских автомобилей" и II Конгресс технологов автостроения. На выставке прошло несколько церемоний награждения, пресс-конференций и презентаций компаний-участников.

Организаторами выставки выступили ОАО "Автосельхозмаш-холдинг" (Москва) и компания ITE Group Plc. (Лондон) при поддержке Министерства промышленности и энергетики РФ, Правительства Москвы и содействии ЗАО "Экспоцентр".

На автомобильных экспозициях отечественных и иностранных участников было выставлено более 20 новых моделей автомобилей.

Прежде всего следует отметить легковой автомобиль "Лада-Приора", созданный на платформе ВАЗ-2110, но все-таки это новая машина. В качестве опции на новый автомобиль предусматривается устанавливать автоматическую КПП, навигационную систему и другие приборы, повышающие комфорт для водителя и пассажиров.

Следующая новинка от АвтоВАЗа - "Лада-112 купе". Хотя это трехдверная модификация ВАЗ-2112, но благодаря двигателю объемом 1,8 л получился псевдоспортивный автомобиль для активных и энергичных водителей. Максимальная скорость 200 км/ч, разгон до 100 км/ч выполняется за 10,5 с.

Был продемонстрирован прототип автомобиля "Лада-Силуэт". Это новый для АвтоВАЗа класс D, в котором после прекращения производства автомобилей на АЗЛК образовался "вакуум". Целью показа этого автомобиля является получение потребительской оценки новой модели завода.



GAZ-3106. Третье место в конкурсе "Полный привод" MIMS-2004" (первое место занял "Хаммер-Стретч", второе - Ауди А8)



Из Нижнего Новгорода привезли ГАЗ-31107. Это "Волга" 2005-го модельного года, олицетворяющая собой второй этап модернизации ГАЗ-31105. В дополнение к бесшкворневой подвеске, стабилизатору поперечной устойчивости, модернизированной КПП в модели существенно изменена задняя часть кузова, установлена пружинная задняя подвеска со стабилизатором поперечной устойчивости, запасное колесо опущено под пол кузова, изменен бензобак и др.

К сожалению, ни АвтоВАЗ, ни Заволжский моторный завод (основной поставщик для ГАЗа) своих двигателей отдельно от автомобилей не показали. Только ОАО "Волжские моторы" выставило три своих мотора, которые, однако, ничем от показанных в прошлом году не отличались.

Из грузовых машин хочется отметить впервые продемонстрированный седельный тягач КАМАЗ-65225, предназначенный для работы в составе автопоезда полной массой 59,3 т. Тягач оснащен турбодизелем КАМАЗ-740.50-360 мощностью 360 л.с., отве-



"Лада-Калина". Окончательный вариант модели. Производство начнется с ноября 2004 года

чающим требованиям "Евро-2" и позволяющим 59-тонному автопоезду развивать скорость 80 км/ч.

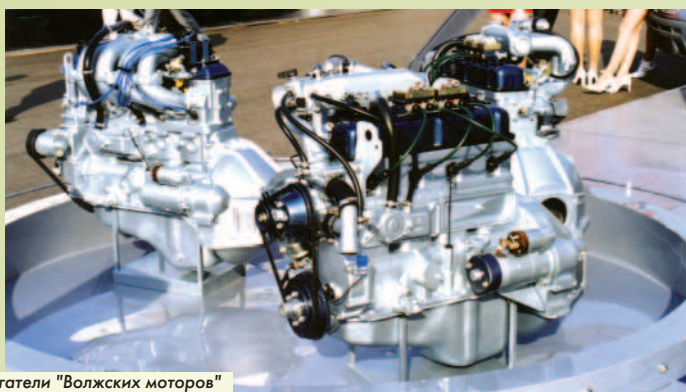
Очень привлекательно смотрелся бортовой автомобиль-тягач Урал-6363 полной массой 18 т, способный работать в составе автопоезда полной массой 40 т. На автомобиль могут устанавливаться двигатели ЯМЗ мощностью 300...400 л.с., которые удовлетворяют требованиям "Евро-2" и "Евро-3".

Можно удивляться, но почти во всех городских автобусах, разработанных в России и представленных на выставке, установлены зарубежные двигатели. Так, на первый российский городской сочлененный автобус компании "Русские автобусы" ЛиАЗ-6213 общей вместимостью 171 человек установлен 7-литровый двигатель Caterpillar мощностью 300 л.с. Этот же двигатель применен на прототипе особо большого городского трехосного автобуса ЛиАЗ-62XX общей вместимостью 155 человек. Даже на городской автобус малого класса ПА3-3227 конструкторы установили 4-литровый двигатель Caterpillar мощностью 140 л.с.



Из этого ряда "выпадает" городской газобаллонный автобус НеФАЗ-5299-20-21 общей вместимостью 82 человека. Особенностью автобуса является двигатель КАМАЗ-820-53-260 с турбонаддувом и промежуточным охлаждением воздуха, работающий на природном газе (метане). V-образный восьмицилиндровый двигатель с рабочим объемом 11,8 л и мощностью 260 л.с. не приспособлен для работы на жидких видах топлива; он оборудован электронной системой впрыска газа и обеспечивает выполнение требований "Евро-2". В задней части и под полом установлены 8 газовых баллонов общей емкостью 990 литров. Запас хода на одной заправке - 450 км. Кстати, этот автобус получил специальный приз за организацию серийного производства экологически чистого автобуса на альтернативном топливе.

Из двигателестроительных заводов, ориентированных на грузовые машины и автобусы, на выставке достойно были представлены дизели ЯМЗ и ММЗ. Причем они все обеспечивают выполнение требований "Евро-2" и "Евро-3".



Двигатели "Волжских моторов"

26 августа в течение одного дня проходила VI Международная конференция "Двигатели для российских автомобилей", организованная компанией ОАО "АСМ-холдинг". На конференции собрались ведущие специалисты автомобильного рынка.

Открыл Конференцию председатель Совета директоров ОАО "АСМ-холдинг" Александр Ковригин, а тон последующим выступлениям задал доклад Геннадия Корнилова, первого заместителя генерального директора по научной работе ГНЦ РФ ФГУП "НАМИ". По мнению докладчика, главным, ответственным за выполнение автомобилем экологических норм, был и остается двигатель. К основным мероприятиям, которые позволят бензиновым двигателям соответствовать нормам "Евро-2" и "Евро-3", были отнесены:

- установка системы управления газообменом, смесеобразованием и сгоранием с прецизионным контролем на переходных режимах и самодиагностикой;
- применение системы улавливания паров топлива;
- установка системы ускоренного прогрева;
- внедрение системы внешней и внутренней рециркуляции с механизмом регулирования фаз газораспределения;
- обеспечение рабочего процесса с быстрым сгоранием стехиометрических смесей и высоким уровнем разбавления отработавшими газами;
- организация непосредственного впрыска топлива в цилиндры;
- использование 4-клапанной камеры сгорания с контролируемым вихрем и регулируемой степенью сжатия;
- установка трехкомпонентной системы нейтрализации отработавших газов и системы теплоизолированного выпуска.

Но как бы ни старались конструкторы, решить все вопросы экологии без юридической поддержки невозможно.

Первоочередным нормативным актом в рамках разработки специального технического регламента "Требования безопасности к колесным транспортным средствам и их составным частям", станет постановление Правительства РФ "О повышении экологической безопасности автомобильной техники, вво-



На VI Международной конференции "Двигатели для российских автомобилей"

димой в эксплуатацию на территории РФ". Проектом постановления предусмотрено утверждение специального технического регламента и введение экологической классификации транспортных средств. В техническом регламенте устанавливаются экологические требования к моторным топливам, причем сроки поставок таких топлив на рынок синхронизированы со сроками начала производства автомобилей соответствующих классов.

В последующих выступлениях были подняты вопросы разработки газобаллонных автомобилей для последующего производства на ОАО "АвтоВАЗ" (Владимир Шашков), совершенствования характеристик двигателей большегрузных автомобилей ОАО "КАМАЗ" (Наил Гатауллин) и другие проблемы.

На следующий день, 27 августа, состоялся II Конгресс технологов автостроения. Конгресс был также организован компанией ОАО "АСМ-холдинг". После пленарного заседания началась работа четырех специализированных секций, посвященных заготовительному производству, системам обеспечения качества на основе международных стандартов, прогрессивным материалам и технологиям сборочного производства.

Проблемам внедрения новых технологических решений, обновления парка оборудования и переоснащения автомобильных производств была посвящена II Международная специализированная выставка "Автомобильные технологии и материалы" (АТиМ-2004), проходившая в павильоне № 6 одновременно с MIMS-2004 и органично вписавшаяся в ее программу.

Как всегда в ходе работы выставки были проведены пресс-конференции компаний-участников, среди которых ОАО "АвтоВАЗ", ОАО "ИжАвто". Традиционно в рамках выставки состоялся ряд конкурсов среди экспонентов в различных профильных номинациях.

В соответствии с программой мероприятий выставки "Мотор Шоу-2004" 21 и 22 августа 2004 г. на испытательном полигоне в городе Бронницы Московской области состоялись: выставка-конференция "Автомобильная техника двойного применения-2004" и очередной этап соревнований по трактреалу на кубок ГАБТУ МО РФ и ОАО "АСМ-холдинг". Выставка и соревнования были организованы 21 НИИИ Минобороны РФ, ГАБТУ Минобороны РФ и ОАО "АСМ-холдинг".

Хочется обратить внимание читателей на то, что IX Московская международная автомобильная выставка "Мотор Шоу-2005" состоится в период с 24 по 28 августа 2005 года на ВК ЗАО "Экспоцентр" на Красной Пресне.

Дело в том, что российские международные автомобильные салоны "Автосалон", аккредитованные Международной организацией производителей автомобилей OICA, начиная с 2006 года будут проводиться раз в два года по четным годам. Смена нечетных годов на четные произведена организаторами в соответствии с предложениями членов автомобильного Комитета европейского бизнес-клуба, представляющего интересы иностранных автомобильных производителей на российском рынке. При этом были приняты во внимание особенности официального календаря OICA и мнения членов Выставочного комитета OICA, позиционирующих свои автомобильные салоны относительно российского "Автосалона".



# ГИДРОАВИАСАЛОН 2004



## Дмитрий Боев

Традиционная международная выставка и научная конференция по гидроавиации "Гидроавиасалон-2004" прошла со 2 по 5 сентября 2004

года в Геленджике, на побережье Черного моря. В выставке приняли участие более 140 фирм и организаций из России, Украины, Литвы, Латвии, Германии, Италии, США, Великобритании.


В полете и на земле демонстрировалось более двух десятков летательных аппаратов. Особенный интерес, традиционно, вызывали полеты авиатехники, которую можно полноценно представлять только здесь: гидропланы, аппараты двух сред базирования. Это и работяга береговой охраны Бе-12, который в пожарном варианте "П" уже который год борется с результатами человеческого разгильдяйства - лесными пожарами; это и огромный "Альбатрос" А-40 (на третий день Салона он почему-то стал именоваться А-42), судьба которого быть морским спасателем на открытых и внутренних морях и океанах; это и новый пожарник и перевозчик - изящный гидролайнер Бе-200, это и элегантный как лимузин экстра-класса маленький Бе-103. И все это - птенцы одного гнезда - Таганрогского "ТАНТК им. Г.М. Бериева", испытательно-экспериментальная база которого, вместе с аэропортом "Геленджик" уже в пятый раз приютила Салон.

Особенностью пятого Гидроавиасалона являлась демонстрация серийной морской авиатехники при проведении совместных операций по поиску, спасению, мониторингу. И завершали каждый день показательных полетов пилотажные группы "Русские витязи" и "Стрижи". Их мощная и изумительно красивая полетная программа весьма эмоционально воспринималась зрителями.

На салоне летало два Бе-200. Третий, который тоже должен был быть здесь, занимался в это время основной работой этого самолета - гасил лесные пожары где-то на Аппенинах. Во время работы выставки на самолете-амфибии Бе-200 установлено 10 мировых рекордов в классах С-3 (самолеты-амфибии) и С-2

(гидросамолеты). Надо учесть, что на самолете-амфибии Бе-200 ранее уже установлено 24 мировых рекорда.

И самое удивительное (для нашего времени), что произошло на этом Салоне - открытие в Геленджике Центра климатических испытаний "Всероссийского научно-исследовательского института авиационных материалов". Это - полноценное научное отделение государственного научного центра, имеющее научные цели и вполне конкретные практические задачи. Вроде бы рядовое событие, но у нас выросло уже целое поколение, не представляющее, что можно создавать в Отечестве новое научное учреждение.

Во время работы "Гидроавиасалона-2004" прошли многочисленные переговоры и совместные встречи производителей с российскими и зарубежными потенциальными заказчиками. На них были достигнуты договоренности о дальнейшем совершенствовании конструкции самолета-амфибии Бе-103 по итогам его эксплуатации в США. Проведено совещание по вопросу сертификации двигателя Д-436ТП и вспомогательной силовой установки ТА-18-100 по нормам EASA для самолета-амфибии Бе-200. С делегацией бразильской фирмы MSA Group достигнуто соглашение о намерении поставить в Бразилию девять самолетов-амфибий Бе-103. Подписано лицензионное соглашение о производстве модернизированного самолета-амфибии Бе-103 между ТАНТК им. Г.М. Бериева и КНААПО. В целом "Гидроавиасалон-2004" ещё раз наглядно продемонстрировал высокий уровень отечественной гидроавиации. 



## О "ЛЕТАЮЩИХ ЛЕГЕНДАХ" В РОССИИ БЕЗ ЛЕГЕНД

История отечественной авиации по богатству и разнообразию летательных аппаратов, спроектированных и (если повезло) построенных, может свободно конкурировать с авиационной историей любой другой страны, включая США, Великобританию, Германию и Францию. Но характерным отличием весьма своеобразного отношения к, возможно, уникальным по своим качествам



Настоящая летающая легенда - Ла-7 И. Кожедуба - редчайший экземпляр, сохраненный монинским музеем

образцам техники является традиционно российский подход - "что имеем - не храним, потерявши плачем". Нет у нас, не выработалась еще традиция бережного сохранения выдающихся творений конструкторов, инженеров, рабочих. Увы.

Уцелели лишь островки памяти, подобные монинскому музею ВВС, где из-за отсутствия надлежащего финансирования тихо приходят в негодность и теряют "товарный вид" опытные и серийные "МиГи", "Сухи", "Туполевы" и другие образцы авиационной техники, когда-то составлявшие гордость отечественной авиации. Но даже здесь никто не

увидит более настоящий (не "новодел") истребитель Як-1, ЛаГГ-3, МиГ-3 или "Чайку", на которых советские пилоты встретили врага утром 22 июня 1941 г. Что уж тут говорить о самолетах союзников или бывших врагов; даже в Монино их невозможно встретить "живьем" (если не считать восстановленные "Кобру", "Бостон", да еще "Митчелл", но в совершенно дикой раскраске и непонятной комплектации).

Вот почему развернувшаяся прошедшим летом рекламная компания, обещавшая появление на монинском аэродроме летающих раритетов периода Второй мировой войны, не могла не вызвать интереса у всех тех, кто хоть немного интересуется нашей недавней историей. Лихо закрученный рекламный плакат с пилотом в шлемофоне на фоне американского "Киттихаука" приглашал посмотреть на многочисленные боевые самолеты, участвовавшие в тех кровавых сражениях. Закрыв глаза, каждый любитель мог помечтать: наверное, будет и печальной памяти "мессер", и английский "Спитфайр", и "Харрикейн", а может быть и абсолютно невиданные "японцы"... Наживка была закинута профессионально. "Приехал йог, индийский брамин... В программе - материализация духов и раздача слонов". Нас столько раз обводили вокруг пальца, подумаешь - еще раз...

В общем, организаторами шоу "Летающие легенды" все было сделано традиционно и без затей: наши "пилп схавают" все. Несмотря на то, что реально среди так называемых "самолетов Второй мировой войны"

только один серебристый "Митчелл" с красной надписью Red Bull и в самом деле имел прямое отношение к заявленной теме. Остальные самолеты, честно говоря, большого интереса не представляли. Даже в страшном сне, даже отчаянные советские кинорежиссеры никогда не пробовали выдавать всем известный "кукурузник" Ан-2 за бомбардировщик времен той войны. Ничего,



Бомбардировщик B-25 "Митчелл" в свое время состоял на вооружении Авиации дальнего действия

как уже было сказано, схаваете.

Вот так, усилиями безвестных финансистов от авиации дискредитируется благородная и светлая идея. Но небо само наказало их, обрушив на головы толпы трехдневный ливень. По слухам, финансовая часть идеи провалилась, как и собственно экспозиционная. Поделом.

Жаль только, что когда в следующий раз придут очередные торговцы "эксклюзивными инсталляциями" приглашать на "невероятное шоу", желающих будет куда меньше, чем в августе 2004-го. Единожды солгавши - кто тебе поверит?

Соб. инф.



Уже более 10 лет знакомая всем нам по организуемым в подмосковном Жуковском авиационным праздникам компания "Авиасалон" решила несколько расширить во времени область своей деятельности. В этом году на подмосковном аэродроме ЛИИ прошел первый Международный фестиваль пилотажных групп. Фестиваль посвятили памяти нашего легендарного пилота Валерия Чкалова.



Демонстрационную часть МАКСов - полеты - в этот раз превратили в самостоятельное мероприятие. Свое мастерство показывали "Русские Витязи", "Стрижи", знакомая нам по Авиасалону прошлого года итальянская команда "Фречче триколоре" (в которую органично вписался на эти полеты наш Магомет Толбоев) и два пилотажника из "Патруль де Франс". Несмотря на погоду, полеты как всегда были великолепны. Чрезвычайно интересной была и наземная часть: авиационная экспозиция не хуже, чем на "обычном" МАКСе, спортсмены-экстремалы на роликах, досках и маунт-байках, показательные выступления учебного центра общевоинской подготовки, открытый кубок по авиационным симуляторам. На слете молодых специалистов отрасли, включенном в программу Фестиваля, прошло награждение лучших из них. Конечно, погода всегда вносит коррективы: из трех дней фестиваля два были очень дождливые. Но что-то организаторы, наверное, могли бы сделать и сами, невзирая на погоду. Хотя бы развести по календарю фестиваль и монинское авиашоу. Их конкурентное проведение сильно повредило обоим мероприятиям.

По результату стало ясно, что идея вполне заслуживала воплощения. Сам принцип



одновременной демонстрации авиационной техники в небе и ряда мероприятий, инсталляций и спортивно-экстремальных шоу на земле вполне себя оправдывает. Сложилось впечатление, что в этом году в основном были обозначены направления, по которым будут развиваться будущие фестивали. Думаем, они приживутся и будут проходить регулярно.

Соб. инф.





# ПРОБЛЕМА УПРАВЛЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНЫМИ АКТИВАМИ В КОНТЕКСТЕ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ИЗДЕЛИЯ

ООО ГЕТНЕТ Консалтинг:

**Павел Голдовский, Александр Краснухин**

**В** настоящее время все большее внимание уделяется разработке подходов для решения задач управления жизненным циклом изделия не только на стадии разработки и производства, но и на этапе эксплуатации. Эта задача становится особенно актуальной для авиационных двигателей и наземных энергетических установок, созданных на их основе.

Задача не является абсолютно новой, но в рамках традиционного подхода к управлению активами предприятия она ограничивалась решением задач организации технического обслуживания, ремонта, снабжения и сбыта поставляемой продукции в отрыве от остальных стадий жизненного цикла. Вместе с тем, при эксплуатации основных фондов используется информация, накапливаемая практически на протяжении всего жизненного цикла продукции, включая, например, разработку компонентов, составляющих активы предприятия.

Конструкторская, эксплуатационная, экономическая и другие виды информации, имея различные представления, в то же время должны составлять согласованный, непротиворечивый комплекс с возможностью организации единого центра хранения и/или репликации. При этом тот факт, что исходная информация может по-

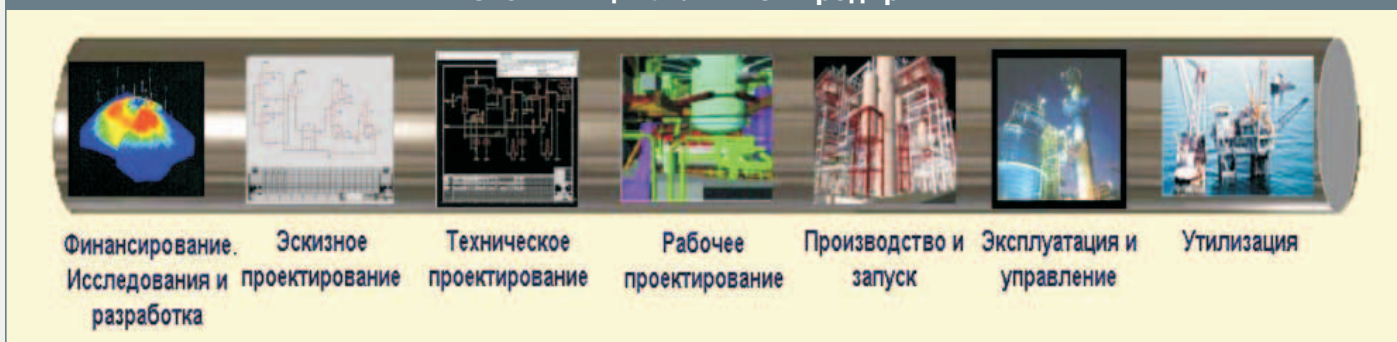
- производится модернизация существующих объектов;
- вводится автоматизация управления активами на существующих предприятиях;
- компания-владелец организует централизованный анализ, контроль и управление фондами дочерних предприятий;
- компания-владелец организует распределенный контроль и управление на географически распределенных объектах.

Для реализации любой из перечисленных задач может использоваться базовая и дополнительная функциональность SmarTeam.

Примеры базовой функциональности:

- конфигурируемая модель данных, доля описания объектов и их сущностей;
- средства обмена метаданными и документами как в пакетном, так и в интерактивном режиме;
- средства совместного управления проектами;
- управление бизнес-процессами (workflow);
- управление бизнес-процессами через Web;
- средства цифрового обмена объектно-ориентированными данными;

## Жизненный цикл активов предприятия



лучаться из различных источников и обрабатываться системами различных типов, не должен служить препятствием для обеспечения ее согласованности и взаимоувязанности.

Именно такую функциональность обеспечивают современные системы, реализующие концепцию ALM (Asset Lifecycle Management - Управление жизненным циклом активов). Аббревиатура концепции ALM созвучна широко распространенной в современном мире концепции PLM (Product Lifecycle Management - Управление жизненным циклом продукции). Дело в том, что обе концепции используют одни и те же инструментальные средства, похожую функциональность и могут существовать совместно, составляя при этом единую систему PLM/ALM. Рисунок иллюстрирует жизненный цикл активов предприятия.

### Решение задач ALM с помощью системы SmarTeam

Система SmarTeam предоставляет одно из самых мощных и распространенных в мире решений по обеспечению ALM/PLM на любых стадиях жизненного цикла.

При этом обеспечивается контроль и управление активами в различных ситуациях. Примерами таких ситуаций могут служить следующие:

- компания-владелец проектирует и строит новый объект. Для выполнения этой задачи привлекается одна или несколько компаний-исполнителей;

- конфигурируемая модель данных для управления знаниями;
- средства обмена данными с предприятиями, не использующими систему SmarTeam;
- поддержка XML технологий;
- средства синхронной и асинхронной интеграции приложений (API и XML);
- средства организации работы географически распределенных предприятий;
- поддержка Web-центрической архитектуры;
- организация Web-порталов.

Подробнее с архитектурой и возможностями SmarTeam можно ознакомиться на сайте [www.smarteam.ru](http://www.smarteam.ru)

Применение системы SmarTeam позволяет унифицировать средства доступа и управления к данным на всех стадиях жизненного цикла от формирования облика изделия на стадии разработки концепции до управления конструкторской, технологической, эксплуатационной информацией. При этом на разных стадиях поддерживается та спецификация (описание) изделия, которая отвечает текущим требованиям, и обеспечивается поддержка актуального состояния спецификации изделия в течение длительного времени эксплуатации. **П**

**ООО ГЕТНЕТ Консалтинг**  
**Тел.: (095) 995-2500**  
**E-mail: [contact@hetnet.ru](mailto:contact@hetnet.ru)**



# ЛЮБОЕ ПРОИЗВОДСТВО НАЧИНАЕТСЯ С МЕЛКОЙ СЕРИИ



Известно, что большинство деталей в силовых агрегатах - это тела вращения. И для их изготовления наилучшим образом подходит токарная обработка. На предприятиях двигателестроения обрабатывается немало деталей, изготовление которых не требует организации массового производства. Соответственно, должно использоваться оборудование с возможностью максимально быстрой переналадки.

К такому оборудованию относится универсальный токарный станок с ЧПУ MASTURN. Модельный ряд станков включает четыре типоразмера: MASTURN 32, 54, 70, 110 CNC - от самого маленького с рабочим диаметром над станиной 320 мм до большого с рабочим диаметром над станиной 1100 мм. В зависимости от специфики производства станки могут оснащаться быстросменным держателем MULTIFIX (при этом можно добиться максимального расширения рабочей зоны и возможностью оперирования инструментом под нестандартными углами) или автоматическими револьверными головками DUPLOMATIC с приводным, или фиксированным инструментом.

Оптимальное сочетание цены, функциональности и качества делает эти станки незаменимыми в штучном, мелкосерийном и инструментальном производстве. Обработка сложных по форме токарных деталей в сочетании с применением фрезерного инструмента позволяет совместить токарные и фрезерные операции за один установ детали. Это позволяет значительно сократить количество операционных переходов, повышает точность изготовления деталей и снижает себестоимость продукции.

Все эти преимущества оценили на таких предприятиях, как ОАО "ИАПО", ОАО "ТЕПЛООБМЕННИК", ОАО АК "РУБИН", РФЯЦ ВНИИЭФ.

Основные преимущества станков MASTURN 32, 54, 70, 110 CNC обусловлены следующим:

- повышенной точностью станка, соответствующей стандарту DIN 8605;
- наличием режима графической имитации обработки;
- наличием русифицированного интерфейса блока ЧПУ;
- возможностью различного исполнения станка в зависимости от предъявляемых к нему требований;
- простотой технического обслуживания;
- возможностью обработки деталей в ручном режиме, как на обыкновенном универсальном токарном станке.



## Краткие технические характеристики станков MASTURN

Технические данные	MASTURN 32 CNC	MASTURN 54 CNC	MASTURN 70 CNC	MASTURN 70 CNC 4500	MASTURN 110 CNC
Рабочий диаметр над станиной, мм	320	540	720/820	720/820	1100
Межцентровое расстояние, мм	800	865/1565	2000/3000	4500	2000/3000/4500
Мощность главного привода, кВт	7	17	28/22	28/22	28/35
Масса станка, кг	2150	2730/2970	4900/5300	6500	5300/5700/6900

**ООО "Ковосвит-Русь":**  
**111024, Москва,**  
**шоссе Энтузиастов, д. 5.**  
**Тел./Факс: (095) 781-2208**  
**Тел.: (095) 362-6090**  
**E-mail: kovosvitrus@pochtamt.ru**  
**info@kovosvitrus.ru**  
**Http: www.kovosvitrus.ru**





# "ТОЧКИ РОСТА"

## НПО "САТУРН"

**НПО "Сатурн" - машиностроительная компания, специализирующаяся в области разработки и производства газотурбинных двигателей для военной и гражданской авиации, энергогенерирующих и газоперекачивающих установок. На сегодняшний момент "Сатурн" - это одна из "точек роста" национальной экономики, того ее сектора, который связан с разработкой и производством наукоемкой и высокотехнологичной продукции.**

### **Лидер реструктуризации отрасли**

Авиационное двигателестроение - одна из тех отраслей промышленности, которая определяет реальный статус государства на мировом рынке высокотехнологичной и наукоемкой продукции. Логика инновационного развития национальной экономики в числе прочего предполагает проведение реструктуризации этой стратегически важной для страны отрасли. Наиболее эффективной представляется ориентация на создание крупных широкопрофильных корпоративных структур, разрабатывающих и производящих как авиационные двигатели для военной и гражданской авиации, так и газотурбинные установки для других отраслей промышленности. Только для таких структур станет по-настоящему эффективной схема комбинированного (бюджетного и внебюджетного) финансирования разработок, производства и совершенствования авиационных двигателей и энергоустановок на их основе. Компании такого типа застрахованы от колебаний рыночной конъюнктуры на том или ином сегменте рынка газотурбинных двигателей, а это очень важно для производителей длинноцикловой высокотехнологичной продукции.

О необходимости реструктуризации отрасли говорят уже давно, однако реально этот процесс пребывает в "вялотекущем" состоянии. ОАО "НПО "Сатурн" стало первым объединением отрасли, реально предпринявшим шаги по реструктуризации авиационного двигателестроения. "Сатурн" объединил в рамках единой дееспособной структуры два ведущих конструкторских бюро страны - Рыбинское конструкторское бюро моторостроения и КБ "А. Люлька - Сатурн" (Москва) - с солидной опытно-производственной базой (опытный завод в Рыбинске, Лыткаринский машиностроительный завод в Подмоскowie) и две крупные промышленные площадки в Рыбинске.

Сегодня НПО "Сатурн" - это машиностроительная компания, осуществляющая разработку и производство газотурбин-

ной техники для ВВС и ВМФ Министерства обороны РФ, гражданской авиации, топливно-энергетического комплекса России.

Общий объем производственных площадей - около 1 млн м<sup>2</sup>. Численность персонала около 18 тысяч человек.

По решению правительства Российской Федерации компания является головным разработчиком и производителем двигателя для самолета пятого поколения.

Стратегия развития НПО "Сатурн" строится исходя из того, что конструкторский дивизион компании является самым крупным и дееспособным центром в области российского двигателестроения. На предприятии работают более 4000 высококвалифицированных конструкторов. По использованию информационных технологий в области конструкторского проектирования НПО "Сатурн" является лидером в отрасли.

Компанию отличает высокий темп обновления основных фондов; она вкладывает значительные средства в создание соответствующих мировым стандартам специализированных участков, приобретает самое современное оборудование, позволяющее выпускать продукцию на самом высоком уровне. Промышленный потенциал компании вполне соответствует требованиям, предъявляемым к производству газотурбинной техники пятого поколения.

Обладая высокой степенью концентрации научных, производственных и финансовых ресурсов, компания обеспечивает весь жизненный цикл современной газотурбинной техники, начиная от философии, идей, разработки и заканчивая проведением государственных испытаний, внедрением в серийное производство, сервисным обслуживанием в процессе эксплуатации.

### **Экскурс в историю**

НПО "Сатурн" образовано в 1916 году в Рыбинске как автотаворд "Русский Рено", который позднее был переориентирован на производство авиационных двигателей. Более 80 лет воздушный флот страны оснащается двигателями НПО "Сатурн". История "Сатурна" - неотъемлемая часть истории отечественной авиационной промышленности и одна из ее наиболее ярких страниц. На многие самолеты делающей первые шаги отечественной авиации 20-30-х годов ставились сатурновские двигатели. Ряд самолетов, сыгравших немаловажную роль в воздушном противостоянии Великой Отечественной войны, также оснащался силовыми установками "Сатурна". Первый отечественный турбореактивный двигатель и последовавшая за ним целая гамма двигателей для боевых самолетов знаменитой во всем мире марки "Су" были созданы в НПО "Сатурн". Важным этапом в истории предприятия стало освоение производства двигателей серии Д-30 для пассажирской и военно-транспортной авиации - самолетов Ту-154М, Ил-62М, Ил-76 и др. Сейчас эти силовые установки являются самыми надежными и массовыми в россий-



Самолет Ту-154М с двигателями Д-30КУ-154 производства НПО "Сатурн"

ской гражданской авиации. Суммарная наработка двигателей в эксплуатации с начала выпуска составила свыше 50 млн часов, а ежегодный суммарный налет не опускается ниже 2 млн часов.

### **"Сатурн" для гражданской авиации**

Какие две проблемы отечественной гражданской авиации можно назвать главными? Ответ очевиден: во-первых, необходимо решение острых экологических проблем магистральной и грузовой авиации, для чего требуются двигатели, соответствующие перспективным требованиям ИКАО. Во-вторых, нужно создать современный, с серьезным экспортным потенциалом региональный самолет, потребность в котором и у российских, и зарубежных авиакомпаний колоссальна. НПО "Сатурн" предлагает вместе со своими партнерами реальное решение обозначенных задач. Ключ к первой проблеме - глубоко модернизированный двигатель Д-30КП - "Бурлак", который создает возможность эксплуатации значительного парка отечественных воздушных судов до 2020 года на всех маршрутах без ограничений. Решение второй задачи обеспечивается путем реализации проекта RRJ (семейство российских региональных самолетов), для которого НПО "Сатурн" и французская авиадвигателестроительная корпорация Snecma Moteurs совместно создают универсальный двигатель - SaM-146.

### **Д-30КП "Бурлак"**

В настоящее время НПО "Сатурн" в соответствии с Федеральной целевой программой Минтранса "Модернизация транспортной системы России (2002-2010 годы)" в части модернизации эксплуатируемого парка воздушных судов Ил-76, Ил-86 и модернизации парка самолетов Ту-154М, Ил-62М прорабатывает проект двигателя Д-30КП "Бурлак", который является глубокой модернизацией серийных двигателей Д-30КУ/КП/КУ-154. Осуществляемая модернизация обеспечит соответствие существующих и перспективных требований Стандартов ИКАО по экологии, включая нормы Главы 4 по шуму, а также значительно улучшит эксплуатационные и ресурсные характеристики.

Разработка "Сатурном" Д-30КП "Бурлак" является закономерным продолжением многолетних и систематических работ по модернизации серийных рыбинских двигателей Д-30КУ/КП/КУ-154. Причем эти работы идут успешно. В начале октября 2003 года НПО "Сатурн" получен сертификат типа Авиационного регистра Межгосударственного авиационного комитета по эмиссии на двигатель Д-30КУ-154 с малоэмиссионной камерой сгорания (МКС). Разработанная и сертифицированная МКС обеспечивает соответствие двигателя Д-30КУ-154 нормам ИКАО по эмиссии 1996 и 2004 годов. В настоящее время заканчивается подготовка производства к внедрению МКС в серийное производство и ремонт с 1 квартала 2004 года.

Другое направление деятельности "Сатурна" по двигателю Д-30КУ/КП/КУ-154 - борьба с шумом. Шум на местности при взлете и посадке является одним из главных критериев, определяющих возможность эксплуатации воздушных судов на международных авиалиниях.

В настоящее время НПО "Сатурн" подготовило три двигателя Д-30КУ-154 (базовый двигатель для создания глубоко модернизированного "Бурлака") с модифицированной системой шумоглушения для проведения летных сертификационных испытаний в составе самолета Ту-154М. Длительные 50-часовые испытания Д-30КУ-154 с дополнительными звукопоглощающими конструкциями (ЗПК) были успешно завершены в июне 2004 года. Проведению длительных испытаний предшествовали комплексные стендовые предъявительские испытания трех опытных двигателей Д-30КУ-154 с ЗПК для ресурсной доводки.

Работы по этой теме ведутся в рамках утвержденной еще Росавиакосмосом "Комплексной программы работ на период 2002-2010 года по проблеме снижения шума, эмиссии вредных веществ и повышения точности навигации отечественных самолетов и вертолетов в обеспечение требований ИКАО и ЕС". Мо-

В сборочном цехе НПО "Сатурн"



дернизированные двигатели Д-30КУ-154 позволяют обеспечить самолетам Ту-154М соответствие требованиям Главы 3 ИКАО с запасом более 5 EPNдБ и снизить шум по сумме трех контрольных точек на 6...7 EPNдБ.

Оборудование дополнительными ЗПК одного двигателя обойдется в \$100 тыс. и по \$300 тыс. на каждый самолет Ту-154М.

Реализация программы "Сатурна" по снижению шума двигателей Д-30КУ-154 позволит самолетам Ту-154М, являющимся основой парка российских авиакомпаний (в настоящее время в эксплуатации более 300 единиц), осуществлять международные рейсы и после 2010-2012 годов, когда ИКАО планируется ввести новые жесткие ограничения по шуму.

### **SaM - 146**

Стратегически важной для "Сатурна" является совместная работа с французской фирмой Snecma Moteurs по программе создания двигателя SaM-146. В данной программе НПО "Сатурн" и Snecma Moteurs участвуют на паритетной основе - 50 на 50.

В январе 2003 года двигатель SaM-146 совместной разработки НПО "Сатурн" и Snecma Moteurs был выбран для установки на российский региональный самолет (RRJ), создание которого осуществляет группа компаний - "Гражданские самолеты Сухого", АК им. Ильюшина и Boeing. В марте 2003 года проект RRJ с силовой установкой SaM-146 одержал победу в тендере Росавиакосмоса на создание семейства региональных самолетов. В апреле между компаниями "Гражданские самолеты Сухого", Snecma Moteurs и НПО "Сатурн" состоялось подписание трехстороннего Меморандума о намерениях, предусматривающего продолжение сотрудничества в реализации перспективного международного проекта в России. В январе 2004 года стартовало государственное финансирование программы SaM-146. Общий же объем финансирования из федерального бюджета по программе SaM-146 - два миллиарда рублей, что коррелируется со стоимостью той части двигателя, за которую отвечает НПО "Сатурн".



Д-30 КП - "Бурлак"





Двигатель SaM-146

Силовая установка SaM-146 - первый перспективный международный проект России в области авиационного двигателестроения. Двигатель создается на базе последних достижений науки, пройдет сертификацию в Америке и Европе. После окончания жизненного срока серийных двигателей третьего поколения SaM-146 полностью займет гражданский сегмент продукции НПО "Сатурн". В компании будут созданы сотни высокотехнологичных рабочих мест.

Реализация программы по созданию двигателя для перспективного российского регионального самолета (RRJ) - реальный пример международной кооперации в области высоких технологий и последняя возможность для России вернуться на мировой рынок гражданских авиационных двигателей. Программа RRJ реализуется достаточно активно. О чем, в частности, свидетельствует тот факт, что в июле авиакомпания "Сибирь", ведущий авиаперевозчик России, объявила о намерении приобрести 50 новых российских региональных самолетов, создаваемых по программе RRJ. Это заявление было сделано на авиасалоне "Фарнборо-2004".

**На рынке энергомашиностроения**

Технологии производства газотурбинных авиационных двигателей во всем мире используются при изготовлении силовых установок наземного применения - для газоперекачивающих агрегатов и энергетических станций. НПО "Сатурн" - один из основных отечественных производителей военных и гражданских авиодвигателей - не является исключением. "Сатурн" реализует программу выпуска широкого спектра энергетических установок различной мощности - от 2,5 до 110 МВт.

**ГТД-110 - основа перевооружения энергетики страны**

По заказу РАО "ЕЭС России" НПО "Сатурн" производит газотурбинный двигатель мощностью 110 МВт и на его базе газотурбинную энергетическую установку ГТЭС-110, парогазовые установки ПГУ-170 и ПГУ-325. По оценке Председателя Правления РАО "ЕЭС России" А.Б. Чубайса, ГТЭ-110 - первая отече-

ственная газовая турбина, которая является основой для полного технического перевооружения электроэнергетики России. В 2003 году НПО "Сатурн" и концерн "Силовые машины" стали победителями тендера на разработку и освоение производства парогазовых энергетических установок на базе ГТД-110. Тендер проводился в рамках конкурса Министерства промышленности, науки и технологий РФ на право заключения государственных контрактов на выполнение в 2003-2006 годах важных инновационных проектов.

16 сентября 2003 года в городе Комсомольск на Ивановской ГРЭС был подписан Акт Межведомственных приемочных испытаний (МВИ) ГТЭ-110, после чего данное изделие было передано в опытно-промышленную эксплуатацию. Конструкторской документации на ГТД-110 (двигатель для ГТЭ-110) присвоена литера "О1", что означает передачу изделия в серийное производство.

В октябре прошлого года на Ивановской ГРЭС стартовали масштабные строительные работы, что стало началом серьезной реконструкции крупнейшей электростанции Ивановской области. В качестве технической основы реконструкции электростанции рассматриваются две парогазовые установки ПГУ-325 мощностью 325 МВт каждая, создающиеся на базе четырех газотурбинных энергетических установок ГТЭ-110 производства ОАО "НПО "Сатурн". Реконструкция Ивановской ГРЭС - это долгосрочный и масштабный проект, ориентировочная стоимость которого - девять миллиардов рублей. Строительство двух ПГУ-325 планируется завершить к 2008 году, после чего Ивановская область должна стать энергетически самодостаточной, сейчас 70 % потребляемой областью электроэнергии покупается.

**Малая энергетика**

Для реформирования системы ЖКХ и удовлетворения потребностей независимых производителей электроэнергии необходимо широкое внедрение энергетических установок малой и средней мощности. Это очевидно. ТЭК страны нуждается в современной инфраструктуре: такие острые проблемы как замена морально и физически устаревшего оборудования, повышение к.п.д. цикла выработки электроэнергии, снижение потребления газа, сокращение себестоимости производства электроэнергии и пара, уменьшение вредных выбросов в атмосферу могут быть решены только путем внедрения современных высокоэффективных газотурбинных установок, в частности, малой и средней мощности. Для независимых производителей электроэнергии "Сатурн" выпускает энергоустановки мощностью 2,5; 6/8; 12 и 18 МВт. В условиях постоянно растущих тарифов на энергоносители электростанции НПО "Сатурн" являются альтернативными источниками электроэнергии для промышленных предприятий и муниципальных образований.

Первым объектом малой энергетики, освоенным производством НПО "Сатурн", стала газотурбинная блочно-модульная теплоэлектростанция ГТЭС-2,5, введенная в эксплуатацию на промышленной площадке предприятия. Электростанция успешно прошла межведомственные испытания и рекомендована ОАО "Газпром" к внедрению на объектах газовой отрасли в качестве базового источника энергии.

Кроме функционирующей на территории НПО "Сатурн" ГТЭС-2,5 две теплоэлектростанции такой же мощности работают на компрессорной станции "Сальская" (ОАО "Кавказтрансгаз"), ведется монтаж оборудования шести электростанций на Песцовском месторождении ООО "Уренгойгазпром".

В 2002 году на территории НПО "Сатурн" также введена в промышленную эксплуатацию электростанция средней мощности (12 МВт) ГТЭС-12. Сегодня ряд предприятий из различных регионов страны заинтересован в строительстве таких станций. Электростанция, аналогичная рыбинской (ГТЭС-12), в 2003 году была построена и пущена в эксплуатацию в Нарьян-Маре. В настоящее время ведется строительство электростан-



Ивановская ГРЭС

ций в Омске на ЗАО "Химтраст" (2-го агрегата ГТА-6РМ, 1-й агрегат уже пущен в рабочую эксплуатацию) и осуществляется поставка оборудования на ОАО "Череповецкий азот" (2 агрегата ГТА-8РМ). Помимо этого строятся электростанции для городов Михайловка в Волгоградской области (2 агрегата ГТА-6РМ) и Дорогобуж в Смоленской области (2 агрегата ГТА-6РМ). Четыре газотурбинных агрегата ГТА-6РМ с двухтопливной камерой сгорания поставлены НПО "Сатурн" для ГТЭС на нефтегазовом месторождении ЗАО "Север Тэк" (Усинск, Республика Коми), сейчас идут пусконаладочные работы. Особенность данного проекта заключается в том, что в качестве основного топлива для газотурбинных двигателей будет использоваться попутный нефтяной газ.

20 сентября 2004 года НПО "Сатурн" завершило подготовительные работы к пусконаладке двух газотурбинных электростанций ГТЭС-12 в Москве (районы Курьяново и Пинягино). Новые станции - аналоги ГТЭС-12, которая работает на территории ОАО "НПО Сатурн". В октябре партнеры ОАО "Сатурн", завершающие монтаж внешних систем проектов, планируют начать пуско-наладочные работы, а на ноябрь намечен ввод обеих станций в режим промышленной эксплуатации.

### "Сатурн" - "Газпрому"

НПО "Сатурн" рассматривает рынок газоперекачивающих агрегатов (ГПА) и газотурбинных двигателей (ГТД) для них как одно из стратегических направлений развития компании. НПО "Сатурн" и ОАО "Газпром" с 2001 года реализуют комплексную программу сотрудничества "Сатурн" - "Газпром". Объем заказов "Газпрома" "Сатурну" на 2004 год составляет порядка полутора миллиардов рублей.

В НПО "Сатурн" освоили производство ГТД-4РМ - газотурбинного двигателя поколения IV+. На базе его газогенератора разработан целый ряд современных, экономичных, с высокой степенью унификации двигателей мощностью 4, 6,3 и 10 МВт для газоперекачивающих агрегатов (ГПА).

1-2 сентября на подземном хранилище газа в городе Касимов, Рязанской области, были успешно завершены Межведомственные испытания газоперекачивающего агрегата ГПА-4РМ производства НПО "Сатурн". ГПА-4РМ перед проведением МВИ прошел 3000-часовые предварительные испытания. Межведомственные испытания имеют статус государственных. Их проведение подтверждает тот факт, что создан агрегат, пригодный для дальнейшей эксплуатации и тиражирования. Уже сейчас по заказу "Газпрома" на НПО "Сатурн" в производстве находится несколько модификаций этих агрегатов, предназначенных для поставки на ряд объектов "Мострансгаза", "Лентрансгаза" и "Севергазпрома". Два агрегата ГПА-4РМ в этом году будут отправлены на Калужское подземное хранилище газа (ООО "Мострансгаз") и еще два - на линейную компрессорную станцию "Изборская" (ООО "Лентрансгаз").

В рамках реализации программы "Сатурн" примет участие также в реконструкции компрессорной станции "Гаврилов-Ям" (ОАО "Мострансгаз"), поставив туда ГТД-6,3РМ - газотурбинный двигатель мощностью 6,3 МВт с комплектом монтажных частей и дополнительным оборудованием. Более мощный двигатель (10 МВт) получит компрессорная станция "Нюксеница" (ООО "Севергазпром").

### Техническое перевооружение и модернизация

В 2000 году "Сатурн" поставил задачу комплексной модернизации производства, смысл которой заключается в принципиальном изменении технико-технологических возможностей компании и освоении в короткие сроки серийного производства новых видов продукции энергетического машиностроения. Был разработан соответствующий бизнес-план и проведена огромная работа по поиску стратегических партнеров, сотрудничеству с которыми обеспечило бы реализацию масштабных планов. Прошли переговоры с рядом крупнейших корпораций мира, за-



нятых в секторе энергомашиностроения и двигателей для гражданской авиации. В результате наибольший интерес к планам НПО "Сатурн" на рынке энергомашиностроения России выразили японские корпорации.

В июле 2003 года было достигнуто соглашение между НПО "Сатурн" и японской корпорацией Sumitomo Corporation, предусматривающее кредитование программы модернизации предприятия общим объемом \$60 млн в 2003-2008 годах. Помимо этого генеральный директор НПО "Сатурн" Ю.В. Ласточкин, Председатель Совета директоров НПО "Сатурн" В.К. Глухих и вице-президент Sumitomo Corporation господин Моринака подписали документ о глобальном сотрудничестве на российском рынке энергетического машиностроения до 2010-2015 годов. Это первое крупное соглашение о долгосрочном российско-японском сотрудничестве в области энергетического машиностроения.

В ноябре 2003 года был подписан контракт по первому траншу кредита, в соответствии с которым на НПО "Сатурн" будет поставлена первая партия новейшего оборудования производства Mitsubishi Heavy Industries, Mitsubishi Electric Industries и Mori Seiki. В течение этого года осуществляется комплексная поставка на предприятие пятикоординатных высокотехнологичных станков, в том числе и для эрозионной обработки. Подписание протокола о втором транше кредитования на 2005 год, запланированное на ближайшее время, делает работу "Сатурна" по модернизации производства системной, комплексной и ориентированной на долгосрочную перспективу.

Данный проект позволяет принципиально изменить структуру кредитного портфеля НПО "Сатурн" и выйти на уровень долгосрочного проектного финансирования программ модернизации. Весьма существенный момент: процент по кредиту значительно ниже рыночных ставок кредитования в России. По словам С.В. Чуклинова, заместителя генерального директора НПО "Сатурн", весь обозначенный комплекс работ направлен на создание принципиально новой продукции на рынке энергетического машиностроения, соответствующей всем современным требованиям по качеству и экологии. **П**



В производственном цехе НПО "Сатурн"



**Научно-техническое объединение "Прибор-сервис" создано в 1989 году и имеет представительства в нескольких городах России. Основными направлениями деятельности объединения являются:**

*- разработка способов защиты от коррозии изделий (поверхностей) из черных и цветных металлов, а так же изделий с лакокрасочными и гальваническими покрытиями;*

*- разработка способов временной и межоперационной консервации изделий (поверхностей) из черных и цветных металлов, изделий с лакокрасочными и гальваническими покрытиями;*

*- разработка, производство и поставка материалов для консервации и защиты от коррозии изделий (поверхностей) из черных и цветных металлов, изделий с лакокрасочными и гальваническими покрытиями, металлоконструкций.*

**Предлагаемые нами решения основаны на применении материалов с летучими ингибиторами коррозии (ЛИК).**

Как правило, традиционные методы защиты от коррозии (гальванические, лакокрасочные, смазочные и другие покрытия) - это методы изоляции защищаемой поверхности металла от воздействия окружающей среды. Ключевое отличие метода ЛИК от традиционных методов защиты от коррозии состоит в обеспечении присутствия ингибитора на защищаемой поверхности. Тогда реакция окисления не будет идти даже при контакте с воздухом, водой и иными коррозионными агентами. Достаточно весьма небольшого количества ингибиторов, чтобы коррозия не развивалась в течение нескольких лет.

Вы можете приобрести у нас ингибиторную полиэтиленовую пленку и изделия из нее, имитаторы - различные носители с ЛИК (губки - пористые носители, пластиковые контейнеры, "таблетки", спреи, концентраты, грунтовки, краски) и прочие виды ингибиторных материалов. Применение различных носителей и их комбинаций позволяет уберечь изделия от коррозии как на межоперационных стадиях производства, так и при длительном хранении, транспортировке, эксплуатации. Наши материалы незаменимы там, где невозможно или нерентабельно использовать традиционные методы защиты от коррозии, а процессы консервации и расконсервации должны быть значительно упрощены. Применение ингибиторов коррозии особенно важно в неблагоприятных климатических условиях.

**Мы видим преимущества метода ЛИК в следующем:**

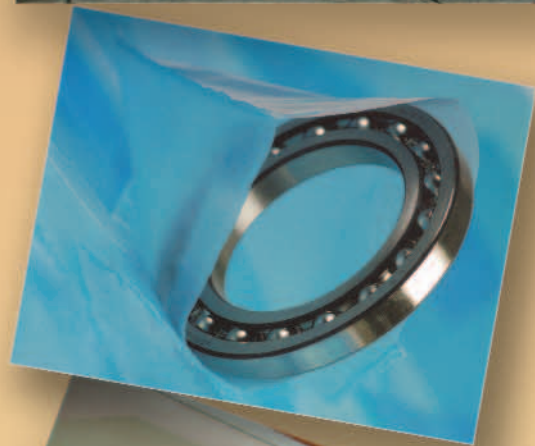
- требуются небольшие количества действующего вещества для формирования равновесной концентрации насыщенных паров ЛИК;*
- ЛИК формирует мономолекулярный слой на защищаемой поверхности;*
- ингибиторы легко проникают в полости, расщелины и прочие труднодоступные места защищаемой поверхности;*
- слой ЛИК самоподдерживается и "самозалечивается";*
- нанесение ЛИК улучшает адгезию и позволяет дополнительно применять другие защитные покрытия;*
- универсальность ЛИК гарантирует надежную защиту различных металлов.*



**ПриборСервис**

**Тел.: (095)135-4184  
Тел./Факс: (095)135-7344  
E-mail: COR@ PRIBORSERVICE.RU  
WWW.PRIBORSERVICE.RU**

**Генеральный директор Лушников Сергей Валерьевич**



## ВЫБЕРИ МЕНЯ

Очередное заседание Клуба авиастроителей состоялось 7 октября 2004 г. По традиции заседание Клуба открыл его президент, генеральный директор ФГУП "ММПП "Салют" Юрий Елисеев. На этот раз заседание состоялось на территории МАИ, и в приветственном слове к членам и кандидатам в члены Клуба выступил действительный член Клуба, ректор МАИ, академик РАН Александр Матвеев. Его выступление о сегодняшнем дне МАИ и перспективах его развития было выслушано с большим вниманием. Особенно много вопросов было задано о системе подготовки будущих специалистов для авиационно-космической отрасли России, решении кадровой проблемы в промышленности, о работе с молодежью и др.

Не менее интересными были два выступления членов клуба: ректора МГУ "Станкин", члена-корреспондента РАН Юрия Солоненцева ("Интеграция науки, производства и образования в целях развития технологической среды авиационной промышленности") и директора лицея № 1550 Виктора

Жиякова ("Об опыте лицея № 1550 по организации профессиональной ориентации подростков на работу в авиастроительной отрасли промышленности России и взаимодействию с вузами и промышленными предприятиями в этом направлении").

На заседании Клуба было распространено информационное письмо Совета по клубному строительству, в котором сообщается о том, что в настоящее время разрабатывается специальная программа привлечения в Клуб молодых заинтересованных юношей и девушек, способных стать авангардом молодежной секции Клуба. Однако, в связи с тем, что в соответствии с Ус-



тавом Клуба и Положением о членстве в Клубе, членом Клуба авиастроителей невозможно стать по собственной инициативе, а только по приглашению его президента, вступление молодежи в Клуб затруднено. Для выхода из этой ситуации разработана программа "Выбери меня". Любой молодой человек, увлеченный авиацией, может направить информацию о себе, своих работах, увлечениях и достижениях. К этой информации необходимо приложить свои работы: рефераты, курсовые и дипломные работы, сообщения о победах в конкурсах, олимпиадах и т.п.

Авторы лучших работ получают рекомендации в Клуб от ведущих ученых, инженеров, летчиков-испытателей. **П**

**Адрес Клуба: Россия, 109029, Москва, Сибирский проезд, 2, стр. 8.**

**Некоммерческое партнерство "Клуб авиастроителей".**

**Тел./Факс: (095) 270-1333, 279-7446, 775-6329.**

**E-mail: info@as-club.ru**

**Соб. инф.**

## ИНФОРМАЦИЯ

22 октября 2004 г. состоялось подписание генеральным директором НПО "Сатурн" Юрием Ласточкиным и президентом французской авиадвигателестроительной компании Snecma Moteurs Марком Вантром учредительных документов закрытого акционерного общества PowerJet зарегистрированного в России. PowerJet - торговая марка международной кооперационной программы по созданию силовой установки SaM-146 для российского регионального самолета (RRJ). Французская и российская компании под этим именем отвечают за координацию работ по программе SaM-146 и за поставку двигателей заказчику. Соглашение об открытии французского PowerJet было подписано главами НПО "Сатурн" и Snecma Moteurs еще в июле 2004 г. в ходе авиасалона Фарнборо. Российская и французская компании имеют "зеркальные" функции.

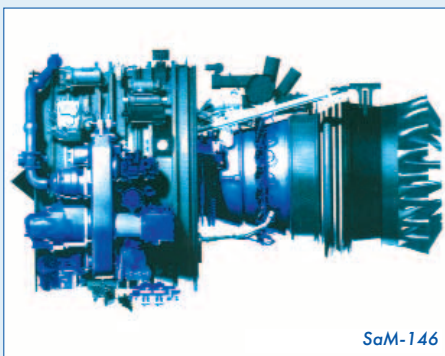
PowerJet курирует весь спектр вопросов управления программой SaM-146, включая управление проектированием, производством, маркетингом и поддержкой заказчика. PowerJet объединит возможности двух материнских компаний, что позволит оптимизировать процесс реализации программы.

Двигатель SaM-146 будет устанавливаться на все версии RRJ вместимостью 60, 75 и 98 мест как базовой, так и увеличенной дальности. При этом будет обеспечена унификация, что позволит эксплуатантам достичь существенного снижения затрат. Основные мировые авиакомпании уже проявили интерес к новому региональному самолету. В период до 2020 года компания "Гражданские самолеты

"Сухого" планирует поставить на рынок от 800 до 1000 самолетов этого класса.

Французская сторона отвечает за разработку и производство газогенератора и турбины высокого давления SaM-146, а НПО "Сатурн" - за "холодную" часть двигателя, вентилятор и турбину низкого давления. Поставка мотогондол двигателя будет осуществляться компанией, которая входит в Snecma Group.

В настоящее время завершен этап рабочего проектирования двигателя, и партнеры приступили к изготовлению опытного образца, предназначенного для стендовых испытаний, к которым предполагается приступить во второй половине 2005 года.



SaM-146

Основная масса работ по испытанию двигателя будет проводиться на стендовой базе НПО "Сатурн". Одновременно в настоящее время в Рыбинске усилиями российской и французской компаний при значительных инвестициях Snecma Moteurs создается открытый испытательный стенд - уникальная испытательная база.

Окончательная сборка двигателя SaM-146 будет осуществляться в России

на мощностях НПО "Сатурн". Уже завершена реконструкция одного из производственных корпусов, в котором до конца года начнется монтаж уникального оборудования, закупленного компанией Snecma Moteurs на общую сумму свыше 15 млн евро.

Стендово-сдаточные испытания будут также проводиться НПО "Сатурн". С территории НПО "Сатурн" двигатели будут поставляться заказчику от имени совместного предприятия PowerJet. Совместное предприятие PowerJet, организованное НПО "Сатурн" и Snecma Moteurs на паритетных началах, осуществляет функции координатора и организатора работ по программе, занимается всем спектром вопросов управления программой SaM-146, включая управление проектированием, производством, маркетингом и технической поддержкой в эксплуатации.

В тот же день заместитель генерального директора НПО "Сатурн" - директор программы SaM-146 Алексей Жаворонков и генеральный директор московского представительства французской авиадвигателестроительной компании Snecma Moteurs Константин Давыдов подписали соглашение об открытии совместного производственного предприятия "ВолгАэро" (VolgAero). СП будет производить, в первую очередь, детали для авиационных двигателей в рамках программы SaM-146, а также компоненты других авиационных двигателей Snecma Moteurs и НПО "Сатурн", включая детали для двигателя CFM-56 и промышленных газовых турбин. **П**

**Пресс-служба НПО "Сатурн"**



## "ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ АВИАДВИГАТЕЛЕЙ"

Под таким названием 21 сентября 2004 г. в конференц-зале "Санкт-Петербург" гостиницы "Президент-Отель" (Москва) состоялся научно-технический семинар. Его организаторами выступили Ассоциация "Союз Авиационного двигателестроения" и ЗАО "Росмарк-Сталь". В работе семинара приняли участие зарубежные партнеры, производители разнообразных станков и программно-обеспечения производства двигателей.

На семинаре собрались представители ведущих российских предприятий авиационного комплекса: ОАО "КПП "Авиамотор" (Казань), ОАО "Мотор Сич" (Запорожье), ОАО "Теплообменник" (Н. Новгород), ОАО "Казанское моторостроительное производственное объединение", ОАО "Авиаагрегат" (Самара), ОАО "СНТК им. Н.Д. Кузнецова" (Самара), ОАО "Авиадвигатель" (Пермь), ОАО "Пермский моторный завод", ГП НПКГ "Зоря"- "Машпроект" (Николаев), ОАО "Красный Октябрь" (Санкт-Петербург), ОАО "Уфимское моторостроительное производственное объединение", ГП ЗМКБ "Прогресс" им. академика А.Г. Ивченко (Запорожье), ФГУП "ЦИАМ им. П.И. Баранова" (Москва), ФГУП "ММПП "Салют" (Москва), АМНТК "Союз" (Москва), ОАО "НПО Энергомаш им. академика В.П. Глушко" (Химки), ОАО "НПО "Сатурн" (Рыбинск), ОАО "ММП им В.В. Чернышева" (Москва), ОАО "Криогенмаш" (Болашиха), ОАО "НПП "Аэросила" (Ступино).

Основными темами семинара стали:

1. Использование CAD-CAM-программного обеспечения компании Open Mind (Герма-



ния) для создания управляющих программ для станков с ЧПУ при обработке рабочих колес компрессоров, моноколес, одиночных турбинных лопаток, элементов фюзеляжа и т.д.

2. Применение 3- и 5-осевых установок для гидроабразивной резки компании Water Jet Sweden (Швеция) при черновой обработке моноколес, а также на заготовительных операциях для разрезки труднообрабатываемых материалов (Inconel, титановые и никелевые сплавы) и заготовок с большими толщинами.

3. Выполнение черновых, получистовых, чистовых операций на 3-, 4- и 5-осевых обрабатывающих центрах компании Vreton (Италия) при изготовлении рабочих колес компрессоров-моноколес, обработка турбинных дисков и одиночных лопаток, статорных элементов авиадвигателей, корпусных элементов фюзеляжа.

4. Обработка статорных элементов авиадвигателя, стоек шасси самолета и других компонентов на горизонтально-расточных обрабатывающих центрах компании РАМА (Италия).

5. Применение продольно-фрезерных станков с подвижным порталом и встроенным поворотным столом при обработке корпусных элементов авиастроения, обработка статорных элементов авиадвигателя на токарно-карусельных и карусельно-шлифовальных станках компании Pietro Carnaghi (Италия).

6. Выполнение операций протягивания турбинных дисков, а также изготовление специальных протяжек на станках компаний Lapointe-Hoffmann (Италия-Германия).

7. Изготовление и переточка сложного, комбинированного осевого режущего инструмента на многоосевых заточных станках с ЧПУ компании ANCA (Австралия-Германия).

Во время семинара были проведены технические встречи со специалистами предприятий и посещения авиадвигателестроительных предприятий Москвы с целью обсуждения текущих проектов по обновлению технологического парка и внедрению новых технологий обработки, также были подписаны контракты на поставку оборудования и протоколы о взаимовыгодном сотрудничестве.

Более подробную информацию о проведенном семинаре, представленных оборудовании и технологиях Вы можете получить непосредственно в офисе ЗАО "Росмарк-Сталь" в Санкт-Петербурге или задать свои вопросы :

**по телефону: (812) 336-2727;**

**факсу: (812) 336-2714;**

**e-mail: [trudov@rosmark.ru](mailto:trudov@rosmark.ru).**

**Соб. инф.**



4 сентября 2004 г. ушел из жизни видный специалист в области судостроения, судоремонта и технической эксплуатации флота, доктор технических наук, заслуженный работник транспорта Российской Федерации, кавалер орденов "Знак Почета", "Дружбы", бывший директор Российского Речного Регистра, а в последние годы - его научный консультант Геннадий Александрович Абрамов, отдавший более полувека своей жизни развитию и совершенствованию речного флота России.

Г.А. Абрамов родился 30 сентября 1936 г. в Первомайске Горьковской области. С 1951 г. Г.А. Абрамов - курсант Горьковского речного училища им. Кулибина, которое закончил с отличием в 1955 г. В 1969 г. защитил дипломный проект в Горьковском институте инженеров водного транспорта по специальности "Судовые машины и механизмы".

Накопленный опыт практической работы помощником механика и механиком на пас-

сажирских судах Волжского объединенного речного пароходства (1956-1966 гг.), конструктором Горьковского центрального конструкторского бюро и начальником службы судового хозяйства Волжского объединенного речного пароходства позволил Геннадию Александровичу в 1994 г. успешно защитить кандидатскую, а в 2000 г. - докторскую диссертацию.

Обладая большим практическим опытом и хорошими теоретическими знаниями, Геннадий Александрович пользовался огромным авторитетом в транспортной отрасли Российской Федерации, в период с 1983 по 1990 г. работал заместителем начальника Главфлота Министерства речного флота РСФСР, а с 1990 по 1995 годы - заместителем директора Центра промышленности и научно-технического прогресса Росречфлота.

Начиная с 1986 г., самым активным образом участвовал в ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС. По заданию Министерства речного флота РСФСР организовывал выбор площадки, проектирование и строительство плавучего поселка для работников ЧАЭС.


Под руководством и при личном участии Геннадия Александровича Российский Речной Регистр разрабатывал концепцию новых Пра-

вил классификации и постройки судов внутреннего и смешанного (река-море) плавания.

Большой вклад Г.А. Абрамов внес в развитие интернациональных связей Российского Речного Регистра в рамках Международной ассоциации органов технического надзора и классификации (ОТНК) и Рабочей группы по внутреннему водному транспорту Европейской Экономической Комиссии (ЕЭК ООН).

Являясь в последние годы научным консультантом Российского Речного Регистра, Г.А. Абрамов много сил и энергии отдавал работе в секторе сопровождения научно-технических программ Регистра.

Отличительными чертами Г.А. Абрамова были скромность, демократичность, чуткость и внимательность к людям. Он пользовался заслуженным авторитетом и большим уважением со стороны всех, кто его знал, работал и общался с ним. Друзья любили его и ценили его человеческие качества. До последнего дня Геннадий Александрович был активным членом коллектива Российского Речного Регистра, генератором новых идей и авторитетным специалистом в системе речного транспорта.

В памяти всех, кто имел честь его знать, он останется сильным и гордым человеком, неизменно внимательным к коллегам, добрым и отзывчивым другом. 

# ДЕРЖИМ МАРКУ

Дмитрий Сергеев, руководитель КЮФ г. Жуковского

**Все мы когда-то собирали марки. Все когда-то пели. Хотя бы хором. Все когда-то писали стихи и увлеченно рисовали. И только немногим счастливым удалось сохранить свое увлечение надолго. Для этого нужен, наверное, особый талант. И немножечко везения.**

В столице отечественной авиационной науки, городе Жуковском Московской области, практически все жители которого в той или иной мере продолжают славные традиции одной из самых романтических и престижных профессий человечества - создания Человека Летающего, есть понимание необходимости продолжения работы с молодежью. По всем направлениям. И одно из традиционных направлений - коллекционирование, в том числе филателия и филокартия (собираение открыток и конвертов). В городе активно работает Клуб юных филателистов (КЮФ). Речь идет не только о собирательстве, но и о создании новых конвертов и открыток к различным знаменательным датам. В Клубе юных филателистов инициативная группа родителей-авиаторов и их детей, в том числе выбывших из юного возраста и уже ставших, в свою очередь, родителями, выпускает уникальные сувенирные цветные открытки и конверты для музеев, архивов и отдельных коллекционеров. При этом обычно заключается предварительная устная договоренность о хранении таких выпусков в качестве "мейлартов" - своеобразных почтовый отправлений. Официальная госструктура - ИТЦ "Марка", выпускающая подобную продукцию, о жуковчанах хорошо знает. Она не помогает и не мешает, ибо, в силу весьма ограниченного тиража своих выпусков, продукция Клуба не нарушает монополии ИТЦ, связанной с выпуском почтовых марок, календарных штемпелей и т. д.

В свою очередь, в КЮФ стараются выпускать конверты на те сюжеты, которые не озвучиваются по ряду причин в современном коммерчески зависимом мире. Как правило, здесь работают с легитимным материалом, получаемым при личных встречах от заинтересованных лиц на принципах добровольности, открытости, взаимной помощи и договоренности по вопросам, связанным с редактированием и изданием. "Мейларты" КЮФ представлены следующими семью проектами.

1. Единение двух столиц - к 300-летию города-героя на Неве. Проект был официально включен в программу "300-летие Санкт-Петербурга", разработанную Комитетом по подготовке и проведению празднования.

2. Малоизвестные страницы Великой Отечественной войны - летчики, самолеты, конструкторы; героизм советского народа.

3. Авиация - мечта многих, удел немногих. Сувенирные конверты, посвященные организациям, учебным заведениям, журналам, проектам и малоизвестным страницам истории создания отечественной авиации, достойным остаться в памяти потомков. Фронт работы по данному проекту грандиозен. Энтузиасты решили продолжить святое дело - отдать дань памяти и уважения выдающимся соотечественникам.

4. Космонавтика - мечты и реальность Вселенной. Наши победы и потери. Будущее космонавтики

5. Флот: родственная авиации профессия по риску, романтике и значимости.

6. ВПК - наша история. Истинные герои и лидеры, благодаря которым наша Родина за считанные пятилетки "махнула от сохи в космос".

7. Проект сопричастности - родственные профессии. Здравсохранение - от врачей мы уходим в полет и возвращаемся к ним из полета. Дети - синоним семейного благополучия и вечности бытия.

Цель выпуска данных конвертов - донести до потомков азарт настоящего дела, романтику далеких и близких предков, честно исполнявших взятое на себя. Авторы выпусков хотят показать всю глубину и оригинальность технических решений, пусть даже по тем или иным причинам и не попавшим в серию. С 1992 г. Клуб юных филателистов из Жуковского сотрудничает с организаторами проводящихся раз в два года Международных авиационно-космических салонов (МАКС). Участвуют члены Клуба и в геленджикских гидроавиасалонах, и в Военно-морских салонах в городе на Неве, и в других отечественных выставках. Вообще, КЮФ готов приехать с выставкой в любой коллектив единомышленников, в любую организацию, близкую им по духу.

Конечно же, члены Клуба не откажутся от любой помощи в деле создания упомянутых проектов (редактирование, макетирование, поиск интересного достоверного материала, размножение малых серий некоммерческого характера). Каждый проект или его доминирующая часть заканчивается авторским адресным заполнением конвертов. Образцы передаются в музей (архив) и, конечно же, участвуют в упомянутых ранее выставках. Несомненно, электронные версии макетов конвертов получают все те, кто участвовал в их разработке.

Известные события конца XX века существенно подрезали крылья отечественной авиации, которой многие из нас отдали большую часть жизни, а кто-то и саму жизнь. Но, опираясь на ее славное прошлое, живыми свидетелями которого являемся мы сами со своим опытом, авторитетом и знаниями, продолжаем верить в ее светлое будущее. **А**







# БЕСКОНТАКТНАЯ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

**Александр Божков**, нач. сектора, д.т.н., ЛИИ  
**Александр Ватажин**, нач. сектора, проф., д.ф.-м.н., ЦИАМ  
**Дмитрий Голенцов**, с.н.с., к.ф.-м.н., ЦИАМ

**Газотурбинный двигатель (ГТД) с точки зрения специалиста по измерениям - сложный многофакторный объект, о состоянии которого можно судить по результатам измерения нескольких десятков, а то и сотен различных параметров. Для их оценки двигатель, установленный на летательном аппарате, необходимо препарировать большим числом датчиков, сигнал от которых выводится на обрабатывающий комплекс (сейчас его роль зачастую играет ЭВМ). Однако, есть новые (электростатические) методы диагностики технического состояния ГТД, позволяющие оценить его работу бесконтактным способом.**

Основные результаты исследований, связанных с оценкой технического состояния и аномалий в работе ГТД с применением бесконтактных электростатических методов, были получены сотрудниками ЦИАМ им. П.И. Баранова и ЛИИ им. М.М. Громова в последней трети прошлого столетия при изучении в аэродромных условиях характеристик электрического тока, выносимого из авиационного реактивного двигателя его струей.

Определяющая электрическая характеристика двигателя и его струи - ток выноса. Необходимыми и достаточными условиями его возникновения являются:

- наличие в проточной части двигателя заряженных частиц, к которым относятся электроны и ионы, возникающие в камере сгорания (КС) в результате гемоионизационных реакций, частицы, образующиеся при эрозии и разрушении элементов двигателя, частицы, непосредственно попадающие на вход двигателя (песок, пыль и т.д.);
- отсутствие электрической квазинейтральности потока внутри двигателя.

Важная причина нарушения квазинейтральности - развитие электрических диффузионных процессов вследствие того, что концентрация ионов и электронов на стенках канала намного меньше, чем в потоке. Так как коэффициент диффузии электронов на несколько порядков больше, чем ионов, то диффузионный ток электронов к поверхности значительно превосходит ионный ток. Поэтому вблизи поверхности возникает область, в которой концентрация положительных ионов превосходит концентрацию электронов. Этот нескомпенсированный положительный заряд движется вместе с газом и генерирует положительный ток, "выносимый" двигательной струей в окружающее пространство.

Вторая важная электрическая характеристика - параметры нестационарного электростатического поля в окружающем струю пространстве. Это поле обусловлено последовательностью следующих процессов: возникновением нескомпенсированного заряда в тракте двигателя; пульсациями этого заряда вследствие пульсаций газодинамических параметров; пульсациями электрического поля.

Указанные теоретические предпосылки явились основой для разработки нового бесконтактного электростатического метода диагностики состояния двигателя, который позволяет выделять нормальные или аномальные режимы работы ГТД и оценивать его со-

стояние без измерения параметров работы двигателя датчиками, устанавливаемыми в его проточной части.

Суть этого метода заключается в следующем. Электрические сигналы от реактивной струи ГТД, работающего на всех эксплуатационных режимах, измеряются с помощью специально разработанных зондов-антенн, установленных вне струи. По временным и спектральным характеристикам этих сигналов устанавливается базисный "электрический портрет" ГТД. По мере эксплуатационной наработки двигателя определяется его новый "электрический портрет". По расхождению базисного и текущего "электрических портретов" определяется характер износа ГТД или возникновение в нем аномальных процессов.

Для исследований возможности этого метода диагностики в ЛИИ был создан специальный аэродромный стенд на базе самолета МиГ-29, оборудованный разработанными в ЦИАМ электростатическими антеннами, устанавливаемыми на 0,3 м от среза сопла двигателя и от струи на электрически изолированном штатном креплении. Полученные и отфильтрованные от внешних помех сигналы антенны записывались с помощью многоканального цифрового регистратора.

Были обеспечены качественные регистрация и статистическая обработка электрического сигнала на штатных установившихся и неустановившихся режимах работы ТРДДФ от малого газа до полного форсированного, а также на аномальных режимах. В качестве последних исследовались вибрационное горение в форсажной камере, помпаж, "горячий запуск" двигателя, незапуск форсажной камеры (ФК), а также имитация отказов в виде вбросов на вход в двигатель мелкодисперсных частиц железа, песка, углерода.

На рис. 1 представлены результаты исследований для установившихся нефорсированных режимов работы ГТД. Относительная дисперсия сигнала  $\bar{\sigma}$  возрастает от 0,05 при частоте  $n_{ВД} = 80\%$  до 1 при  $n_{ВД} = 95\%$ , а на форсированных режимах практически обращается в ноль. Ее рост с увеличением  $n_{ВД}$  на нефорсированных режимах объясняется тем, что концентрация заряженных частиц в КС зависит от температуры и давления газа в ней, а, следовательно, от  $n_{ВД}$ .

При повышении температуры на форсаже, происходит "отлипание" электронов от отрицательных ионов с образованием свободных электронов, обладающих большой подвижностью. В результате возрастает

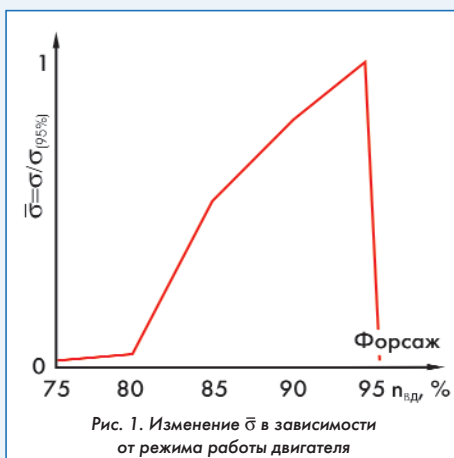


Рис. 1. Изменение  $\bar{\sigma}$  в зависимости от режима работы двигателя

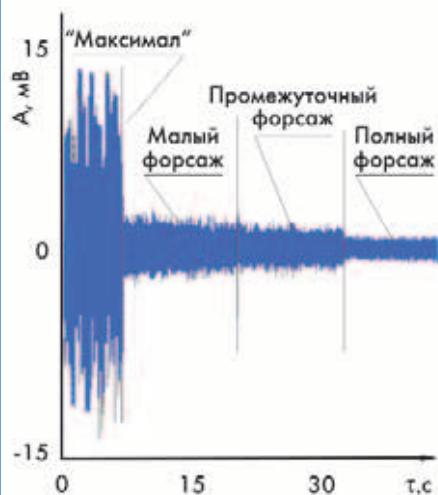


Рис. 2. Изменение сигнала во времени на максимальном и форсированном режимах работы ГТД

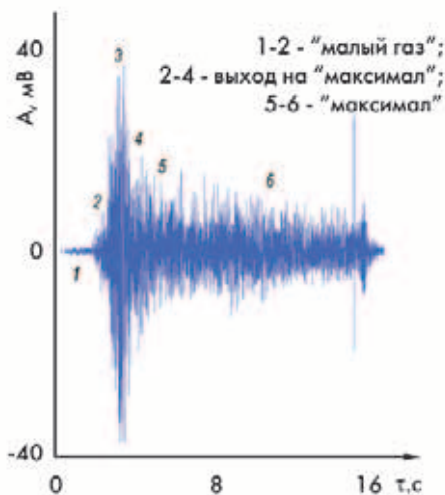


Рис. 3. Изменение сигнала при определении приемистости на режимах "малый газ" - "максимал"

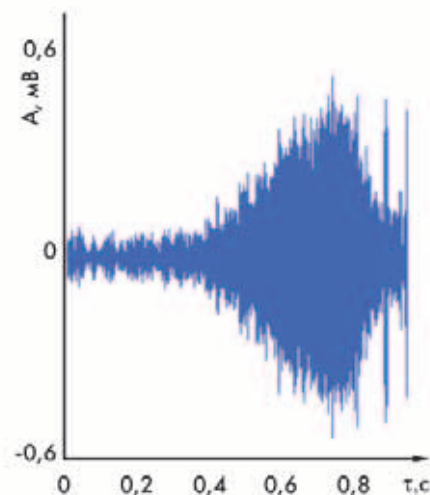


Рис. 4. Временная развертка процесса развития виброгорения и его устранения

проводимость газа, электрический ток замыкается на стенки канала внутри двигателя, и ток выноса практически исчезает (рис 2).

Неустановившийся режим, который характеризуется достаточно быстрым изменением  $n_{вд}$  за время приемистости, характеризуется также и резкими максимумами измеряемого электрического сигнала. Его трансформация отслеживает все фазы переходного процесса в двигателе, включая его прогрев после приемистости (рис. 3).

Для аномального режима работы ГТД ТРДДФ - вибрационного горения в форсажной камере - на рис. 4 представлена временная реализация электрического сигнала, отфильтрованного в полосе частот 300...500 Гц. Процесс развития виброгорения на его характерной частоте (в данном случае 470 Гц) имеет два участка: на первом (0...0,4с) амплитуда колебаний электрического сигнала мала

(принимает фоновые значения), а на втором (0,4...0,7 с) увеличивается примерно в три раза по сравнению с устойчивым режимом горения топливоздушной смеси в ФК.

Полученные характеристики базисного "электрического портрета" ТРДДФ и зафиксированные отклонения "электрических портретов" при аномальных процессах или их имитации позволили сформировать алгоритмы для диагностики и контроля ГТД на установившихся и неустановившихся режимах его работы. Эти алгоритмы легли в основу разрабатываемого НПП "ЭГА" цифрового вычислителя БДД-1, адаптированного к бортовому электронному регулятору. В настоящее время производится апробация разработанной системы бесконтактной электростатической диагностики (в составе зонда-антенны, блока БДД-1 и электронного регулятора) и ее внедрение по заявкам эксплуатирующих организаций. П

**15-18 февраля 2005 г.**  
**Москва, ВВЦ, павильон № 57**

изобретения,  
инвестиционно-  
привлекательные  
ИННОВАЦИИ,  
высокие технологии

V Московский  
международный  
салон инноваций  
и инвестиций

**Цели проведения Салона — содействие изобретателям, разработчикам и производителям высокотехнологической продукции в представлении изобретений и инновационных проектов в интересах продвижения перспективных технологий и продукции на отечественный и зарубежный рынки, развитии взаимовыгодных деловых контактов, привлечение внимания потенциальных инвесторов и заказчиков к конкурентоспособным разработкам, активизация предпринимательской инновационной деятельности, определение возможностей эффективного использования интеллектуальных ресурсов, научно-технологического, производственного, кадрового потенциала научных организаций и промышленных предприятий**

**Государственный координационно-аналитический центр выставочных мероприятий ФГУ НИИ РИНКЦЭ**  
Тел./факс: (095) 208-6758, 208-6415,  
тел.: (095) 208-6645  
e-mail: vstk@extech.ru,  
salonexpo@front.ru,  
www.salonexpo.ru

**ЗАО «ОП ВВЦ «Наука и образование»:**  
Тел.: (095) 974-61-44,  
974-64-60,  
факс: (095) 974-71-96  
E-mail: nataly@fairs.ru





# ЦЕЛЬ ЖИЗНИ - СТРОИТЬ МОТОРЫ

*Страницы жизни конструктора А.Д. Швецова*

(Окончание. Начало в № 1-4 - 2004)

Лев Берне

В результате проведения испытаний было установлено, что мотор М-82ФН с насосом НВ-3У обладал следующими преимуществами по сравнению с карбюраторным двигателем:

- увеличенной на 6...7 % мощностью;
- уменьшенным на 10 % расходом топлива;
- способностью работы на низкосортных трудно испаряемых топливах;
- высокой устойчивостью работы на всех режимах, в т.ч. на больших высотах;
- стабильностью регулировок и простотой в эксплуатации;
- легкостью запуска;
- равномерностью распределения смеси по цилиндрам.

В декабре 1942 г. в ОКБ Швецова собрали первые два двигателя М-82ФНВ, которые отправили на завод № 21 для установки на самолет, впоследствии получивший наименование Ла-5ФН.

Опытный истребитель Ла-5ФН, облеченный с металлическими лонжеронами, прошел сначала заводские, а потом и совместные испытания. В ходе заводских испытаний удалось получить максимальную скорость 650 км/ч. Летчик-испытатель Никашин из НИИ ВВС КА проверил и получил 648 км/ч. С этими данными Ла-5ФН в марте 1943 г. был запущен в серию.

Заметим, что на этом опытном самолете были опробованы многие новшества, которые впоследствии были внедрены на Ла-7: металлические лонжероны, перенос маслорадиатора в туннель, индивидуальные выхлопные патрубки (по испытаниям на заводе № 19 выяснилось: выхлопной коллектор "съедает" 5 % мощности), а также новый всасывающий патрубок. Все эти улучшения можно было внедрить еще в середине 1943 г. Но наркомат авиапромышленности "притормозил" освоение изменений заводом, так как серийное производство еще не было к ним готово. Параллельно с Ла-5ФН некоторое время продолжался выпуск Ла-5Ф с карбюраторным двигателем. Одна из главных причин - отсутствие насосов НВ. Кроме того, установка моторов М-82ФНВ требовала существенного изменения моторамы. Внедрение слишком большого числа новшеств неизбежно сказалось бы на объемах выпуска истребителей Лавочкина.

Нарком авиапромышленности Шахурин не без оснований опасался, что немцы весной 1943 г. преподнесут нам очередной сюрприз, и решил, что к лету необходимо иметь новый Ла-5ФН, хотя бы и со старыми (деревянными, более тяжелыми) лонжеронами. Такую машину с минимальными конструктивными переделками заводы могли сравнительно быстро освоить, и она вполне соответствовала уровню основного немецкого истребителя Вф 109G-2.

Первым авиационным полком, который при переформировании получил на вооружение 14 самолетов Ла-5ФН (остальные - Ла-5Ф), стал 32-й гвардейский иап. До апреля 1943 г. этой авиачастью командовал Василий Сталин (потом была неудачная "рыбалка" с применением реактивных снарядов и гибелью одного из участников). Все опытные пилоты после первых же полетов на Ла-5ФН давали истребителю самую высокую оценку. После В.И. Сталина 32-й

гв. иап возглавил Герой Советского Союза Виктор Давидков. Совершив несколько полетов на Ла-5ФН, он сказал: "Теперь мне "мессер" не страшен - он меня не возьмет".

К сожалению, в начале лета 1943 г. с моторами М-82 начались неприятности. Так, в ходе одного из полетов на заводе № 21 серийный Ла-5ФН летчика Мищенко загорелся в воздухе. Причиной оказалась поломка трубки подачи топлива от впрыскивающего насоса к цилиндру. Выяснилось, что эти стальные трубки в процессе установки приходилось сильно подгибать. Из-за больших напряжений и вибраций они давали трещины. Мищенко получил серьезные ожоги, а самолет сгорел. Одновременно выявился и другой серьезный дефект - трещины и поломки коленчатых валов. Военная приемка ВВС КА прекратила приемку моторов М-82ФН. Поэтому в июле - августе 1943 г. выпуск моторов М-82ФН почти прекратился. Кроме того, 168 моторов были отозваны из эксплуатации на завод № 19 для доработки коленчатых валов. На фронт снова какое-то время стали поступать только Ла-5Ф с моторами М-82Ф.

Следует отметить, что моторы М-82, М-82Ф и М-82ФН выпускались в двух модификациях: для бомбардировщиков, штурмовиков и транспортных самолетов - с передаточным числом редуктора 9:16 и для истребителей - с передаточным числом 11:16. Необходимость параллельного изготовления моторов двух модификаций была обусловлена тем, что у истребителей диаметр винта ограничивался длиной основных стоек шасси.

С 1 апреля 1944 г. была изменена система обозначений советских авиационных двигателей. Вместо безликого "М" с добавлением числа моторы ОКБ-19 стали обозначаться инициалами А.Д. Швецова - "АШ". Это, несомненно, повысило авторитет главного конструктора.

Но помимо приятных новостей в ОКБ-19 поступали и тревожные известия. Так, неприятным дефектом стал массовый отказ свечей ВГ-12, которые необходимо было менять через 10...20 часов или в случае работы на форсаже более трех минут.

Вместе с тем, выявилась и весьма положительная сторона АШ-82ФН: после установки впрыскивающего насоса температура головок цилиндров выше 820 °С не поднималась, а допустимой являлась температура 850 °С. Объяснялся это тем, что у мотора с непосредственным впрыском распределение распыленного топлива при правильной отладке происходило более равномерно, чем у карбюраторного собрата, и топливо лучше испарялось в цилиндре. Это обстоятельство позволило уменьшить расход воздуха на охлаждение цилиндров (прикрыть створки системы охлаждения) и соответственно уменьшить аэродинамическое сопротивление самолета.

Во второй половине 1943 г. ОКБ С.А. Лавочкина внесло ряд существенных изменений в конструкцию Ла-5ФН. В частности, они коснулись и моторной установки: был полностью герметизирован капот мотора, маслорадиатор перенесен под центроплан, улучшена система выхлопа и подачи воздуха к нагнетателю. Все новшества дали столь внушительный результат (максимальная скорость увеличилась

до 684 км/ч, время набора 5000 м сократилось до 4,45 мин, за боевой разворот истребитель стал набирать высоту 1200 м), что самолету присвоили новое обозначение - Ла-7.

Первые "семерки" стали поступать в строевые части ВВС в июне 1944 г. В августе 1944 г. начались войсковые испытания Ла-7. К этому времени "средняя продолжительность жизни" самолетов заметно возросла по сравнению с той, что была характерной для 1942-1943 годов. Боевые потери существенно уменьшились, появились самолеты-"долгожители", и стало очевидно, что после наработки 25...30 часов моторы М-82ФН выходят из строя: появляется сильное дымление, резко увеличивается расход масла (до 25...30 л/ч). При разборке моторов, снятых с эксплуатации, обнаружили сильную ступенчатую выработку стенок гильз цилиндров и поршневых колец. Сначала конструкторы решили, что причина кроется в отсутствии на большинстве самолетов противопыльных фильтров при низком расположении всасывающих патрубков, в повышенном температурном режиме мотора и в недоброкачественности гильз цилиндров и поршневых колец.

Поскольку почти до конца войны причину дефекта так и не удалось определить, пришлось наладить регулярный полевой ремонт моторов с заменой цилиндров и поршневых колец. Лишь на заключительном этапе войны выяснилось, что причиной дефектов М-82ФН являлась недостаточная твердость стенок цилиндров, которая, впрочем, соответствовала нормам.

В ноябре 1944 г. командующий ВВС КА Новиков в докладной записке секретарю ЦК ВКП(б) Маленкову докладывал о том, что в строевых частях производился досрочный сьем двигателей АШ-82ФН с самолетов Ла-7 по различным причинам и приводил следующие объяснения:

*"- применение некачественного материала для гильз цилиндров и неправильная их термообработка, что подтверждается анализами, проведенными в ГК НИИ ВВС;*

*- необеспеченность нормального температурного режима в левой установке самолета;*

*- неудачная конструкция пылеулавливающих фильтров".*

Далее Новиков выражал мнение, что при сдаточных и контрольных испытаниях выделялось недостаточное время на приработку цилиндрической группы. Отмечалась также неудовлетворительная работа топливорегулирующей аппаратуры, которая не обеспечивала качественного распыливания топлива в цилиндре и равномерности подачи топлива по цилиндрам. Однако выводы в докладной записке не были сформулированы, и путей решения проблемы Новиков фактически не предложил.

Еще в 1939 г. А.Д. Швецов и его конструкторы обратили внимание на то, что в некоторых случаях неравномерное распределение охлаждающего воздуха дефлекторами - особенно во втором ряду цилиндров - вело к неравномерным термическим деформациям гильз цилиндра, вследствие чего их форма менялась и становилась конической (угол конусности, естественно, сотые доли градуса) - появлялся так называемый "раструб". Именно Швецов выдвинул гипотезу о периодическом отрыве первого газоплотнительного кольца поршня от зеркала цилиндра при прохождении начала "раструба". В результате при обратном ходе отмечался удар поршневых колец о стенки цилиндра. Отрыв кольца происходил при большой скорости движения поршня, значения которой достигали 120 м/с. При очередном соприкосновении с зеркалом гильзы поршневое кольцо, имевшее острую кромку с режущим действием, создавало уступ на стенке гильзы. В этом и заключалась основная причина дымления мотора, причем масштабы явления увеличивались с ростом наработки. Все остальные причины, которые пытались устранить путем улучшения смазки и повышения износостойкости материала, являлись второстепенными, а принимаемые меры - паллиативными.

Усилению эффекта этого явления способствовало также уменьшение расхода

воздуха на охлаждение цилиндров на самолете Ла-7 по сравнению с Ла-5ФН и, следовательно, увеличения температуры гильзы. Надо сказать, что описанное явление, приводящее к сильному дымлению мотора, происходило на фоне неудовлетворительной работы регулятора смеси РС-2, самопроизвольно переобогащавшего смесь, что также вызывало дымление. Дефект был массовым и часто проявлялся еще на сдаточных испытаниях, (съем доходил до 40 % от числа испытывавшихся моторов).

Швецов выдвинул новую идею - придать стенкам цилиндра параболический профиль, тогда в нагретом рабочем состоянии они деформировались бы и становились "строго цилиндрическими". В начале 1944 г. Швецов пытался такие "параболические" цилиндры внедрить в серийное производство (до этого их делали в опытном цехе, что называется "на коленке"). Однако освоить технологию изготовления цилиндров столь сложной формы сразу не удалось. Лишь начиная с сентября 1945 г. были внедрены мероприятия, исключившие возможность образования "раструба".

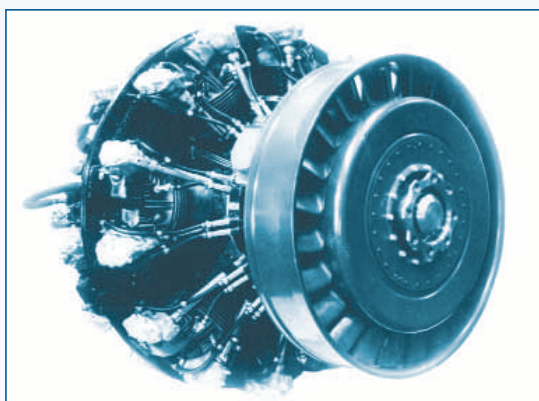
Истребителям Лавочкина довелось принять участие в гражданской войне в Китае, закончившейся эвакуацией гоминьдановского режима на остров Тайвань. Правда, туда отправилась следующая модификация истребителя - Ла-9, но она оснащалась все тем же мотором АШ-82ФН. Когда Ла-9 оказались в Китае, выяснилось, что условия там были крайне тяжелые: на грунтовых аэродромах при работе винтов образовывалась пыль из очень твердых частиц. Еще хуже было зимой из-за пыльных бурь. Ситуацию несколько смягчило то, что ресурс моторов АШ-82ФН во второй половине сороковых годов был доведен уже до 200 ч, а в условиях Китая все же удавалось поработать около 100 ч.

В конце войны Швецов создал мотор АШ-83 взлетной мощностью 1900 л.с. и номинальной 1500 л.с. на высоте 5750 м. Увеличение мощности и высотности потребовало существенного изменения конструкции мотора. В частности, была пересмотрена компоновка агрегатов на носке картера, усилен коленчатый вал, изменена конструкция ПЦН, установлена модифицированная система непосредственного впрыска, усовершенствована маслосистема. Мотор выпускался серийно.

На базе АШ-83 в 1949 г. был создан мотор АШ-82Т повышенной надежности для самолета Ил-14. Двигатель имел довольно малый удельный расход топлива на крейсерских режимах полета - 200...220 г/л.с.ч. Конструктивными особенностями АШ-82Т являлись: применение в редукторе самоустанавливающейся ведущей шестерни для выравнивания нагрузок на сателлитовые шестерни передачи и механизма уравнивания сил инерции второго порядка, а также "плавающие" седла клапанов. В отличие от моторов АШ-82 запуск производится не сжатым воздухом, а электроинерционным стартером комбинированного действия. Мотор АШ-82Т находился в серийном производстве в СССР до 1953 г., а в некоторых странах - союзницах СССР до 1977-1978 годов. Двигатель эксплуатировался до конца прошлого века, причем его ресурс удалось довести до 1200 ч!

В серийном производстве находились разработанные в ОКБ Швецова вертолетные редукторы, вертолетные двигатели АШ-82В, предназначенные для вертолетов Ми-4 и Як-24, и "долгожитель" АШ-62ИР для Ан-2.

Накопив огромный опыт конструирования авиадвигателей, А.Д. Швецов зарекомендовал себя высококлассным руководителем большого коллектива со своими, вполне сложившимися, взглядами на процесс создания новой техники. Аркадий Дмитриевич был убежден в том, что главный конструктор должен знать все: в каком состоянии дело на данный момент, в каком месте производства встретились трудности, каковы результаты испытаний. Если он убеждался, что его сотрудник не знал состояния дел, то был очень недоволен.



Мотор АШ-82В для вертолетов Ми-4 и Як-25



Самые невероятные и нестандартные предложения, которые ему докладывались, он был готов обсуждать, не жалея времени. А группа конструкторов, подчинявшаяся напрямую главному конструктору и занимавшаяся перспективными разработками, неофициально называлась "группой ураганных мыслей". А.Д. Швецов частенько навещался в группу, разрабатывавшую компоновку нового двигателя, так как только по общему виду мотора со всеми деталями и агрегатами можно составить представление в целом о моторе и его работе. Иногда при таком обзоре возникали новые идеи, нацеленные на улучшение конструкции отдельных узлов, которые тут же обсуждались, а затем принималось соответствующее решение.

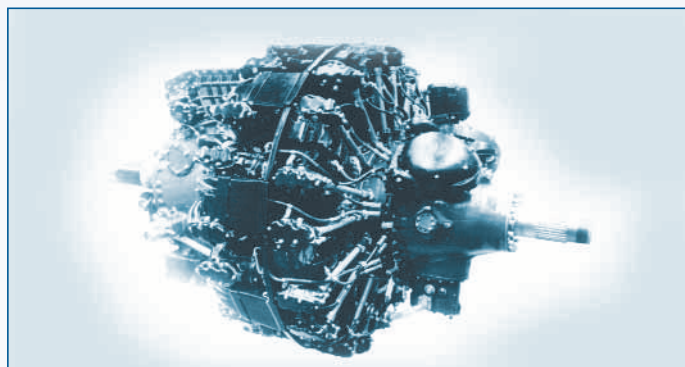
Группой перспективных разработок, которая занималась, в том числе, и весьма мощными моторами (4000...4500 л.с., трех- и четырехрядные звезды), руководил ведущий конструктор А.В. Воробьев. Компоновочные схемы моторов прорабатывали весьма опытные конструкторы М. Калабин, С. Сазонов, А. Конин. Эта группа размещалась в отгороженной от общего зала небольшой комнатке. Делая обход ОКБ, туда почти ежедневно заходил А.Д. Швецов. Далее он обычно направлялся в группу перспективных узлов, которой руководил П.А. Соловьев. Компоновочные схемы новых двигателей первоначально Швецов прорабатывал сам, или этим занимались В. Толмачев и А. Коинский под руководством главного. Необходимые расчеты чаще всего проводил П.А. Соловьев.

Нередко разгорались жаркие споры и дискуссии между Швецовым и Соловьевым. Хотя П.А. Соловьеву было тогда 30-35 лет, а А.Д. Швецову - почти в два раза больше (около шестидесяти), последний не показывал своего превосходства, спорил с ним, что называется на равных, переубеждал его или соглашался с его доводами. С другой стороны, П.А. Соловьев всегда проявлял неизменное уважение к старшему. После дискуссии и всестороннего обсуждения принимались соответствующие решения.

Для создания мощных двигателей в ОКБ были организованы широкие расчетно-теоретические исследования, проведены испытания отдельных деталей и узлов на установках и опытных двигателях на стенде. Так, например, Н.Н. Манюров и М.А. Окишев под руководством А.Д. Швецова разработали оригинальную методику расчета кривошипно-шатунных механизмов для двухрядных звездообразных двигателей воздушного охлаждения.

В 1944 г. руководителям авиапромышленности присвоили воинские звания. Швецов стал генерал-майором инженерно-технической службы. Но высокое звание не вскружило ему голову, скорее он относился к своему "генеральству" с налетом иронии и редко появлялся в военной форме.

Вообще для Швецова характерным было отсутствие всякого зазнайства и себялюбия. За внешней мягкостью его манер, движений угадывались высокая принципиальность, сильная воля и четкая целеустремленность. Приходилось Швецову проявлять и дипломатические качества. Павел Александрович Соловьев рассказывал: еще в 1939 г. Швецов ездил в Германию и там увидел много нового для себя, в том числе и новинку - звездообразный двигатель БМВ-801. Летом 1940 г. Швецову сообщили, что на завод № 19 с ответным визитом прибудет немецкая делегация. Аркадий Дмитриевич опасался, что немцы-конструкторы, побывав в ОКБ, тоже смогут сделать для себя важные выводы о направлениях его работы.



Двигатель АШ-73ТК для бомбардировщика Ту-4

Швецов посоветовался с Гусаровым, после чего было решено обшить все здание ОКБ полотном и сделать его похожим на производственный цех. А для того, чтобы отбить у немцев желание посмотреть, что же в этом здании делают, вокруг "производственного цеха" два дня со всего города вываливали мусор (потом этот мусор убирали почти год).

Швецов как технический директор и главный конструктор провел немцев по всем цехам, причем все детали и узлы мотора М-82 по его приказу спрятали подальше, на склад. Аркадий Дмитриевич показал "дорогим гостям" все производство, подчеркивая, что завод в основном занят изготовлением моторов М-62 и М-63, а также опытным производством двигателя М-71. Показал он и серийные КБ. На вопрос немцев - что это за здание без окон, окруженное горами мусора, Швецов ответил: "Это бывшая компрессорная, на ней произошла авария - вот почему столько мусора". Так немцы и не попали в "святая святых" завода № 19.

В августе 1944 г. в числе виднейших конструкторов страны А.Д. Швецов за большие успехи, достигнутые при создании сложной авиационной техники был награжден орденом Суворова II степени. В статусе ордена Суворова говорится: "Орденом Суворова награждаются военачальники за выдающиеся успехи в деле управления войсками, отличную организацию боевых операций и проявленную при этом решимость, в результате чего была достигнута победа в боях за Родину в Отечественной войне". Вот так ценилась тогда его деятельность!

Ни один новый мотор не давался легко. Вот подтверждающие это строки из воспоминаний Веры Дмитриевны, сестры Швецова: "Я помню, как много и напряженно работал Аркадий Дмитриевич во время войны. Он уезжал рано утром и возвращался поздно вечером. После ужина обязательно садился за рояль, играл около часа, а потом вынимал блокнот и неизменно логарифмическую линейку, с которой никогда не расставался, и принимался за свои расчеты.

Помню томительные ожидания окончания срока испытания нового мотора. В это время он бывал особенно молчалив в ожидании звонка с работы".

За тысячи километров от линии фронта, в тиши кабинета, А.Д. Швецов вел свой бой в войне умов, талантов, интеллекта. Ему было свойственно постоянное недовольство собой, неутомимость. В 1945 г. в период пика славы и триумфа он писал в статье, опубликованной в газете "Правда": "...было бы величайшей ошибкой с нашей стороны успокаиваться. Спросим себя открыто: все ли мы сделали для помощи фронту? Нет, конечно, далеко не все! Жизнь идет вперед, техника тоже. Мы не можем, не имеем права отставать. Надо дерзнуть!"

После окончания войны указом Президиума Верховного Совета СССР от 2 июля 1945 г. за образцовое выполнение заданий правительства по производству первоклассных авиационных моторов 230 работников завода № 19 и ОКБ-19 были награждены правительственными наградами. В их числе:

- орденом Ленина - главный конструктор А.Д. Швецов;
- орденом Трудового Красного Знамени - заместитель главного конструктора И.П. Эвич;
- орденами Красной Звезды - начальники цехов и отделов, а также заместитель главного конструктора П.А. Соловьев.

В период перехода от военной продукции к мирной было создано целое семейство моторов "АШ". В 1946 г. прошел государственные испытания и был передан в серийное производство двигатель АШ-21 для учебно-тренировочных самолетов Як-11 и УТБ - однорядный семцилиндровый звездообразный мотор с такими же размерами цилиндров, как у АШ-82. Он представлял собой, по существу, "половинку" АШ-82, имел односкоростной ПЦН и редуктор. Серийное производство мотора АШ-21 продолжалось около 10 лет.

В 1947 г. было получено правительственное задание на разработку мотора АШ-73ТК, который предназначался для тяжелых дальних самолетов Ту-4, Ту-70, Ту-75, Ту-85 и Ил-18 (с поршневыми моторами). В 1948 г. АШ-73ТК успешно прошел государственные испытания. В конструкции этого мотора впервые в отечественной моторостроительной практике применен стальной картер.

Последними поршневыми двигателями, разработанными в ОКБ Швецова, стали четырехрядные 28-цилиндровые сверхмощ-

ные АШ-2ТК и АШ-2К. Их начали разрабатывать в 1947 г. специально для дальнего бомбардировщика Ту-85. Мотор АШ-2К имел комбинированный наддув, который обеспечивался односкоростным ПЦН и двумя турбокомпрессорами ТК-19Ф. Двигатель успешно прошел государственные испытания в 1948 г., но самолетостроители потребовали увеличить мощность и высотность, а также повысить экономичность. Для выполнения этих требований на базе АШ-2ТК был создан комбинированный двигатель АШ-2К, конструкция которого предусматривала максимальное использование энергии выхлопных газов. Двигатель был снабжен работающими на выхлопных газах семью турбинами, передававшими вырабатываемую ими мощность на коленчатый вал двигателя. Энергия отработавших газов использовалась также для привода турбокомпрессора ТК-2, а после силовых турбин и ТК - для создания реактивной тяги. Взлетная мощность АШ-2ТК составляла 4000 л.с., а у АШ-2К она была доведена до 4500 л.с. В те времена во всем мире столь мощных поршневых двигателей не было. АШ-2К изготавливался в опытном производстве до 1952 г.

Специально для высотных дальних разведчиков в 1948 г. в ОКБ Швецова на базе АШ-83 был создан еще один мотор с комбинированным наддувом (ТК + ПЦН) - АШ-84. Его расчетная высота составляла 12 300 м. Чтобы обеспечить надежное охлаждение цилиндров на такой большой высоте Швецов установил на двигателе двухскоростной вентилятор. Это был единственный мотор с подобной системой охлаждения. В связи с закрытием темы по самолету были прекращены и работы по АШ-84.

26 января 1946 г. А.Д. Швецов стал лауреатом Государственной премии, а в феврале этого же года Аркадий Дмитриевич был избран депутатом Верховного Совета СССР. После войны поднялись в воздух пассажирские самолеты и вертолеты с двигателями Швецова. Он понимал, что за реактивной техникой будущее, но не менее ясно осознавал и то, что она не скоро станет хозяйкой неба, многие годы поршневым и реактивным двигателям придется соседствовать. Следовательно, необходимо совершенствовать поршневые моторы. Еще в 1923 г. у А.Д. Швецова после анализа возможных типов поршневых моторов сложилось убеждение, что будущее - за авиационными моторами воздушного охлаждения, т. к. они имеют меньший удельный вес, большую надежность и менее прихотливы в эксплуатации.

В 1947 г. А.Д. Швецову было присвоено звание генерального конструктора. В этом же году генеральный принял решение создать бригаду конструкторов, которая занялась бы вопросами изучения реактивной техники. Интерес к двигателям нового типа был велик, военная авиация быстрыми темпами переоснащалась самолетами с воздушно-реактивными двигателями. В том же 1947 г. в ОКБ-19 был готов первый экземпляр АШ-РД100. Всего было изготовлено три опытных двигателя, что позволяло перейти к испытаниям и доводке! Однако вскоре ОКБ получило задание на разработку новых поршневых моторов для гражданских самолетов и вертолетов, а работы по АШ-РД100 пришлось прекратить.

17 июля 1948 г. А.Д. Швецову было присвоено воинское звание генерал-лейтенанта инженерно-авиационной службы и в четвертый раз он был отмечен Государственной премией.

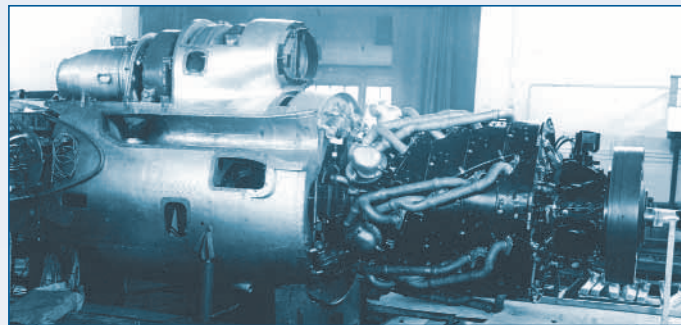
В последние годы Аркадий Дмитриевич Швецов занимался и активной общественной деятельностью. Дважды, в 1946 и 1950 годах он избирался депутатом Верховного Совета СССР. Кандидатуру прославленного конструктора в высший орган государственной власти страны выдвигали его земляки, избиратели Кунгурского округа, куда входил и Суксун, где прошло его детство.

Личное обаяние, простота и отзывчивость Швецова создали ему исключительную популярность у избирателей. Всеми силами Аркадий Дмитриевич помогал людям. Об этом свидетельствуют сохранившиеся 10 томов депутатской переписки.

По количеству моторов, изготовленных в серийном производстве, ОКБ А.Д. Швецова, пожалуй, является своеобразным чемпионом. Не считая массового двигателя М-11, было произведено:

- до войны - моторов типа М-25, М-25А, М-25В, М-62, М-63 - около 36 000 экземпляров;

- во время войны (АШ-62ИР, АШ-82, АШ-82ФН, АШ-83) - около 44 000 экземпляров;



Моторная установка бомбардировщика Ту-85 с двигателем АШ-2К

- после войны (АШ-73ТК, АШ-82Т, АШ-82В, АШ-21) - около 25 000 экземпляров.

А всего - более 100 тысяч моторов! Если считать и моторы М-11, то число "швецовских" моторов, изготовленных с 1927 г., перевалило за 200 тысяч единиц.

Еще один любопытный показатель: в серийное производство передавались 15 типов поршневых моторов конструкции А.Д. Швецова, не считая их модификаций. Пожалуй, ни одно КБ не может похвастаться таким творческим урожаем.

К 100-летию со дня рождения А.Д. Швецова П.А. Соловьев писал: *"Постоянное, повседневное общение Аркадия Дмитриевича с работниками коллектива являлось для нас наглядным воспитанием высоких качеств человека устремленного, умного, высоконравственного и деликатного. Он привил в нашем коллективе хорошие прогрессивные традиции и, прежде всего, чувство глубокого взаимного уважения и взаимной поддержки, постоянного стремления к новому, прогрессивному. Эти традиции в коллективе сохраняются, укрепляются и расширяются"*.

А вот мнение А. Маресьева, летчика-истребителя, Героя Советского Союза: *"Двигатели, созданные под руководством А.Д. Швецова, пережили своего творца. Они живы и сейчас, в век реактивной авиации и освоения космоса, но еще более долгая жизнь в памяти народной суждена самому конструктору"*.

Столь же высоко оценивал личность А.Д. Швецова заслуженный машиностроитель РФ Н.Н. Маннуров, лауреат почетной премии имени А.Д. Швецова, работавший с генеральным длительное время: *"А.Д. Швецов является отцом русских моторов воздушного охлаждения. Аркадий Дмитриевич - это человек с большой буквы, инженер-конструктор и государственный деятель. Для него были характерны огромное трудолюбие, большое чувство ответственности за любое порученное дело, глубокий анализ технических проблем. Он умел никогда не унывать при неудачах, преодолевать все создавшиеся трудности спокойно, холодным умом, без паники. Он учил никогда не останавливаться на достигнутом, выжимать все, на что способен двигатель при небольших "хирургических" конструкторских доработках, а также накапливать опыт, знания, создавать конструктивно новые серии и изделия"*.

Многие люди с глубоким уважением останавливаются перед бюстом А.Д. Швецова, установленным в сквере перед административным зданием "Пермских моторов". Растут дома по улице, носящей его имя, почтальоны приносят письма по адресу: город Пермь, улица Аркадия Швецова.

В ознаменование трудовых подвигов, совершенных при создании военной техники в годы Великой Отечественной войны, постановлением правительства в год 40-летия Победы на родине Швецова, в городе Нижние Серги, был установлен бронзовый бюст.

Накануне Дня Победы в мае 1985 г. в торжественной обстановке была открыта мемориальная доска у главной проходной объединения "Пермские моторы". В память о заслугах А.Д. Швецова в ОАО "Авиадвигатель" и учебных заведениях утверждена премия имени А.Д. Швецова.

Умер Аркадий Дмитриевич в 1953 г. и был похоронен на Новодевичьем кладбище в Москве. Преемником Швецова стал Павел Александрович Соловьев.

Замечательный сын своей Родины... Таким навсегда остался в памяти людей Аркадий Дмитриевич Швецов.





Пока данная статья готовилась к печати, ее автор, Виталий Леонидович Смольский, грамотнейший инженер, обладатель четырех дипломов о высшем образовании, в прошлом начальник бюро ЦНИИПС и работник ЦИАМ, известнейший на Эльбрусе и Чегете альпинист и горнолыжник, о котором до сих пор рассказывают легенды, наш коллега, сотрудник, друг и просто хороший человек, скончался. Мы взяли на себя труд довести до печати начатую им работу, которую посвящаем его памяти.

# ПОЛИГОНЫ

## ДЛЯ СКОРОСТНОГО ТРАНСПОРТА БУДУЩЕГО



Виталий Смольский

В условиях прогрессирующей перегрузки существующих видов транспорта, роста городов - мегаполисов и увеличивающегося населения, логическим решением транспортной проблемы является создание новых наземных высокоскоростных систем, рассчитанных на скорость движения порядка 400...500 км/ч. Высокая скорость перемещения аппарата вынуждает использовать принцип бесконтактного движения, исключающий износ и механические потери. При современном развитии техники решение может быть основано на применении линейного электродвигателя для создания тяги, а также воздушной подушки или магнитного подвешивания для исключения контакта между направляющими и движущимся аппаратом. Техничко-экономические исследования показывают, что магнитное подвешивание обладает рядом преимуществ по сравнению с воздушной подушкой и является предпочтительным. Но прежде чем первые пассажиры займут свои места в высокоскоростных поездах, новую технику необходимо испытать.

Самые совершенные испытательные полигоны проектируются для универсального использования, т.е. для проведения испытаний двух или даже трех видов транспортных систем. При проектировании экспериментальных установок и участков (полигонов) для испытаний высокоскоростных транспортных средств, обладающих скоростями порядка 300...600 км/ч, прежде всего исходят из тягово-динамических зависимостей и геометрии пути экспериментальной установки или полигона. Для проверки тягово-энергетических показателей испытательные участки должны обеспечивать возможность длительных поездок без остановки. Весь полигон в целом или его испытательный участок должны гарантировать возможность использования их для достижения наиболее высоких скоростей транспортного средства, которое предполагается исследовать, а также и тех средств, которые будут применяться в перспективе. Это же относится и к характеристикам трассы и дорожного полотна.

Важнейшие характеристики скоростного транспорта - зависимость тягового усилия и сопротивления движению от скорости и пути разгона от конечной скорости для единицы подвижного состава

при различных значениях установленной мощности и пускового ускорения. В качестве примера вид соответствующих зависимостей показан на рисунках 1 и 2.

Различают две разновидности экспериментальных участков или полигонов, которые определяют характер и объем возможных экспериментов: "линия" и "кольцо". Параметры, связывающие характеристики данного транспортного средства и его трассы следования: скорость, радиусы кривой поворота, величины возвышения пути и межопорной базы оказываются связанными выражением, приведенным на рисунке 3. Величины радиусов кривой поворота такого пути определяют принципиальную возможность "вписывания" скоростной магистрали в данную местность.

Новые высокоскоростные виды наземного транспорта, о создании которых заговорили почти полтора столетия тому назад, реально начали практически реализовываться с 70-х годов XX века. Прежде всего было создано несколько экспериментальных полигонов, на которых обкатывались различные варианты составляющих таких систем.

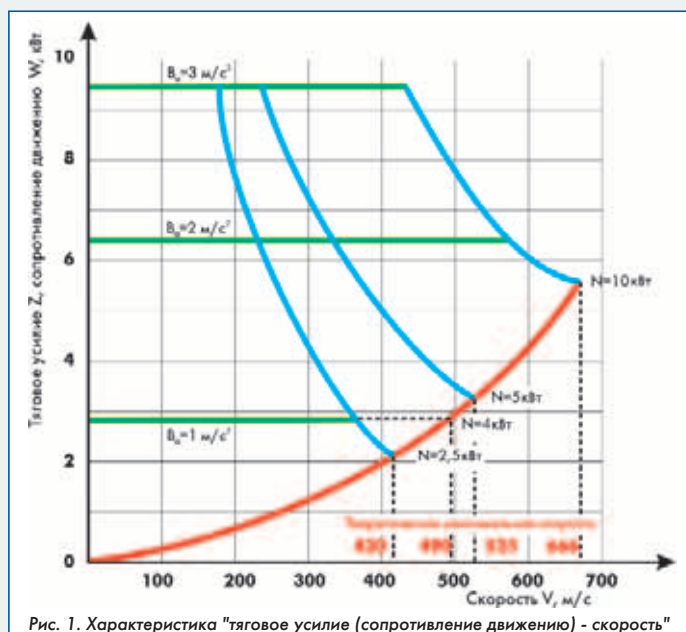


Рис. 1. Характеристика "тяговое усилие (сопротивление движению) - скорость"

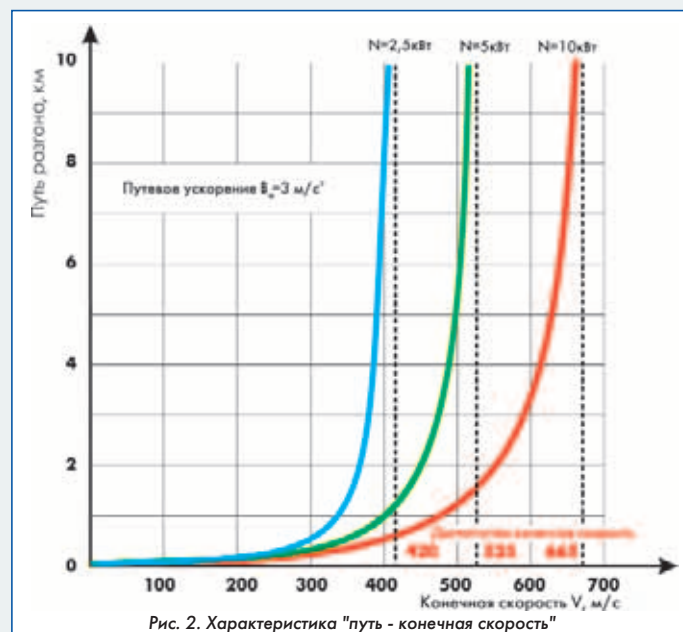
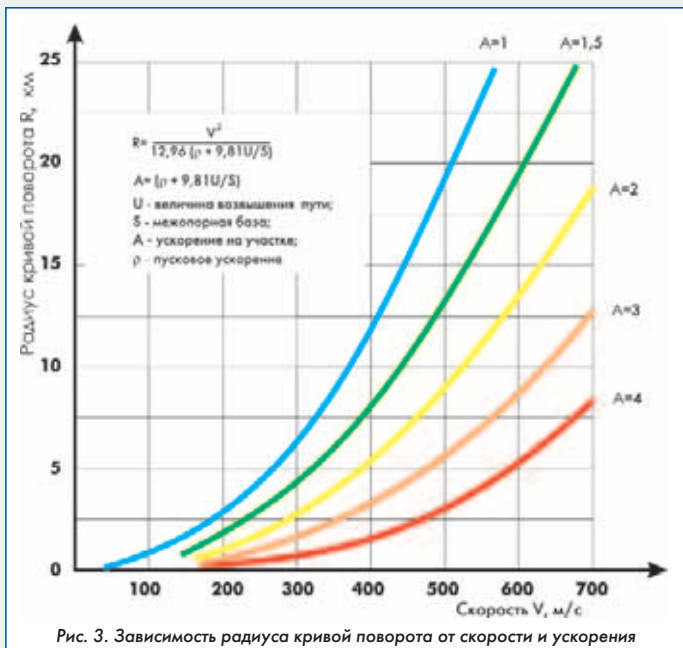


Рис. 2. Характеристика "путь - конечная скорость"



В районе Мюнхена впервые была опробована система, использующая эффект бесконтактного магнитного подвешивания, которая была разработана фирмами Messerschmitt-Bolkow-Blohm GmbH (MBB). Общая длина экспериментальной линии достигала 660 м. Линия составлялась из отдельных элементов по 12 м каждая. Для направления (ведения) и подвеса экипажа служили L-образные скобы, болтами крепившиеся к нижнему строению пути с деревянными шпалами и гравийным основанием. Между L-образными профилями располагался алюминиевый реактивный рельс (шина). Энергоснабжение осуществлялось от трехфазной сети напряжением 20 кВ, трансформируемым до 380 В. Токоведущие шины располагались слева и справа от реактивного рельса. Имелись две токовых цепи: для механизма подвеса и устройства создания тяги. Удельная мощность сети около 1 кВт/т. Бортовое электроснабжение также осуществлялось от этих цепей.

Фирма Krauss-Maffei AG построила и испытала экспериментальную установку TPANSRAPID, действовавшую на заводской территории фирмы в виде двухпутной лабораторной линии. Линия имела протяженность 1000 м с одной кривой для изучения поведения экипажа при вписывании в кривую. Экипаж допускал установку оборудования для двух систем подвешивания: электромагнитной или использующей воздушную подушку. В первом случае направляющие и поддерживающие усилия создавались электромагнитами при движении относительно стальных шин U-образного сечения, проложенных вдоль путевой балки. Во втором случае для создания горизонтальных и вертикальных сил предусматривались специальные дюзы. Вертикально расположенная на дорожном полотне алюминиевая шина линейного электродвигателя при работе системы подвешивания по принципу воздушной подушки выполняла роль направляющей.



Рис. 5. Посадка на поезд линии с бесконтактным магнитным подвешиванием разработки Messerschmitt-Bolkow-Blohm GmbH (MBB), окрестности Мюнхена.

Длина вагона, м.....	7,6	Пусковое тяговое усилие, кгс.....	1000
Ширина, м.....	2,1	Номинальная мощность, кВт.....	174
Высота, м.....	1,8	Привод - линейный асинхронный электродвигатель	
Порожняя масса, т.....	5,2		
Вместимость, мест.....	8		

Имеется информация и о других действующих и строящихся лабораторных и экспериментальных установках, спроектированных для отработки систем бесконтактного подвешивания, в том числе и с использованием принципа воздушной подушки.

К таким линиям относятся, например, французская лабораторная и экспериментальная линия Society de l'Aerotrain, испытательная линия Tracked Hovercraft Ltd для подвижного состава в Англии, транспортная система с подвижным составом на магнитной подушке в Торонто (Канада), скоростные линии "Новая Токайдо" и "Новая Санье" в Японии и др.

Министерства транспорта США создало испытательный центр в районе города Пуэбло (штат Колорадо), известный под названием HSGT - High Speed Ground Test Center. Этот полигон характеризуется слабо холмистым профилем с протяженными равнинными участками. В районе полигона наблюдаются значительные колебания среднегодовой температуры: от -10 °С зимой до +33 °С летом. Кроме того, здесь отмечаются существенные осадки в течение года: дождевые - свыше 300 мм/год, а снеговые - более 800 мм/год. Все эти обстоятельства оказали существенное влияние на выбор места строительства, поскольку позволяли исследовать влияние широкой гаммы погодных факторов.

Внешнее большое кольцо этого полигона имеет радиус 4000 м и общую длину около 34 км. Оно пригодно для испытаний техники, обладающей скоростью до 480 км/ч. Предусмотрена возможность исследований как колесно-рельсового подвижного состава, так и транспорта с бесконтактным подвешиванием.

Экспериментальное кольцо, спроектированное в ФРГ для испытаний высокоскоростного подвижного состава, имеет общую протяженность 77 км. Оно позволяет проводить испытания аппаратов с допустимой максимальной скоростью 700 км/ч, что делает возможным применение очень мощных тяговых средств. **▲**



Рис. 6. Поезда системы TPANSRAPID, фирмы Krauss-Maffei AG.

Длина вагона, м.....	12
Ширина, м.....	2,09
Высота над плоскостью пути, м.....	2,05
Масса, т.....	11
Расчетная скорость, км/ч.....	400
Достигнутая скорость, км/ч.....	160



# ТАК НАЧИНАЛИСЬ ЖРД И РАКЕТЫ НА ЖИДКОМ ТОПЛИВЕ

Александр Николаев

(Продолжение. Начало в № 1 - 4 - 2004)

## Лететь - и никаких гвоздей!

К весне 1942 г. основные трудности были преодолены, и двигатель установили на самолет. В апреле 1942 г. КБ Болховитинова посетил приехавший из Казани В.П. Глушко. В КБ он подробно ознакомился с конструкцией самолета "БИ" и стендовой испытательной установкой. 27 апреля состоялась первая проба работы двигателя на самолете, а с 30 апреля летчик начал запускать двигатель из кабины самолета. При включении двигатель практически сразу выходил на заранее отрегулированное значение максимальной тяги. На ней должны были выполняться разбег, набор высоты, полет, маневры.

Отладить плавную регулировку тяги так и не удалось. Конструктивно сложный спаренный топливно-дроссельный кран заменили пневмокранами основного и пускового расхода топлива. Теперь, если в полете с работающим двигателем возникала необходимость в ограничении скорости, летчику рекомендовалось перевести самолет в режим набора высоты или, в крайнем случае, выключить ЖРД. Для проведения первого полета истребителя "БИ" (к весне 1942 г. успели изготовить три машины, именно поэтому первый летный экземпляр стали именовать БИ-1) была создана Государственная комиссия под председательством В.С. Пышнова. В комиссию вошли также В.Ф. Болховитинов, ведущий инженер по самолету от НИИ ВВС М.И. Таракановский, ведущий инженер по двигателю А.В. Палло. На заседаниях комиссии присутствовал начальник НИИ ВВС П.И. Федоров.

2 мая Г.Я. Бахчиванджи выполнил на БИ-1 две пробежки с работающим ЖРД. Продолжительность работы двигателя составила 3,4 с при тяге 250...300 кгс и 10 с при тяге 400...500 кгс. Длина разбега до отрыва от полосы оказалась равной 180 м, а длина пробега - 300 м. Вечером 13 мая Бахчиванджи совершил подлет на высоту 3...5 м (продолжительность работы ЖРД - 17 с).

И, наконец, 15 мая настал день первого настоящего полета отечественного ракетного самолета со стартом с земли. Утро выдалось ясное, хотя и холодное. Полет назначили на 12.00. Вся бригада обслуживания и подготовки самолета с утра приступила к контрольному осмотру и устранению замечаний. Пока заправили самолет компонентами топлива, погода стала портиться, появились облака. Синоптики обещали ухудшение погоды во второй половине дня. Г.Я. Бахчиванджи вместе с ведущим инженером НИИ ВВС А.С. Сорокиным на самолете У-2 вылетел на разведку погоды. Вернувшись, они сообщили, что фронт ненастья отодвигается. Последовала команда - самолет вывести на взлетную полосу и ожидать дальнейшей команды. После внешнего осмотра самолета Бахчиванджи занял место в кабине.

Тут к самолету подошел комендант аэродрома и дал указание: взлет начинать по его сигналу стартовым флажком. Григорий Яковлевич позвонил А.В. Палло и заявил, что он не намерен ожи-

дать сигнала. Понимая состояние летчика, Палло согласился немедленно начать подготовку к запуску двигателя. Прделав все предстартовые операции и убедившись, что двигатель на пусковом режиме работает устойчиво, Бахчиванджи перевел двигатель на основной режим, и самолет пошел на взлет мимо растерявшегося коменданта аэродрома.

Быстро набирая скорость, БИ-1 взлетел с энергичным набором высоты. Взлет зафиксировали в 21 час 30 мин. В соответствии с программой летчик сделал четыре левых разворота на 90°. Грохочущий звук от работающего ЖРД был ясно слышен, а летящий самолет хорошо виден на фоне неба. Наконец, светящаяся точка от работающего ЖРД исчезла и появилось небольшое облачко желтого цвета. Самолет, планируя, стал заходить на посадку.

С земли было видно, что Бахчиванджи немного ошибся в расчете и машина подходила к границе ВПП на слишком большой высоте. Летчик это заметил и стал выполнять попеременное скольжение на правое и левое крыло. Однако вскоре БИ-1 потерял скорость и стал валиться на крыло. Самолет с левым креном коснулся земли под довольно большим углом и подломил обе стойки шасси. По летному полю покатило одинокое колесо от левой опоры. Все произошло быстро и неожиданно.

А.В. Палло вспоминал: *"В голове мысль: жив ли Григорий Яковлевич? Может произойти пожар от оставшихся в топливных баках компонентов топлива. Надо быстрее действовать... И вдруг видим, открывается фонарь и из кабины самолета вылезает Григорий Яковлевич. Сразу стало легче. Одновременно с нами подъехали члены летной комиссии, которые, посадив Григория Яковлевича в автомашину, уехали на командный пункт. Вид у Григория Яковлевича был явно обескураженный и растерянный. Потрясение, вызванное полетом и аварийной посадкой, не прошло."*

*Совместными усилиями обслуживающего состава завода и нашей группы слили и взвесили остатки топлива, сбросили давление из баллонов, сняли приборы регистрации полета, обесточили машину и дегазировали незначительный разлив кислоты из поломанной трубки. По общему состоянию самолет для ремонта был непригоден."*

Взлетную массу самолета в первом полете ограничили 1300 кг, а двигатель отрегулировали на тягу 800 кгс. Полет продолжался 3 мин 9 с. Самописцы зафиксировали максимальную высоту полета 840 м, скорость 400 км/ч, скороподъемность - 23 м/с. В послеполетном донесении летчик-испытатель отмечал, что полет на самолете "БИ" в сравнении с обычными типами самолетов исключительно приятен:

- перед летчиком нет винта и мотора, не слышно шума, выхлопные газы в кабину не попадают;
- летчик, сидя в передней части самолета, имеет полный обзор передней полусферы и значительно лучший, чем на обычном самолете, обзор задней полусферы;
- расположение приборов и рычагов управления удачное, видимость их хорошая, кабина не загромождена;
- по легкости управления самолет превосходит современные ему истребители.

Последующие летные испытания проводились на втором и третьем опытных самолетах "БИ", отличавшихся от первого только наличием лыжного шасси. Одновременно было принято решение начать постройку небольшой серии самолетов "БИ-ВС" и провести их войсковые испытания. От опытных самолетов "БИ-ВС" отличались вооружением: в дополнение к двум пушкам под фюзеляжем по продольной оси самолета перед кабиной летчика устанавливалась



Двигатель РД-1 на ракетном истребителе БИ

бомбовая кассета, закрытая обтекателем. В кассете размещалось десять мелких бомб массой по 2,5 кг. Эти бомбы намеревались сбрасывать над бомбардировщиками, идущими в боевом строю, и поражать их ударной волной и осколками.

Второй полет опытного самолета "БИ" состоялся 10 января 1943 г. За короткий срок на нем были выполнены четыре полета: три из них летчиком Г.Я. Бахчиванджи и один летчиком-испытателем К.А. Груздевым. В этих полетах были зафиксированы наивысшие летные показатели самолета "БИ" - максимальная скорость 675 км/ч, вертикальная скороподъемность 82 м/с, высота полета 4000 м, время полета 6 мин 22 с, продолжительность работы двигателя 84 с.

Шестой и седьмой полеты выполнялись Г.Я. Бахчиванджи на третьем опытном самолете. Задание летчику на седьмой полет, состоявшийся 27 марта 1943 г., предусматривало доведение скорости горизонтального полета самолета до 750...800 км/ч по прибору на высоте 2000 м. По наблюдениям с земли, седьмой полет вплоть до конца работы двигателя на 78-й секунде протекал нормально, но после окончания работы двигателя самолет, находившийся в горизонтальном полете, опустил нос, вошел в пикирование и под углом около 50° ударился о землю. Планер "БИ" изготавливался в основном из дерева, поэтому тут же возник пожар и все, что могло хоть в какой-то мере объяснить причину трагедии, исчезло в огне.

Комиссия, которая расследовала обстоятельства катастрофы, не смогла установить подлинные причины перехода в пикирование самолета "БИ", но в заключении аварийного акта отмечала, что явления, происходящие при скоростях полета порядка 800...1000 км/ч, в то время были совершенно не изученными. По мнению комиссии, на этих скоростях могли появиться новые факторы, влияющие на управляемость, устойчивость и нагрузки на органы управления. Что это за факторы - комиссия не уточнила. Позднее, уже после изучения опыта испытаний и боевого применения самолета Me 262, получила широкое распространение версия о затягивании самолета в пикирование, которое, якобы, Бахчиванджи не смог преодолеть. Однако Л.С. Душкин считал такое объяснение не имеющим отношения к делу. Самолет перешел в резкое пикирование после окончания работы ЖРД, при этом скорость должна резко уменьшиться, а волновые явления ослабнуть. Душкин полагал, что истинной причиной трагедии могла стать внешне незначительная деталь: непосредственно перед полетом на "БИ" впервые смонтировали стрелковый прицел. При резком прекращении работы ЖРД на летчика (как и пассажиров в вагоне метро или автобуса при торможении) воздействует значительная отрицательная перегрузка. Расстояние от лица пилота до прицела составляло несколько сантиметров, и если в результате толчка при остановке двигателя летчик ударится о прицел, то вряд ли сможет быстро прийти в себя...

После гибели Г.Я. Бахчиванджи недостроенные самолеты "БИ-ВС" решили законсервировать, а затем их пустили на слом. Однако работы по этой теме продолжались еще некоторое время. С целью изучения возможности увеличения продолжительности полета ракетного истребителя-перехватчика типа "БИ" в 1943-1944 гг. рассматривалась модификация этого самолета с прямоточными воздушно-реактивными двигателями на концах крыла, повторявшая схему самолета "302". Ее исследовали в аэродинамической трубе ЦАГИ, но дальнейшего развития она не получила. В январе 1945 г. на самолете "БИ" с лыжным шасси и с двигателем РД-1 конструкции А.М. Исаева, являвшимся развитием двигателя Д-1А-1100, летчик Б.Н. Кудрин выполнил два полета. В одном из них при взлетной массе самолета 1800 кг и скорости 587 км/ч вертикальная скорость "БИ" у земли составила 87 м/с. Однако затем работы над самолетом прекратили. Всего для проведения различных испытаний было построено

девять самолетов "БИ", способных подниматься в воздух (для остальных отсутствовали двигатели и некоторые другие агрегаты).

Создание экспериментального истребителя "БИ" и его первые успешные полеты стали важнейшими этапными достижениями отечественного авиастроения по реактивной тематике. Следует признать, что все другие результаты были более скромными. Так, в 1942 г. академик С.А. Чаплыгин в своем письме наркому А.И. Шахурину предлагал считать одной из основных задач ЦАГИ создание самолета с реактивными двигателями. Идею одобрили, и в ЦАГИ был организован реактивный отдел. Однако он занялся, главным образом, проведением научных исследований, а не созданием реальной машины. В отделе разрабатывались методы расчета и компоновки реактивных самолетов, выявлялись и решались проблемы силовых установок, аэродинамики, устойчивости и управляемости, прочности и аэроупругости при больших скоростях, определялись программы научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. Весьма важно, что при изучении проблемных вопросов, связанных с реактивной техникой, формировались кадры специалистов и накапливался научно-технический задел, на основе которого становилось возможным создание высочайших реактивных самолетов.

### Фронт работ расширяется

Над оригинальными проектами истребителей-перехватчиков с ЖРД и ПВРД работал Р.Л. Бартини. Под его руководством в 1941-1942 гг. были спроектированы истребители-перехватчики "Р" и Р-114 со стреловидными крыльями, летно-тактические данные которых далеко опережали свое время. Расчетная скорость полета истребителя Р-114, оснащенного силовой установкой в виде "связки" из четырех ЖРД с тягой по 300 кгс, оценивалась в 2400 км/ч. В результате применения ряда новых конструктивных решений (стреловидные крылья с отсосом пограничного слоя, силовая установка с газодинамическим сплыванием несущих и тянущих свойств, инфракрасный локоптор), требовавших проведения обширных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, проекты Р.Л. Бартини в суровое военное время не могли быть реализованы. Но уже само появление таких проектов позволяло все большему кругу специалистов получить представление о перспективах, которые открывались перед авиацией с внедрением реактивной техники.

Между тем в НИИ-3 под руководством А.Г. Костикова при активном участии М.К. Тихонравова, Л.С. Душкина и В.С. Зуева возобновились работы по проекту самолета "302". Летом 1942 г. эскизный проект был направлен вначале экспертным организациям (ЦАГИ, ЦИАМ, НИИ ВВС КА, ВВИА им. Н.Е. Жуковского), а после их одобрения - Сталину и Ворошилову. Постановлением ГКО от 15 июля 1942 г. НИИ-3 наркомата боеприпасов был преобразован в Государственный институт реактивной техники (ГИРТ) и подчинен непосредственно СНК СССР. Отныне на институт возлагалась разработка реактивных снарядов и пусковых систем, а также реактивных летательных аппаратов и воздушных торпед. Директором и главным конструктором института назначался А.Г. Костиков.

В июле 1942 г. ГКО принял постановление о создании реактивного истребителя-перехватчика "302" с продолжительностью полета 20 мин. Срок представления машины на летные испытания по предложению самих разработчиков устанавливался жестким - март 1943 г. По своей аэродинамической схеме и конструкции истребитель "302" имел много общего с самолетом "БИ", но был крупнее и, что очень важно, почти в два раза тяжелее его. Вооружение самолета "302" состояло из четырех 20-миллиметровых пушек с боезапасом по 100 снарядов. Следует признать,

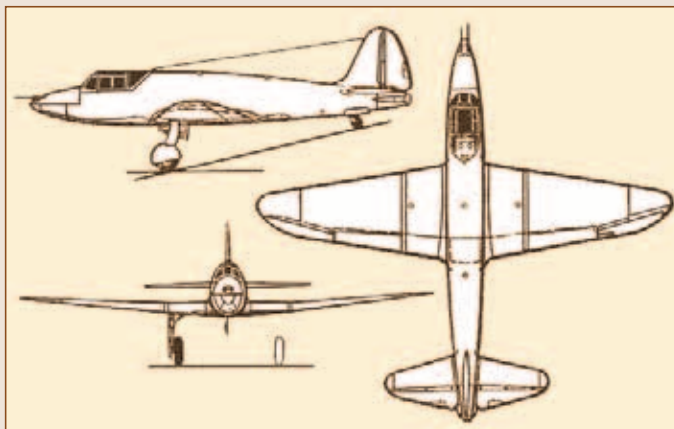


Схема ракетного истребителя "302П"



что проект истребителя "302" был более обоснованным в тактическом плане, нежели идея "БИ" с его совершенно неудовлетворительной продолжительностью полета.

Однако вскоре выяснилось, что конструкторы ГИРТ проявили излишний оптимизм при определении сроков разработки машины. Трудности, возникшие при создании ПВРД, заставили Костикова временно отказаться от идеи применения комбинированной силовой установки, и вариант "302П" стал рассматриваться как чисто ракетный истребитель-перехватчик с взлетной массой 3358 кг, способный достичь высоты 5000 м за 2,1 мин при взлетной тяге двигателя 1400 кгс. Запас топлива и окислителя на самолете "302П", равный 1635...1735 кг, обеспечивал непрерывную работу двигателя на взлетном режиме на протяжении 4,5...4,7 мин. Поэтому заданную продолжительность полета предполагалось обеспечить или применением ЖРД РД-2М с регулируемой летчиком в полете тягой (минимальная тяга 350 кгс), или установкой ЖРД типа РД-2МЗВ с основной и дополнительной камерами сгорания. Работа основной камеры сгорания двухкамерного ЖРД, включаемой по необходимости, обеспечивала в считанные секунды достижение максимальных летно-технических характеристик самолета, но из-за огромного удельного расхода топлива продолжительность полета оказывалась очень малой. Наличие дополнительной камеры сгорания сравнительно небольшой тяги, обеспечивающей возможность горизонтального полета самолета при выключенной основной камере сгорания двигателя и имеющей по сравнению с основной камерой значительно меньший секундный расход топлива, увеличивало продолжительность полета самолета с ЖРД примерно в три раза.

Подачу топлива в камеры сгорания как двигателя с регулируемой в полете тягой, так и двухкамерного двигателя предполагалось осуществлять турбонасосным агрегатом. Такой принцип подачи топлива имел ряд преимуществ перед вытеснительной системой: почти на 10...12 % уменьшалась относительная масса конструкции планера благодаря снижению массы силовой установки (становились ненужными тяжелые баллоны со сжатым воздухом); повышались летно-технические данные и особенно боевая эффективность истребителя-перехватчика, так как при вытеснительной системе подачи топлива баллоны со сжатым воздухом и топливные баки, находящиеся под высоким давлением, снижали живучесть истребителя в воздушном бою.

В 1943 г. самолет "302" без двигателя был построен, испытан в варианте планера, показал хорошие летные данные, но из-за отсутствия работоспособного двигателя, создатели которого встретились с рядом трудностей, работы затягивались на неопределенное время. В поисках выхода из сложившегося положения Костиков предложил идею воздушного авианосца (четырёхмоторного самолета Пе-8 с двумя подвешенными под его крыльями истребителями "302П"). По его расчетам, такой "комбинированный перехватчик" был способен часами барражировать над охраняемым объектом, а реактивные истребители получали возможность не расходовать ценное топливо на набор высоты. Но это экстравагантное предложение не спасло разработчиков самолета "302" от наказания за срыв выполнения ими же инициированного правительственного задания. В ноябре 1943 г., когда все сроки прошли и стал очевиден провал, в Государственный институт реактивной техники приехала правительственная комиссия во главе с заместителем наркома авиапромышленности по опытному строительству А.С. Яковлевым.



Огневые испытания РУ-1 на бомбардировщике Пе-2

Комиссия составила негативное заключение о состоянии работ по теме "302" и рекомендовала прекратить создание истребителя. После доклада комиссии Сталину руководитель института А.Г. Костиков был снят с должности и арестован НКВД. В феврале 1944 г. Государственный институт реактивной техники был вновь преобразован - на этот раз в НИИ-1 в составе наркомата авиапромышленности (другое название - НИРА - Научно-исследовательский институт реактивной авиации).

Весной 1944 г. в НИИ-1 были переведены почти все видные отечественные авиационные специалисты, занимавшиеся созданием реактивных двигателей, включая М.М. Бондарюка, А.М. Люльку, А.М. Исаева и В.П. Глушко. Правда, последний оставался в Казани на положении заключенного в ОКБ-16, которое превратилось в филиал НИРА. 25 апреля 1944 г. Л.П. Берия и нарком авиапрома А.И. Шахурин обратились к Сталину с предложением "учитывая важность проведенных работ,... освободить со снятием судимости особо отличившихся заключенных специалистов с последующим направлением их на работу в авиапромышленность". Машина правосудия заскрипела, провернулась и 27 июля 1944 г. В.П. Глушко был освобожден. Однако поздней осенью казанское ОКБ реактивных двигателей (ОКБ-РД) выделилось из состава НИИ-1 и приобрело статус самостоятельной организации с базой в подмосковных Химках.

К созданию ракетных истребителей-перехватчиков был подключен и коллектив конструкторского бюро Н.Н. Поликарпова. Осенью 1943 г. ему было поручено создание двухпушечного высотного реактивного истребителя-перехватчика. Проект этого самолета, получившего условное обозначение "Малютка", имел некоторые необычные для своего времени черты: резко вынесенную вперед кабину летчика; шасси с носовым колесом, позволившее решить задачу максимального использования свободных объемов фюзеляжа для размещения топлива; предельно малые геометрические размеры. Двухкамерный ЖРД с турбонасосной подачей топлива и тягой 1200 кгс должен был обеспечить самолету "Малютка" набор высоты 5000 м за 1 мин и продолжительность полета 8...14 мин при взлетной массе самолета, равной 2550 кг. Расчетная максимальная скорость "Малютки" составляла 875 км/ч. В ЦАГИ начались исследования модели самолета в аэродинамической трубе больших скоростей, но они были прерваны в 1944 г. в связи со смертью Н.Н. Поликарпова.

Помимо разработки самолетов с маршевым ЖРД другим основным направлением работ по авиационной реактивной технике в СССР в 1940-1946 г. стало создание самолетов с винтомоторной силовой установкой и ЖРД-ускорителем. Еще в июле 1940 г. В.П. Глушко предложил установить на опытном двухмоторном истребителе "100" (прототип пикирующего бомбардировщика Пе-2) и самолете "Сталь-7" (прототип дальнего бомбардировщика Ер-2) вспомогательные ЖРД-ускорители типа ОРМ-62 тягой 300 кгс для увеличения скорости полета в решающие минуты воздушного боя. Благодаря двигателям-ускорителям эти самолеты приобретали ряд тактических преимуществ: они могли или быстро настичь самолет противника с поршневым двигателем, или, наоборот, быстро оторваться от преследования противника и выйти из боя в случае необходимости. Предложение было принято, и В.П. Глушко поручили создание ЖРД-ускорителей, а его группу преобразовали в опытно-конструкторское бюро по ЖРД (ОКБ-16 НКВД).

В начале 1943 г. ОКБ-16 в основном завершило создание авиационного двигателя РД-1 с тягой 300 кгс и удельным расходом топлива 90 кг/мин. Двигатель выполнялся по однокамерной схеме с насосной подачей в камеру сгорания топливных компонентов - азотной кислоты и керосина. Предусматривалась возможность объединения нескольких РД-1 в многокамерную "связку" тягой до 1200 кгс (вариант двигателя с тремя камерами назывался РД-3 и в дальнейшем стал основным).

Параллельно с созданием и испытаниями двигателей РД-1 в ОКБ В.П. Глушко под руководством его заместителя С.П. Королева проектировалась реактивная установка РУ-1, которая предназначалась для проведения испытаний и отработки реактивного двигателя РД-1 в полетных условиях на серийном двухмоторном фронтовом

бомбардировщике Пе-2. Завод, производивший Пе-2, также находился в Казани, что создавало определенные удобства при доработке машины. Другой причиной для выбора "пешки" в качестве летающей лаборатории была ее аэродинамическая схема с двухкильевым оперением, облегчавшая монтаж ЖРД в хвостовой части фюзеляжа с минимальными переделками.

Реактивная установка РУ-1 состояла из двигателя РД-1, керосиновой, кислотной, воздушной систем и системы управления двигателем. Двигатель РД-1 (камера сгорания с агрегатами пуска) устанавливался в хвостовой части фюзеляжа самолета Пе-2. Горючее и окислитель общей массой 850 кг размещались в фюзеляже в двух расположенных друг над другом баках: легко испаряющаяся азотная кислота - в верхнем, тяжелый нелетучий тракторный керосин - в нижнем. Находившийся в левой мотогондole насосный агрегат мощностью 45 л.с., связанный с основным поршневым двигателем М-105РА трансмиссионным валом с гидромуфтой, обеспечивал подачу компонентов топлива в камеру сгорания РД-1. Управление двигателем дублировалось и могло осуществляться с места летчика и из кабины стрелка-радиста, причем включать двигатель мог только летчик, а отключать - и летчик, и экспериментатор.

Максимальная расчетная продолжительность работы РД-1 на режиме полной тяги ограничивалась емкостью топливной системы и составляла около 10 мин. Общая масса РУ-1 на самолете Пе-2 составляла 1050 кг, а масса двигателя РД-1 - 56 кг. Нормальная взлетная масса самолета Пе-2 с РД-1 - 8200 кг, а средняя полетная масса для определения летно-технических характеристик самолета - 7550 кг. По аэродинамическому расчету, выполненному С.П. Королевым, работа реактивного двигателя в течение 80...100 с должна была увеличивать максимальную скорость полета самолета Пе-2 на 108 км/ч на высоте 7000 м, а при взлете - сокращать длину разбега на 70 м. Вертикальная скорость самолета при отрыве от земли с работающим двигателем РД-1 могла возрасти на 30 %, соответственно увеличивался возможный угол набора высоты, что было важно при взлете с небольшого полевого аэродрома, ограниченного препятствиями.

Изготовление всех частей РУ-1 и переоборудование самолета Пе-2 велось очень быстрыми темпами. 7 августа 1943 г. начались летные испытания модифицированного самолета. Включение РД-1 на взлете и в воздухе в основном подтвердило ожидаемое улучшение летно-технических данных самолета Пе-2, однако не в той мере, как получалось по расчетам: в диапазоне высот от земли до расчетной максимальной скорости самолета увеличилась на 46...68 км/ч, а время набора высоты 5000 м сократилось на 3 мин.

Первый этап заводских летных испытаний самолета Пе-2 с РУ-1 (впервые машина зав. № 15/185 поднялась в воздух 1 октября 1943 г.), которые проводили летчики-испытатели А.Г. Васильченко и А.С. Пальчиков при участии в полетах в качестве инженеров-экспериментаторов С.П. Королева и Д.Д. Севрука, показал, что двигатель РД-1 и реактивная установка РУ-1 в целом работают нормально, однако запуск в воздухе был затруднен. Первоначально пусковое топливо воспламенялось электрической свечой накаливания, но при полетах на большой высоте свеча работала неустойчиво. Из 110 полетов, совершенных Пе-2 с РУ-1, более половины имели целью отработку зажигания. Долго подбирали свечу и форсунки, экспериментировали с различными конструкциями. В конце концов проблему в основном решили, применив самовоспламеняющееся топливо (смесь карбинола с бензином, которая воспламенялась при контакте с азотной кислотой). Двигатель получил наименование РД-1ХЗ (химическое зажигание), в полете он допускал повторные включения, число которых зависело от запаса самовоспламеняющейся жидкости.

В 1944 г., опираясь на достигнутые результаты, С.П. Королев предложил три варианта модернизации серийного Пе-2 с применением установки РУ-1 для боевого использования. Первый вариант предусматривал "тиражирование" экспериментальной машины; его главным достоинством являлась возможность кратковременного увеличения скорости бомбардировщика для уклонения от атаки неприятельских истребителей. Второй вариант отличался тем, что по одному двигателю РД-1 предлагалось установить в задней части

каждой из мотогондол, обеспечив дополнительную тягу 600 кгс. Машина приобретала "истребительные" повадки и могла использоваться в качестве высотного перехватчика. В третьем варианте РД-1 использовался в составе стартового ускорителя, который выполнялся в виде отдельного агрегата и мог быть сброшен после взлета. Применение двух таких устройств позволяло вдвое увеличить бомбовую нагрузку Пе-2 или сократить длину разбега до 300-350 м.

### И снова - ракетные истребители!

В конце 1943 г. - начале 1944 г. разработками истребителей с положительно зарекомендовавшим себя глушковским РД-1 занялись еще несколько самолетных ОКБ. *"Еще в ноябре 1943 г. Семен Алексеевич перевел меня из Горького в московский филиал заниматься новыми двигателями, которые устанавливались в хвосте Ла-5 и использовались в качестве ускорителей,* - вспоминал один из сотрудников С.А. Лавочкина конструктор Н.Н. Горошков. *- Мы получили чертежи этого двигателя, на них вместо подписей исполнителей стояли трехзначные номера"*.

В 1944 г. эксперименты с РД-1 продолжились на истребителе Ла-7Р. *"Работали мы дружно,* - рассказывал В.П. Глушко. *- Обстановка всегда была какой-то деловой. С Лавочкиным было приятно работать и в трудные минуты, и в хорошие. Запомнилась мне эта работа еще и потому, что его фирма была первой, с которой связалось наше КБ, когда ВВС поставили вопрос о применении наших двигателей на конкретных конструкциях"*.

Летные испытания опытного самолета Ла-7Р начались в конце лета 1944 г., а с января 1945 г. стал испытываться и второй экземпляр машины (сначала с РД-1, а затем с РД-1ХЗ). Пилотировали эти истребители летчики А.В. Давыдов и Г.М. Шиянов. Самолет Ла-7Р смог развить максимальную скорость 792 км/ч на высоте 6300 м, однако конструкция серийного истребителя с цельнодеревянным фюзеляжем, весьма чувствительным к протечкам азотной кислоты, оказалась не слишком пригодной для размещения ЖРД. В полете, состоявшемся 27 марта 1945 г., на втором опытном Ла-7Р при попытке повторного запуска ЖРД произошел взрыв. Сильно пострадала хвостовая часть фюзеляжа и оперение, но летчику-испытателю Г.М. Шиянову удалось все же посадить истребитель.

В 1945 г. в ОКБ С.А. Лавочкина разработали экспериментальный истребитель "120Р" с поршневым мотором АШ-83 и двигателем РД-1ХЗ. Удалось несколько увеличить запас топлива для ЖРД, повысить живучесть хвостовой части фюзеляжа (ее выполнили из металла). 18 августа 1946 г. самолет "120Р" с работающим РД-1ХЗ был продемонстрирован на воздушном параде в Тушино и произвел сильное впечатление на зрителей.

Задания на создание опытных самолетов с ЖРД получили также конструкторские коллективы А.С. Яковлева, П.О. Сухого и И.Ф. Флорова.

О самолете Як-ЗРД (несмотря на то, что именно на нем был достигнут самый большой прирост скорости при включении РД-1 - 182 км/ч и получена феноменальная скороподъемность - высоту 3000 м он набирал за 3 минуты) сам А.С. Яковлев вспоминал неохотно. По его мнению, ЖРД приносил с собой слишком много проблем: *"На самолете установлены баки с окислителем, специальные насосы, множество всевозможных клапанов, редукторов. ЖРД работает ненадежно. Окислитель подтекает, зловредно испаряется. Механики ходят с ожогами рук и в прожженных комбинезонах..."* Ба-



Ла-7Р с жидкостным реактивным двигателем РД-1



ки для реактивного топлива (50 кг керосина и 200 кг азотной кислоты) размещались в крыле, их емкость обеспечивала прирост тяговооруженности на протяжении 3 мин.

На экспериментальной яковлевской машине летал В.Л. Расторгуев, который кратко, но образно выражал свое отношение к ней в следующей форме: "На этой машине летать - что тигрицу целовать. И страшно, и никакого удовольствия". (Вероятно, к подобной оценке присоединились бы и пилоты немецкого перехватчика Me 163, о котором мы уже писали.) Машину планировали продемонстрировать на воздушном параде, который должен был состояться 18 августа 1945 г. Но за два дня до этого после прекращения работы двигателя (как в свое время "БИ") самолет Як-ЗРД внезапно перешел в крутое пикирование и потерпел катастрофу. Виктор Расторгуев погиб. Возможно поэтому Яковлев не любил вспоминать об этом самолете. После катастрофы все работы по Як-ЗРД были прекращены.

Несколько иное отношение к ЖРД сложилось в ОКБ П.О. Сухого. Здесь первые эксперименты провели на переоборудованном штурмовике Су-6, но затем построили опытный высотный истребитель Су-7 цельнометаллической конструкции с двигателем АШ-82ФН, оснащенным турбокомпрессором ТК-3. В хвостовой части фюзеляжа смонтировали жидкостный реактивный двигатель РД-1, а топливо (360 кг горючего и окислителя) разместили в баках под кабиной пилота. Топливо в камеру сгорания РД-1 подавалось шестеренчатым насосным агрегатом, который приводился в действие основным поршневым двигателем самолета и требовал мощности 45 л.с.

Летные испытания начались в 1945 г., их проводил пилот Г.Н. Комаров. Главной целью экспериментов считалась отработка двигателей (как поршневого с турбокомпрессором, так и ЖРД) и накопление опыта эксплуатации комбинированной силовой установки. За время заводских испытаний было выполнено 84 пуска двигателей РД-1 и РД-1ХЗ, которые наработали суммарно 29 мин. Максимальная скорость, которую продемонстрировал Су-7, не впечатляла - всего 597 км/ч на высоте 6000 м. По указанию наркомата авиапромышленности работы по Су-7 были прекращены.

В 1944 г. в НИИ-1 под руководством И.Ф. Флорова началось проектирование экспериментального самолета "4302", на котором планировали произвести сравнение двух систем подачи топливных компонентов в камеру сгорания ЖРД - насосной и вытеснительной. Двигатели с такими системами подачи разрабатывались коллективами Л.С. Душкина и А.М. Исаева, соответственно. Машина создавалась с учетом опыта проектирования самолетов "БИ" и "302", а также с некоторой оглядкой на Me-163. Так, взлет самолета "4302" производился на специальной сбрасываемой колесной тележке, а посадка - на выпускаемую лыжу. Двигатель РД-1М конструкции А.М. Исаева расчетной максимальной тягой 1500 кгс устанавливался в хвосте фюзеляжа. Летом 1946 г. самолет "4302" испытали в безмоторном полете на буксире за самолетом Ту-2, а в конце августа 1947 г. состоялся единственный "полномасштабный" полет. Машиной управлял летчик-испытатель А.К. Пахомов. В целом полет прошел нормально, но на заключительном этапе из-за разрыва магистрали азотной кислоты ее пары попали в кабину пилота. А.К. Пахомов с трудом произвел посадку, после чего "4302" с вытеснительной системой подачи топлива больше в небо не поднимался. Альтернативную систему подачи топлива с помощью насосов испытали на ис-



Ракетный истребитель И-270

требителе-перехватчике И-270, созданном в ОКБ главного конструктора А.И. Микояна.

Эта машина стала вершиной научно-технической мысли сороковых годов прошлого века в отношении самолетов с ЖРД. В ее конструкции постарались учесть весь накопленный опыт, как отечественный, так и "трофейный". Экспериментальный высотный истребитель-перехватчик И-270 создавался в расчете на применение двухкамерного ЖРД РД-2МЗВ конструкции Л.С. Душкина. Машина должна была развивать скорость 1000 км/ч, ее расчетный потолок составлял 18 000 м, а время набора высоты 5000 м не должно было превышать 1 мин. Крыло применили нестреловидное, аэродинамическую схему выбрали нормальную с хвостовым оперением, но в общем облике И-270 явно угадывалось влияние Me 263. Машину вооружили двумя пушками НС-23 с боекомплектом по 40 снарядов на ствол в расчете на одну молниеносную атаку.

Двухкамерный двигатель РД-2МЗВ располагался в хвостовой части фюзеляжа и работал на керосине и азотной кислоте. Малая камера обеспечивала экономическую тягу 300 кгс, а большая - 2000 кгс (при полетах И-270 она была временно ограничена 1450...1550 кгс). Подача окислителя и горючего в камеры сгорания осуществлялась турбонасосным агрегатом, работавшим на порогазе, который получался при каталитическом разложении 80-процентной перекиси водорода (привет от Вальтера!). Опытный И-270 был изготовлен в 1946 г., но из-за неготовности двигателя его полномасштабные испытания удалось начать только летом 1947 г. Пилотировали машину летчики-испытатели В.Н. Юганов и А.К. Пахомов. Максимальная продолжительность моторного полета при работе только малой камеры сгорания РД-2МЗВ превысила 9 мин.

Другие летные характеристики И-270 также в основном нашли подтверждение в ходе летных испытаний, но недолгая эра ракетных истребителей уже подходила к концу. С одной стороны позиции боевых самолетов с ЖРД ослаблялись летательными аппаратами с гораздо более экономичными воздушно-реактивными двигателями, а с другой - совершенно новым видом оружия: зенитными управляемыми ракетами.

В связи с этим в конце сороковых годов прошлого века ЖРД по объективным причинам перестали рассматриваться в качестве перспективных силовых установок для пилотируемых летательных аппаратов, летающих в земной атмосфере. Усилия разработчиков ЖРД постепенно переключались на создание двигателей, предназначенных для различного рода ракет, - баллистических, зенитных, а затем и космических. Но бесценный опыт, накопленный при разработке авиационных ЖРД, не пропал даром. Наряду с этим следует признать и то огромное влияние, которое оказали немецкие разработки на весь последующий этап развития отечественной реактивной техники. Именно в тот период выдвинулись реальные лидеры - руководители двигателестроительных ОКБ, готовые взяться за решение сложнейших научно-технических и организационных проблем. К концу сороковых годов сложились и квалифицированные конструкторские коллективы, укомплектованные молодыми и энергичными сотрудниками. А спустя еще десять лет триумф "Востоков" и зенитных ракет системы С-75 неопровержимо засвидетельствовал - отечественные разработчики научились создавать лучшие в мире ЖРД.

В свое время это обстоятельство (наряду с перекрытием Енисея и успехами в области балета - по мнению Ю. Визбора) стало одним из важнейших факторов мировой политики.



Жидкостный реактивный двигатель РД-1 на самолете "120"

# 75 ЛЕТ НПО ЭНЕРГОМАШ

## ИМЕНИ АКАДЕМИКА В.П. ГЛУШКО -

### ЛИДЕРУ РАКЕТНОГО ДВИГАТЕЛЕСТРОЕНИЯ

Вячеслав Рахманин

(Окончание. Начало в № 4 - 2004)

Юбилей – это всегда повод оглянуться на пройденный путь и прожитые годы, подвести итоги проделанной работы, вспомнить о достижениях и неудачах, с позиции накопленного опыта дать оценку ранее принятым решениям. И чем солиднее возраст юбиляра, тем шире охват рецензируемых событий и достижений.

В мае 2004 г. НПО Энергомаш отметило свое 75-летие. За годы существования предприятие имело различные наименования, подчинялось разным государственным структурам, меняло места расположения, но всегда и везде сохранялась тематика работы – создание жидкостных ракетных двигателей. За три четверти века на предприятии сменилось несколько поколений работников, и каждое из них вложило свой труд в технические достижения, сделавшие НПО Энергомаш всемирно известным разработчиком высоконадежных ЖРД.



Одной из характерных особенностей ЖРД, разрабатывавшихся в шестидесятих годах прошлого века, являлось использование модульного принципа построения двигателей для первых и вторых ступеней баллистических ракет 8К64, 8К65, 8К67, 8К68 и 8К69. Все эти ракеты, за исключением 8К65, выполнялись двухступенчатыми, и обе ступени комплектовались унифицированными модульными двигателями. Модульный двигатель представляет собой двухкамерную сборку с одним ТНА, газогенератором, работающим на основных компонентах топлива, и пироматрицей одноразового действия. Первые ступени ракет комплектовались тремя модульными двигателями (ракета 8К65 - двумя), а вторые ступени - одним модульным двигателем, отличающимся только высотным соплом камеры. ЖРД всех ракет работали на высококипящем долгохранимом топливе, в качестве окислителя у ракет 8К64 и 8К65 использовалась азотная кислота, а у остальных ракет - азотный тетроксид.

К новым конструкторским решениям, примененным в конструкции двигателей указанных ракет, следует отнести использование в камерах гофрированных проставок и трехярусного смесеобразования. В процессе доводки двигателей первых и вторых ступеней ракет 8К67, 8К68 и 8К69 была исследована неизвестная ранее природа возникновения высокочастотных колебаний давления газов в камере. Так, для двигателей первой ступени определяющее влияние оказывал градиент давления в камере сгорания, величина которого определялась скоростью заполнения предфорсуночной полости горячего. У двигателя второй ступени возникновение ВЧ-колебаний обуславливалось термоакустическим механизмом неустойчивого горения на основном режиме работы камеры. Конструкторы Энергомаша сумели найти эффективные способы борьбы с указанными явлениями.

Высокие энергетические характеристики, сохраняемость и надежность двигателей ракеты 8К69 позволили в 1970-е годы модернизировать их для использования в космических ракетах-носителях (РН) "Циклон-2" и "Циклон-3". Около 250 пусков этих ракет, проведенных в последующий период, подтвердили высокую репутацию двигателей.

С середины шестидесятих годов начался новый этап в разработке двигателей в НПО Энергомаш. С этого времени двигатели разрабатывались только по высокоэффективной замкнутой схеме (с дожиганием в камере окислительного генераторного газа). И первым таким ЖРД стал двигатель 11Д43, предназначенный для первой ступени космической ракеты тяжелого класса "Протон".

К техническим новинкам, реализованным в этом двигателе, следует отнести управление полетом ракеты качанием всего двигателя, а также бесстартерный запуск, осуществляемый путем подачи топлива в ЖРД под давлением "столбов" жидкости и наддува баков. Кроме того, высокие тепловые потоки в камере вызвали необходимость создания дополнительных средств для обеспечения работоспособности внутренней стенки камеры. Впервые в практике нашего ОКБ было применено теплозащитное керамическое покрытие из двуоксида циркония и установлен щелевой пояс внутреннего охлаждения в цилиндрической части камеры.

Высокое давление газов в камере (150 кгс/см<sup>2</sup>) в сочетании с замкнутой схемой потребовали создания насосами высоких напоров, что привело к существенному увеличению осевых сил на подшипники ТНА. Для обеспечения нормальной работы подшипников в двигателе 11Д43 было сконструировано и применено новое устройство - авто-



мат разгрузки от осевых сил. В дальнейшем такой автомат стал неотъемлемой частью конструкции ТНА всех двигателей. Новую конструкцию имел газогенератор, вырабатывающий окислительный газ: он был выполнен в двухзонном варианте, по расходу топлива превосходил все отечественные газогенераторы, а примененная сферическая форма силового контура газогенератора стала традиционной для двигателей последующих разработок.

В двигателе тягой 150 тс существенно возросли расходы компонентов топлива, что привело к необходимости разработки новых подходов к проектированию агрегатов автоматики. Вообще следует отметить, что такие агрегаты, как камера, газогенератор, ТНА создавались на основе базовой конструкции, а агрегаты автоматики при сохранении основного требования к их функционированию - в нужный момент открываться или закрываться - практически для каждого разрабатывавшегося двигателя проектировались заново, поскольку они должны были учитывать особенности работы конкретного двигателя.

И все-таки следует упомянуть несколько новинок, имевших принципиальное значение. Ряд агрегатов автоматики стал оснащаться пирочечкой - устройством, позволяющим объединить достоинства пироклапана (практически мгновенное срабатывание) с возможностью многократного использования пневмоуправляемого клапана. В этот же период была разработана конструкция "гидравлического тормоза", который существенно повысил работоспособность клапанов. Еще одной новинкой стала конструкция пиромембранных клапанов, устанавливаемых в магистралях компонентов топлива. При срабатывании пиропатрона специальный "нож" срезал разделительную мембрану и топливо поступало в насосы двигателя. Все эти нововведения получили дальнейшее развитие в последующих разработках.

Внедрение новых конструкторских решений обеспечило запас работоспособности агрегатов двигателя, что позволило без изменения основной конструкции форсировать двигатель по тяге на 8 % путем увеличения давления в камере сгорания и продолжить работу в этом направлении для увеличения тяги еще на 5 %. К октябрю 2004 г. составились 308 пусков ракет "Протон" различных модификаций, в составе которых успешно отработали 1848 экземпляров двигателя 11Д43 и его модернизированного варианта 14Д14.

Тогда же, в шестидесятые годы прошлого века, в НПО Энергомаш велась разработка двух двигателей: фторно-аммиачного 11Д14 тягой 10 тс и двигателя 8Д420 тягой 640 тс, работающего по схеме "газ-газ". Оба двигателя не поступили в эксплуатацию в связи с закрытием тем на разработку ракеты-носителя. Но при проектировании указанных двигателей были найдены оригинальные конструкторские решения, часть из них была использована при создании других ЖРД. Поэтому есть веские основания для того, чтобы кратко ознакомиться читателя с наиболее интересными особенностями этих двигателей.

ЖРД 11Д14 имел самый высокий из достигнутых в НПО Энергомаш удельный импульс тяги - 400 кгс·с/кг. В закритической части сопла камеры этого двигателя для уменьшения массы конструкции разработчики отказались от применения наружной стенки. Ее роль выполняла гофрированная проставка, припаянная к внутренней стенке. Высокая химическая активность фтора вызвала сомнения в возможности надежного охлаждения внутреннего днища смесительной головки камеры двигателя, работающего с дожиганием восстановительного генераторного газа. В связи с этим была разработана конструкция, обеспечивающая охлаждение днища всем расходом горючего, которое после этого поступало в газогенератор. Для лучшей теплопередачи в каналах охлаждения бронзовой стенки камеры была введена искусственная шероховатость.

Новым для НПО Энергомаш стало требование об обеспечении многократного запуска и отключения ЖРД в процессе полета в космическом пространстве. Выполнение этого требования стало возможным благодаря разработке новых конструкторских решений при проектировании агрегатов автоматики. Внедрялись новинки и в конструкцию ТНА. Многократность запуска обеспечивалась

применением специально разработанных стояночных уплотнений. Для снижения массы и уменьшения габаритов ТНА была разработана конструкция бустерных насосов с рабочим венцом лопаток турбины, расположенным на насосном рабочем колесе-шнеке. Обе конструкторские идеи были успешно использованы в ТНА двигателя 11Д520 (11Д521).

Разработка двигателей 8Д420 не была завершена, но полученный опыт проектирования и экспериментальных испытаний крупномасштабных двигателей и агрегатов, работающих при давлениях до 600 кгс/см<sup>2</sup>, а также освоение технологии изготовления таких агрегатов создали неоценимый задел, использованный при создании последующих двигателей того же класса 11Д520 и 11Д521. Все более высокие требования к характеристикам двигателей находили воплощение не только в новых конструкциях, но и при разработке новых методик расчетов параметров и математическом моделировании внутридвигательных процессов. Так, разработанная для двигателя 8Д420 система программного запуска и останова (СПЗО) дала мощный импульс к развитию методов математического моделирования процессов в ЖРД на отраслевом уровне. Благодаря начатым при разработке двигателя 8Д420 исследованиям сегодня НПО Энергомаш и другие ОКБ располагают достаточно совершенными математическими моделями.

В истории отечественной ракетной техники семидесятые годы XX века прошли под знаком перевооружения РВСН. На смену морально устаревшим ракетам типа 8К67 и УР-100 создавались более совершенные ракеты тяжелого (15А14 и 15А18) и легкого (15А15 и 15А16) классов. Эти ракеты разрабатывались в КБ "Южное" (Днепропетровск) и имели много общих особенностей, оказавших влияние на конструкцию двигателей: "минометный" старт из шахты, зажигание топлива в двигателях в состоянии невесомости, требования к обеспечению стойкости при воздействии поражающих факторов ядерного взрыва и др.

Для этих ракет в НПО Энергомаш разрабатывались двигатели 15Д119 и 15Д168. В их конструкции нашло применение большинство прежних удачных технических решений, но внедрялись и новые, связанные с обеспечением запуска двигателя при "минометном" старте ракеты. Кроме этого для повышения удельного импульса тяги внутридвигательное давление в двигателе 15Д119 довели до 210 кгс/см<sup>2</sup>, а в двигателе 15Д168 - до 230 кгс/см<sup>2</sup>. Это вызвало необходимость увеличения прочности всех силовых деталей двигательных агрегатов, в том числе корпусов насосов и агрегатов автоматики, которые впервые стали изготавливаться из стального литья, что потребовало существенного усовершенствования литейной технологии. Применение новых технологических решений позволило разработать последующие двигатели 11Д520, 11Д521 на более высокие параметры. Для двигателей 15Д119 и 15Д168 впервые сконструировали однозонный окислительный газогенератор, в котором для обеспечения устойчивости рабочего процесса на внутреннем днище со стороны полости сгорания в местах установки форсунок были выполнены конические ячейки. Принимались меры для исключения отдельных случаев возникновения неустойчивости горения в камере ЖРД на режиме запуска. В частности, на смесительную головку устанавливались пластмассовые антипульсационные перегородки, способствовавшие зату-



Двигатель РН "Протон"

ханию пульсаций давления при возникновении неустойчивости. Достоинством конструкции перегородок является возможность их установки в камеру на любом этапе изготовления двигателя.

Во второй половине семидесятых годов в НПО Энергомаш была начата (и велась в течение почти 10 лет) разработка двигателей 11Д520 и 11Д123 для ракеты-носителя "Зенит" и ЖРД 11Д521 для РН "Энергия". Двигатели первой ступени по тяге не имели равных в мире. При их разработке был использован опыт проектирования всех предыдущих двигателей, в первую очередь 15Д119 и 8Д420. В то же время для реализации выбранных величин параметров двигателей (тяга в пустоте - более 800 тс, удельный импульс тяги - 337 кгс·с/кг, давление в камере - 250 кгс/см<sup>2</sup>) потребовалась разработка новых оригинальных конструкторских решений. Описание примененных новинок начнем со схемы двигателя - она включает четыре качающихся камеры, два газогенератора и один ТНА, в котором бескавитационную работу насосов обеспечивают бустерные агрегаты, установленные на входах в насосы. Управление режимом работы двигателя осуществляется по внутренним гидравлическим связям регулятором командного давления. С целью обеспечения ремонтпригодности двигателя основные узлы и агрегаты имеют фланцевые соединения. Это, в свою очередь, вызвало необходимость разработки уплотнений нового вида - металлических самоуплотняющихся манжет.

В конструкции камеры применили оптимальную схему подвода горючего в тракт охлаждения, смесительную головку оснастили охлаждаемыми антипульсационными перегородками, которые формируются выступающими форсунками. Генераторный газ поступает в камеру через охлаждаемый газодом и сильфонный узел, обеспечивающий качение камеры на  $\pm 8^\circ$ .

Смесительная головка однозонного газогенератора оснащена двухкомпонентными форсунками, конструкция которых выполнена с зоной горения и зоной балластирования газа внутри форсунок.

Теплообменные агрегаты нагрева гелия выполнены в виде трехслойных оребренных пакетов с вихревым газовым трактом.

Чтобы исключить возгорание и разрушение деталей газового тракта турбины была разработана охлаждаемая конструкция статора турбины и найдено теплозащитное покрытие для деталей, непосредственно контактирующих с генераторным газом.

Оригинальностью отличалась схема бустерного агрегата "О", в котором привод осуществлялся окислительным газом после основной турбины с последующим перепуском его на вход в основной насос. На этой магистрали установлен впервые разработанный клапан "горячего газа", работающий в условиях кислородного генераторного газа с высокой температурой и при высоком давлении.

Двигатели прошли трудную, но тщательную стендовую отработку, и в апреле 1985 г. состоялся первый пуск РН "Зенит", а в мае 1987 г. - "Энергии".

Последней отечественной стратегической ракетой с ЖРД стала разработанная в восьмидесятых годах ракета 15А18М ("Воевода"). На первой ступени этой ракеты установлен двигатель 15Д285 - форсированный на 10% по тяге двигатель 15Д119. Помимо форсирования двигателя в НПО Энергомаш были проведены расчетно-экспериментальные работы, а затем на их ба-

зе предложены оригинальные конструкторские мероприятия, обеспечившие стойкость двигателя 15Д285 при воздействии на него поражающих факторов наземного, воздушного или высотного ядерного взрыва.

Двигатель 15Д285 является единственным в нашей стране ЖРД, удовлетворяющим требованиям стойкости при повышенном уровне "спецовоздействий".

В девяностых годах прошлого века произошло изменение социально-политического положения в стране. В связи с отсутствием госзаказа на разработку ракетной техники НПО Энергомаш получило разрешение выйти со своим товаром - ЖРД для космических ракет - на международный рынок космической техники. Проявленный интерес к российским ЖРД со стороны аэрокосмических фирм США завершился заключением контракта на разработку и поставку двигателей для первой ступени модернизируемой космической ракеты "Атлас" (фирмы "Локхид Мартин"). НПО Энергомаш вступило в новую, ранее неизведанную область отношений с зарубежным заказчиком.

При создании двигателя РД180 для РН "Атлас" в связи с уменьшением вдвое расхода компонентов топлива по сравнению с прототипом (РД170) необходимо было перепроектировать ТНА и ряд агрегатов автоматики. По первоначальной оценке унификация двигателей РД180 и РД170 составляла 70...75%. Однако в процессе отработки двигателя РД180 по техническому заданию "Локхид Мартин" были найдены более совершенные, нежели примененные в двигателе РД170, конструкторские решения по ряду агрегатов, в том числе изменена конструкция направляющего аппарата насосов, улучшены условия работы подшипников ТНА, увеличен к.п.д. агрегатов подачи, разработан новый подбаковый разделительный клапан. Кроме того, фланцевая конструкция газогенератора заменена сварной, а схема двигателя упрощена - сняты регулятор командного давления и дроссели окислителя. В связи с этими работами степень унификации двигателей РД180 и РД170 существенно снизилась. По существу, двигатель РД180 является новой разработкой с использованием в качестве базового варианта двигателя РД170.

После весьма непродолжительной стендовой отработки двигателя РД180 прошел сертификационные испытания - вначале для использования в составе ракеты "Атлас-3", а затем и в составе "Атлас-5". По состоянию на октябрь 2004 г. успешно проведено пять пусков "Атлас-3" и три пуска "Атлас-5".

Двигатель РД180 - последний из ряда двигателей НПО Энергомаш, сданных в эксплуатацию. Но его созданием не исчерпываются работы, выполненные энергомашевцами в новом тысячелетии. Ведется разработка двигателя РД191 для семейства отечественных космических ракет "Ангара", есть планы дальнейшей модернизации двигателей для варианта космической ракеты "Циклон-4", создается конструкторский задел для разработки двигателей по новым схемам, которые открывают новые возможности в ракетостроении. В качестве примера можно назвать двигатель на трехкомпонентном топливе, а также двигатель с замкнутым контуром привода турбины ТНА. Но поскольку раскрывать технические находки на стадии разработки новых наукоемких изделий не принято, ограничимся только приведенными выше упоминаниями.

В жестких условиях социально-экономической перестройки страны НПО Энергомаш сумело сохранить свой научно-технический и производственный потенциал и продолжает вести работы по тематике, являющейся для него главной на протяжении всех предыдущих семидесяти пяти лет.



Ротор ТНА РД-171



Двигатель РН "Зенит"



# ВОСПОМИНАНИЯ О БАЙКОНУРЕ ИЛИ ОДИН ДЕНЬ ИЗ ЖИЗНИ ГЕНЕРАЛЬНОГО

**Александр Машевский, Байконур - Химки**

Это было три года назад.

Под крылом Як-42 проплывают просторы бывшего СССР. Унылая однообразная картина казахских степей по моему разумению радовала глаз лишь специалистов, понимавших толк в разнице между запуском ракет с северного космодрома Плесецк и южного Байконура. А еще лучше бы с экватора - идеальное место для вывода в космос.

В салоне самолета - члены государственной комиссии, генеральные директора предприятий ракетно-космической отрасли, ученые, специалисты-ракетчики и военные. Они оживленно разговаривают: это всегда так, когда встречаются старые товарищи, не видевшие друг друга уже давно. В беседе принимает участие и Борис Иванович Каторгин, генеральный директор и генеральный конструктор НПО Энергомаш имени академика В.П. Глушко. Он держится спокойно и независимо. Да, каждый старт - это событие в жизни ученых, конструкторов и всех тех, кто обеспечивает запуск. Старт ракеты носителя "Протон" назначен на завтра. В этом деле нет мелочей. И мы понимаем, что даже простой перенос пуска ракеты хоть на один день является весьма дорогим удовольствием.

Нас разместили в двухэтажном коттедже. Борис Иванович сразу поднялся к себе в номер - полистать бумаги, которые привез с собой. Отдыхом тут и не пахло. В своем кабинете в "белом доме" (административный корпус НПО Энергомаш) ему не удается спокойно поработать с документами хотя бы полчаса: звонки по самому широчайшему спектру вопросов идут не переставая. Поздно вечером к подъезду подали машину: председатель государственной комиссии пригласил Бориса Ивановича к 23.00 на рабочее совещание, на котором будет принято окончательное решение о старте "Протона".

Заседание госкомиссии было недолгим. Председатель, немного волнуясь, сообщил собравшимся о том, что старт "Протона" переносится на утро следующего дня из-за обнаружения неполадок в космическом аппарате. Вопреки ожиданиям, никакие молнии начальственного гнева не проскакивали, тем более не было поиска предполагаемых виновных и соответствующих высказываний в их адрес. Все было обстоятельно, сдержанно. Все говорило о том, что члены госкомиссии доверяют своим подчиненным и абсолютно уверены, что эти неполадки будут устранены в срок и качественно. Вот и все.

Борис Иванович определил причины задержки старта: самопроизвольная разрядка аккумуляторных батарей. Теперь главное - выяснить, из-за чего они разрядились, как лучше и быстрее решить эту задачу, вписываясь в сжатый график. В принципе пуск можно перенести еще на сутки - двое, но своей фирменной маркой здесь научиться дорожить. Борис Иванович профессионально разъяснил нам, что могло привести к выходу из строя аккумуляторов, и сказал,

что с такой проблемой опытные специалисты из Краснодара справятся достаточно быстро.

На следующий день все проснулись рано. День обещал быть солнечным, но разыгравшийся свежий ветерок тонко намекал на скорую смену погоды. После получасовой прогулки Борис Иванович снова засел за документы. К тому же надо было готовиться к очередной лекции для студентов Московского авиационного института. Пока есть возможность и время, которого катастрофически не хватает генеральному директору и генеральному конструктору. По плану на пятнадцать часов у него были назначены деловые встречи с руководителями некоторых подразделений Байконура, а также со старыми друзьями, давно ожидавшими прилета "генерального с Энергомаша".

Поздним вечером снова состоялось заседание государственной комиссии, теперь уже не на КП, а в огромном многоэтажном здании, где доводили "Протоны" до ума. Зал был полный. И я догадывался, почему...

Заседание началось с сообщения об устранении неполадок.

Ответственный специалист, раскрывая причины аномальной работы батареи, отметил, что данный случай произошел из-за длительного хранения аккумуляторов на складе до старта и невозможности осуществления должного контроля параметров. Полагаясь на длительную и устойчивую работу аккумуляторов, специалисты просто забыли включить в регламент процесс "заряд-разряд" непосредственно на самом космодроме. Инженеры довольно быстро проанализировали сложившуюся ситуацию и приняли решение произвести ускоренный повторный заряд. Компьютер выдал контрольные данные, которые соответствовали предположениям обслуживающего персонала. Таким образом, управились в срок. Начальник космодрома генерал Л. Баранов посоветовал на будущее: "На космодроме процесс заряда и разряда не был прописан, и заявка на рабочее место не поступала. Если он будет прописан, то будет для вас и рабочее место. Все условия у нас есть".

Десятка два специалистов, отвечающих за каждую составляющую космического корабля и его подготовку к старту, сменяя друг друга, продолжали поочередно докладывать собравшимся в зале. Просто. Обыденно. Уже в который раз. Борис Иванович сидел в зале, внимательно прислушиваясь к каждому, лишь изредка кивая головой, соглашаясь с докладчиками.

А еще доложили прогноз погоды на утро (ветер 7...10 метров в секунду, пыльная буря) и о готовности районов падения к приему отделяющихся частей ракет-носителей (Джезказган, Караганда, Усть-Каменогорск, Горный Алтай). В Горном Алтае были обнаружены трое охотников, которых пришлось в срочном порядке выводить из опасного района.

Утро старта оправдало прогноз синоптика.



Мы стоим на наблюдательном пункте среди таких же волнующихся людей, которые ожидали старта ракеты. По громкоговорителю звучат доклады старшему начальнику о готовности к старту. Вдалеке, на стартовой площадке, под напором шквалистого ветра возвышается мощный "Протон".

Свист в ушах, на зубах хрустит поднимаемый ветром мельчайший степной песок.

В 9.47 сверкнула молния зажигания! Раскаты грома будут позже. А сейчас мы видим свирепое пламя и клубы пыли, которым радуется сердце генерального директора и генерального конструктора... Это, наверное, единственный случай в жизни, когда пылью можно любоваться. Двигатели включены!

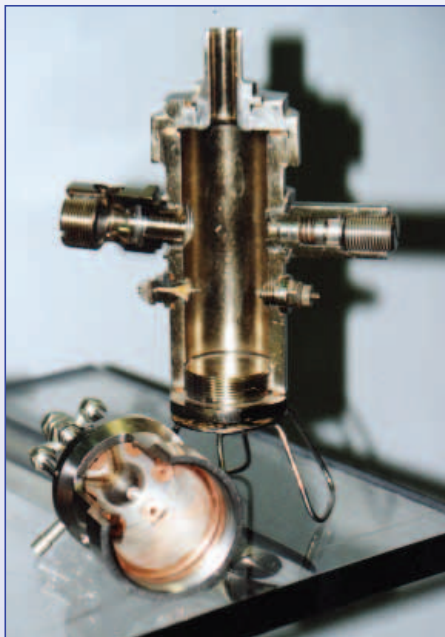
Старт!

Красавец "Протон" рванулся вверх и через несколько секунд исчез в облаках. Раздались хлопки и одобрительные возгласы. Люди потянулись к Борису Ивановичу, и каждый из присутствующих пытался выразить ему свою благодарность за эти прекрасные секунды, сопровождавшиеся ревом мощных двигателей. Потрясающее зрелище!

Громкоговоритель оловянным голосом комментировал происходящее:

- десять секунд, параметры конструкции ракеты-носителя в норме...
- двести секунд, полет нормальный...
- двести шестьдесят секунд, рыскание и вращение в норме.
- давление в камерах сгорания в норме...
- триста десять секунд, тангаж, рыскание и вращение в норме...
- триста сорок секунд, есть запуск маршевого двигателя...
- двигатели третьей ступени работают устойчиво...
- пятьсот секунд, двигатели третьей ступени работают устойчиво...
- пятьсот восемьдесят секунд, полет нормальный...
- есть выключения маршевого двигателя третьей ступени...
- есть выключение рулевого двигателя третьей ступени...
- есть команда на отделение разгонного блока...
- стабилизация в норме...
- есть прекращение подачи топлива...

Радиорепортаж из пункта управления закончился. Вывод космического аппарата в заданную точку состоялся. Все это время Борис Иванович вполголоса комментировал полет космического корабля. С каждым отсчетом он объяснял нам, что происходило с двигателями каждой ступени. Но лично мне было обидно за то, что до этого о наших знаменитых химкинских двигателях не вспомнил никто. Даже на заседании государственной комиссии! Даже со слов работника байконурского музея толком нельзя понять, как же взлетали ракеты в космос все эти



Изделия Энергомаша: от первых до перспективных

сорок лет! Больше того, в музее просто нет достойного макета энергомашевского двигателя. Хотя бы РД-107 или РД-108, которые уносили вверх тот самый "Восток"... Можно подумать, что ракета-носитель летает сама, без двигателей, а пилотируемый корабль-галера машет веслами, преодолевая земное притяжение!

Но лишь тогда, когда к Борису Ивановичу отовсюду потянулись руки для поздравлений, я понял многое. Зачем лишний раз говорить о том, что никогда и никогда не подводило, все и без того твердо уверены, что и в этот раз тоже сработает надежно? Ведь не станут же бойцы вертеть каждый автоматный патрон в руках перед очередным выстрелом. Это все из разряда стопроцентной надежности.

Ну, дай Бог, если так!

Наблюдательный пункт быстро опустел. Замерзшие на промозглом ветру наблюдатели расселись по машинам и помчались в городок на встречу с непосредственными виновниками торжества. Улыбающиеся и счастливые люди были всюду. Все поздравляли друг друга. Мы, энергомашевцы, тоже принимали поздравления.

Подшли представители администрации Президента РФ. Каждый из пяти человек крепко пожал руку Борису Ивановичу.

- Ничего не скажешь! Ваши двигатели отработали просто здорово!

На приеме, устроенном Росавиакосмосом по поводу успешного запуска "Протона", я услышал все, что мне больше всего хотелось услышать от председателя госкомиссии.

- Разрешите поблагодарить нашего уважаемого Бориса Ивановича за самые надежные в мире ракетные двигатели, которые делают в подмосковных Химках!

Обратный путь. Як-42 незаметно для пассажиров поглощал хотя и воздушные, но все же трудные километры до "Внуково". Откинувшись в кресле, Борис Иванович отдыхал. Устал? Да. Волновался ли он в момент старта "Протона" за свои двигатели? Вне всякого сомнения. Перезарядка аккумуляторных батарей - это одно, а сбой в работе двигателей на старте означал бы срыв всего запуска в целом. А сколько стартов уже состоялось?

Всем известно, что на двигателях первых ступеней всех ракет-носителей, стартующих с Байконура, стоит клеймо "сделано на Энергомаше"!

**P.S.**

13 октября 2004 г. исполнилось 70 лет со дня рождения Бориса Ивановича Каторгина, генерального директора и генерального конструктора ОАО "НПО Энергомаш им. академика В.П. Глушко", доктора технических наук, профессора, академика РАН.

И пусть это мое воспоминание будет ему небольшим подарком.







В.И. Токарев

# НЕБО НА ВСЮ ЖИЗНЬ

**Валерий Иванович Токарев был одним из немногих пилотов, которые готовились летать на советском многоразовом транспортном космическом корабле "Буран". Но жизнь сложилась так, что к Международной космической станции ему довелось лететь на американском корабле "Дискавери".**

У космонавта № 91 Героя России полковника Валерия Ивановича Токарева жизнь изначально складывалась так, что вопрос "кем быть?" уже с детства предполагал возможность аэрокосмического будущего. Начиная с места рождения Валерия - легендарного полигона Капустин Яр в Астраханской области, в строительстве которого принимал участие его отец, старший лейтенант саперного полка Иван Павлович Токарев. Вскоре интересы службы позволили отцу строить другой ракетный полигон - в районе станции Тюра-Там Кзыл-Ординской области, что ныне гордо именуется космодром Байконур.

Потом, правда, детские годы Валерия проходили вдали от космических трасс - в небольших старинных городах Ярославщины - Ростове Великом и Гаврилов Яме. Все школьные предметы давались ему легко, однако к десятому классу из всех стремлений победило одно - желание летать.

1969 год - поступление в Армавирское авиационное училище, полеты на Л-29, МиГ-17. К выпуску из училища количество часов, проведенных в воздухе, составило 240, о чем нынешние курсанты могут только мечтать. В 1973 г. молодого лейтенанта направляют в городок Домбаровское, что в Оренбургской области. Несколько лет он нес боевое дежурство на МиГ-23. Будучи уже командиром звена, капитан В.И. Токарев получил правительственную награду - орден "За службу Родине в Вооруженных Силах" III степени.

Пришла пора профессионального возмужания, а с ней - законное желание стать летчиком-испытателем. Работая в ГК НИИ ВВС, В.И. Токарев освоил более 40 типов самолетов, в том числе и предназначенных для морской авиации. Довелось полетать и на "младших братьях" самолетов - вертолетах Ми-8 и Ми-8МТ. В дальнейшем служба проходила и в Крыму, и на авиаполигоне в Ахтубинске, что рядом с Капустиным Яром. Здесь его служба и дальнейшая судьба совершили крутой поворот.

Предоставим слово Валерию Ивановичу, с которым беседовал наш корреспондент Владимир Чередник.



Группа будущих космонавтов с руководителями подготовки

**В.Т.:** В 1984 году в Ахтубинске состоялся первый набор [пилотов, которым предстояло летать - ред.] по программе "Энергия-Буран". Не скрою, еще с юности у меня была тяга к принципиально новому и неизведанному. А тут первые счастливицы получили реальную возможность полетать на высотном, скоростном "Буране". Да, это космический корабль. Но по виду и ряду конструктивных особенностей он похож на самолет, даже садится по-самолетному. Я почувствовал, что моя мечта может быть воплощена при работе с данным проектом. В 1987 году мне повезло. Выдержав конкурсные экзамены, в числе других я был зачислен в группу, которая работала по программе "Бурана".

**Корр.:** Тогда, в конце 1980 - начале 1990 годов Вам осуществить полет не удалось. Но вспомним, что существовал еще проект "Мрия-Буран".

**В.Т.:** В 1989 году все было на подъеме, данный проект прорабатывался, но уже в 1991 году планы по программе "Мрия-Буран" резко "съехали" вниз. Настали черные времена. "Мрию" ведь создавали в Украине. Тогда все республики, став независимыми странами, разбежались в разные стороны.

А так проект "Мрия-Буран" многое сулил. В связи с наличием нескольких подготовленных аэродромов можно было выбирать широту старта, не думать о так называемых "зонах отчуждения", да и "Мрия", в отличие от "Энергии", оставалась целой и могла применяться неоднократно. Интересно, что идея многоразового использования носителей была еще у С.П. Королева. Да и Ю.А. Гагарин работал по данной проблематике, учась в Военно-воздушной инженерной академии имени профессора Н.Е. Жуковского.

**Корр.:** Вы прошли общекосмическую подготовку на многоразовом транспортном космическом корабле (МТКК) "Колумбия" и на системе "Энергия-Буран". В чем видится принципиальное отличие?

**В.Т.:** Больше наблюдается моментов сходства. Остановлюсь на двух принципиальных различиях: у "Энергии" иные энергоносители, чем у "Колумбии", максимальная продолжительность полета "Бурана" - до 30 суток, а "Шаттла" - всего 18.

**Корр.:** Межличностные отношения в космосе. Как этому учат на земле, чтобы экипаж работал слаженно?

**В.Т.:** Есть вещи, которым невозможно научиться на все 100%. Например, быть психологически совместимым в коллективе, экипаже. Этому больше учит сама воинская служба - в училище, авиационных частях, в ходе тренировок и тестирований при отборе в отряд космонавтов. Мои коллеги по космосу шли к этому всю жизнь, обстоятельства их обучили работать в различных коллективах. Если человек достиг профессионализма в своем деле, то это, пожалуй, главный плюс, способствующий слаженности работы на орбите. Справедливости ради надо отметить, что с нами, космонавтами, в ЦПК целенаправленно проводил работу отдел психологической подготовки.

Характерно, что на орбите космонавты узнают друг друга куда лучше, чем за долгие месяцы тренировок и неформального общения. И, знаете, многие члены экипажа, съевшие, что называется, пуд соли на орбите, после возвращения на землю не так-то часто продолжают поддерживать дружеские контакты.

**Корр.:** Психологическая совместимость международного космического экипажа. Благодаря чему она достигается?

**В.Т.:** Трудности межличностных контактов в международном экипаже возникали преимущественно на языковой почве. Тут оказывается недостаточным добротное овладение английским языком. "Лингвистика" в процессе тренировок только начинается. Причины? Все мы в повседневном общении все же редко проходим мимо слэнга. Слэнг, а в особенности слэнг профессиональный, у нас разный. Кроме того, американцы и канадцы такие же любители аббревиатур, как и мы.

На базе личного контакта (американцы ведь тоже тренировались у нас, в России) выработался некий "рунглиш" - смесь русского с англо-саксонским (смеется). В целом, я не слышал, чтобы между космонавтами наблюдались открытые негативы в ходе межличностного общения.

Когда в 1999 году я работал на орбите в составе международного экипажа, убедился, что юмор в космосе еще более необходим, чем на земле. Однако юмор наш и американский все же различен. Вспомните закадровый смех в американских и английских юмористических телепередачах. Всегда ли мы его воспринимаем так, как они?

**Корр.:** РД-180 "запускают" американские "Атласы", из них шесть таких ЖРД уже "улетели". Как видится Вам из американского далека оценка труда российских двигателистов НПО Энергомаш?

**В.Т.:** Двигатели - наукоемкий продукт. Американцы не особо жалуют чужие технологии, у них это не принято. Находясь там, в США, наши двигатели встречаешь как родных. Это такой бальзам на душу. Испытываешь настоящую гордость за Россию, за многотысячный отряд наших специалистов, выдержавших конкуренцию в важнейшей наукоемкой отрасли.

**Корр.:** По роду службы в ВВС и в Отряде космонавтов Вам приходилось углубленно изучать двигатели различных систем?

**В.Т.:** Неоднократно. ТХ двигателей мы должны были знать и действовать в нештатных ситуациях в зависимости от возможных сбоев двигателей. Учеба ведь проходит как на прикладном, практическом уровне, так и на стратегическом, если такое определение уместно. В данной связи мне вспоминается визит в ОАО "НПО Энергомаш" в 1989 году, когда я, недавно зачисленный в отряд космонавтов, со своими коллегами был на практическом занятии в демонстрационном зале. Впечатление было потрясающее!

**Корр.:** Случались ли нештатные ситуации по вине двигателей в Вашей практике?

**В.Т.:** К счастью, благодаря высокому качеству изделий наших двигателистов, ни я, ни мои коллеги, в подобных ситуациях не оказывались. Однако многолетний опыт космонавтики свидетельствует, что надо быть готовым ко всему. Хотелось бы, чтобы это осталось лишь в области теории.

**Корр.:** В этом году Вы несколько месяцев поработали в США. Как оценивает американская сторона и Вы как специалист катастрофу МТКК "Колумбия"?

**В.Т.:** Мнения прессы (как американской, так и международной) спустя сутки после аварии были весьма различными. Катастрофа с самого начала породила множество предположений, разбегались не один день. Что ни день, то новое мнение. Представляется, что далеко не все они соответствуют действительности. В Америке принято придерживаться официальной версии - повреждение теплоизоляционного покрытия крыла отвалившимся куском термоизоляции топливного бака. Незащищенный участок крыла при входе "Колумбии" в плотные слои атмосферы начал гореть, а затем началось разрушение и всего корпуса МТКК.

**Корр.:** Когда американцы предполагают возобновить запуски "челноков"?

**В.Т.:** Американскими СМИ официально была озвучена дата - июнь 2004 года. Но этот срок не стал окончательным, по-



Снимок центра Москвы из космоса

явились коррективы в плане переноса на более длительное время. Пока американские астронавты будут летать на российских "Союзах" ТМ-2.

**Корр.:** Говорят, что трагедию "Колумбии" 1 февраля 2003 года Вы восприняли как собственное горе?

**В.Т.:** В 1999 году в составе международного экипажа, в котором был Ваш покорный слуга, в качестве пилота "Дискавери" находился Рик Даглас Хазбанд. За несколько месяцев тренировок я с ним близко познакомился, мы дружили семьями. Поэтому гибель Рика, который в последнем экипаже "Колумбии" являлся командиром, я перенес как утрату близкого мне человека.

**Корр.:** Насколько известно, для многих космонавтов полеты на легкомоторных самолетах превратилось в своеобразное хобби?

**В.Т.:** У американских астронавтов это хобби повсеместное, многие имеют собственные спортивные самолеты. Я держу постоянную связь с аэроклубом "Аист", что в подмосковном поселке Мячково. Летаю на Л-29, Як-18. Скорость по понятиям современной авиации небольшая - 200...230 км/ч, но не это главное. Хорошо, скажу Вам, испытывать чувство удовлетворенности и даже какого-то восторга, наблюдая нашу землю с высоты 50...300 метров, едва не задев самолетом верхушки деревьев. В теплой, лирической комедии Георгия Данелия "Мимино" это ощущение передано особенно ярко.

**Корр.:** Какие у Вас главные увлечения?

**В.Т.:** Всю жизнь играю в футбол, традиционно "болею" за ЦСКА. Последние три года всерьез занимаюсь большим теннисом. Читаю исторические романы по истории России, Киевской Руси. Из фантастики предпочитаю братьев Стругацких. Люблю среднерусскую природу. С удовольствием пройду по лесу, соберу грибы. Но охота - не для меня. Не хочется стрелять, кого-то лишать жизни.

**Корр.:** Ваши ближайшие планы?

**В.Т.:** 18 октября 2003 года я был в составе дублирующего экипажа "Союза" ТМА-3. Так что в космос еще надеюсь слетать. **П**



"Буран" вернулся на Землю



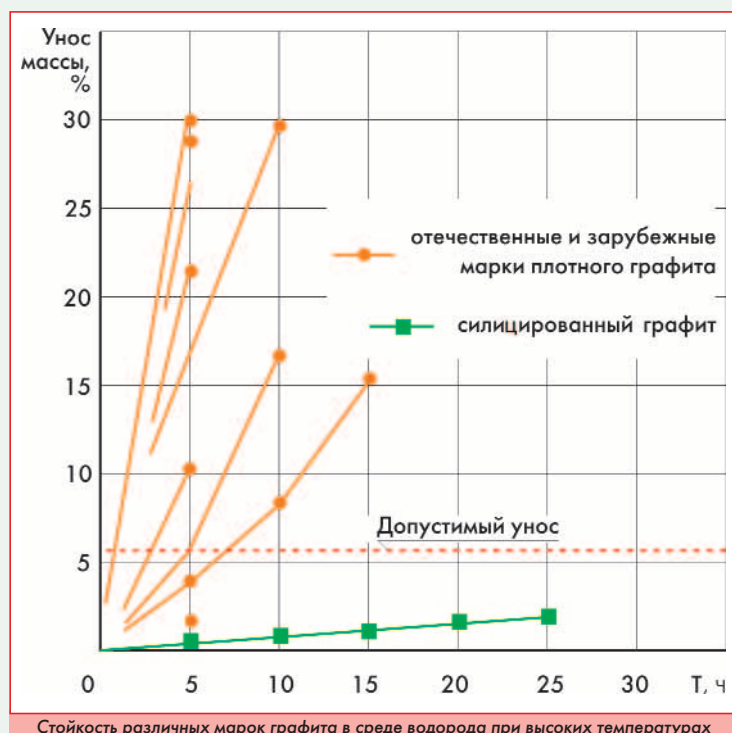


# ТЕПЛОВОЙ АККУМУЛЯТОР ДЛЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГОДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ: НОВЫЕ РЕШЕНИЯ

Федеральное государственное унитарное предприятие  
"Исследовательский Центр имени М.В. Келдыша" (ФГУП "Центр Келдыша"):

**Андрей Каревский**, начальник сектора  
**Юрий Кочетков**, начальник отделения, д.т.н.  
**Юрий Ошев**, ведущий научный сотрудник, д.т.н.  
**Сергей Попов**, начальник отдела  
**Анатолий Соловьев**, ведущий конструктор

Результаты проводившихся в последние годы исследований, связанных с поиском путей повышения эффективности средств межорбитальной транспортировки космических аппаратов с низких околоземных орбит на высокоэнергетические орбиты, включая геостационарную, свидетельствуют о том, что одним из перспективных направлений является использование солнечной энергии в энергодвигательных установках. Для этого необходимо создать работоспособную конструкцию солнечного теплового ракетного двигателя. Принципиальным элементом солнечной энергодвигательной установки будет являться электронагревный тепловой аккумулятор, в котором предусматривается осуществлять накопление тепловой энергии с последующей передачей ее рабочему телу, что обеспечит импульсный режим работы двигателя и реализацию энергетически оптимальных многоимпульсных схем выведения космического аппарата на рабочие орбиты. В ФГУП "Центр Келдыша" такой тепловой аккумулятор разработан. Проводятся испытания экспериментального образца теплового аккумулятора, конструктивные и технологические решения которого будут положены в основу летного образца теплового аккумулятора солнечной энергодвигательной установки.



В ФГУП "Центр Келдыша" разработана концепция солнечной энергодвигательной установки (СЭДУ), энергетический контур которой выполнен на основе обычных планарных солнечных батарей, а двигательный контур содержит многорежимный тепловой ракетный двигатель, работающий как в режиме обычного водород-кислородного жидкостного ракетного двигателя на холодных компонентах топлива, так и в режимах с дожиганием или без дожигания нагретого водорода (патент РФ 2126493 от 20.02.1999г.). Проведенный в ФГУП "Центр Келдыша" сравнительный анализ эффективности различных схем выведения космических аппаратов на геостационарную орбиту показал, что применение СЭДУ такого типа позволит увеличить массу космического аппарата на геостационарной орбите в 1,4...2 раза или при одинаковой массе выводимого космического аппарата использовать более легкие и дешевые ракеты-носители.

Принципиальным элементом солнечной энергодвигательной установки будет являться электронагревный тепловой аккумулятор (ТА), в котором планируется периодически осуществлять накопление тепловой энергии ("зарядка") и передачу ее рабочему телу ("разрядка"), что обеспечит импульсный режим работы двигателя. Высокая температура водорода, подогретого в тепловом аккумуляторе, создает условия для его самовоспламенения с кислородом в камере сгорания и обеспечивает надежный многократный запуск двигателя. Периодический нагрев ("зарядка") теплового аккумулятора, совмещенного с теплообменником для нагрева водорода, будет осуществляться высокотемпературным электронагревателем



Монтаж теплового аккумулятора в вакуумной камере

омического типа, который встраивается в тепловой аккумулятор.

Тепловой аккумулятор является наиболее критичным элементом СЭДУ. Условия его работы характеризуются высокой (до 2000 К) требуемой температурой нагрева водорода перед его подачей в камеру сгорания, большим числом циклов "нагрев-ох-

термоциклов, эффективность теплообменных процессов и др.) может быть выполнена при испытании единичного теплоаккумулирующего модуля.

Для проверки принятых конструкторских решений в ФГУП "Центр Келдыша" изготовлен и в настоящее время проходит испытания экспериментальный



Сборка теплового аккумулятора на испытательном стенде

лаждение", значительным ресурсом работы. Кроме того, тепловой аккумулятор должен иметь высокий к.п.д. процесса нагрева водорода, малый уровень непроизводительных потерь запасенной тепловой энергии и высокий уровень энергомассового совершенства.

Ранее в журнале "Двигатель" № 4 за 2000 г. была представлена концепция теплового аккумулятора в виде массивного цилиндрического блока с каналами для протекания рабочего тела, заполненными зернами графита. В результате поиска новых решений, направленных на повышение эффективности теплообменных процессов и уровня энергомассового совершенства, снижение затрат ресурсов и времени на экспериментальную отработку, в ФГУП "Центр Келдыша" разработан тепловой аккумулятор модульной конструкции (патент РФ 2224187 от 05.07.2002 г.).

Теплоаккумулирующий блок ТА составлен из набора осесимметричных теплоаккумулирующих модулей. На режиме накопления тепловой энергии ("зарядка" ТА) тепловая энергия от электронагревателя, расположенного в центральной полости теплоаккумулирующего блока, распространяется излучением в вакууме между теплоаккумулирующими модулями. Равномерный нагрев таких модулей и низкий уровень непроизводительных тепловых потерь обеспечиваются установленной на ТА теплоизоляцией.

На режиме сброса тепловой энергии ("разрядка" ТА) рабочее тело из входного коллектора по подводящим патрубкам подается к каждому теплоаккумулирующему модулю, состоящему из внутреннего вкладыша и внешнего стакана, между которыми образована кольцевая щель для протекания рабочего тела. Развитая поверхность теплообмена и малые значения гидравлического диаметра кольцевой щели обеспечивают нагрев рабочего тела до температуры, близкой к температуре теплоаккумулирующего блока. Далее рабочее тело по каналам выходного коллектора поступает в патрубок, к которому подсоединяется камера сгорания.

Представленные решения по тепловому аккумулятору модульной конструкции определяют его следующие важные положительные особенности:

- конструкция теплоаккумулирующего блока, состоящего из набора осесимметричных модулей, способствует уменьшению радиальных размеров герметизируемых зон, снижению абсолютных усилий на уплотнения, исключению подтекания газа в стыках и, соответственно, исключению тепловых потерь;

- отсутствует общий герметичный внешний корпус и коллекторные крышки, вследствие чего уменьшается полная масса ТА, которая приближается к массе теплоаккумулирующего блока;

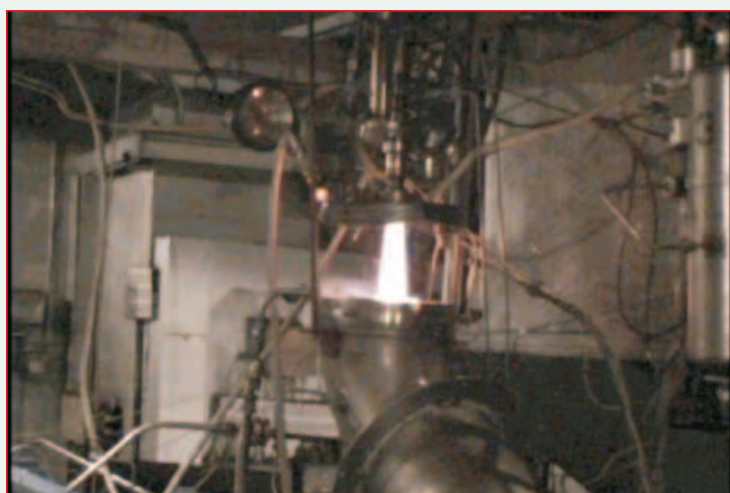
- упрощается и удешевляется экспериментальная отработка ТА, так как значительная доля испытаний (на ресурс, количество

тепловой аккумулятор, предназначенный для нагрева водорода до температуры 1500 К и состоящий из 18 теплоаккумулирующих модулей.

Теплоаккумулирующие модули изготовлены из силицированного графита, который показал наибольшую стойкость среди других отечественных и зарубежных марок плотного графита в среде водорода при высоких температурах.

Тепловой аккумулятор совместно с камерой сгорания прошел испытания на функционирование в ФГУП "Центр Келдыша" на специально созданном стенде. При испытаниях тепловой аккумулятор помещался в вакуумную камеру, стыковка с камерой сгорания осуществлялась через герметичный переходный сильфонный узел. Проведенные испытания подтвердили правильность принятых технологических и конструкторских решений в отношении основных элементов теплового аккумулятора: теплоаккумулирующего модуля, нагревателя, тепловой изоляции, уплотнения, узлов подвода и отвода рабочего тела, узла стыковки с камерой сгорания. Дальнейшие испытания теплового аккумулятора будут связаны с проверкой его функционирования в составе комплексной сборки, включающей кроме камеры сгорания агрегаты подачи газообразных и жидких компонентов топлива, теплообменники, запорно-регулирующую арматуру. На основе выполненных конструкторских и технологических проработок, а также результатов проведенных испытаний в ФГУП "Центр Келдыша" разрабатывается конструкторская документация на летный образец теплового аккумулятора для солнечной энергодвигательной установки.

П



Испытания экспериментального образца теплового аккумулятора с камерой сгорания

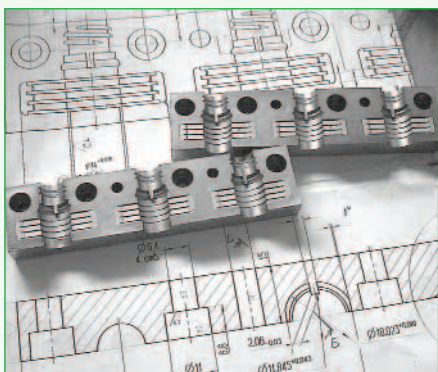


ОАО «Завод МАГНЕТОН»:  
**В.М. Андрианов**, начальник  
 инструментального цеха  
**Д. А. Игнатенко**, главный  
 специалист, технолог

## **Sodick** – синоним успеха инструментального производства



**Наш генеральный директор  
 в инструментальном цехе**



**В условиях жесткой конкуренции в инструментальном производстве сделать штамп за меньшее время, сэкономив половину проволоки и другой «расходки» и получив безупречное качество прямо на станке, без дополнительной доводки, – это гарантированная «фора» в борьбе за получение заказа.**



**Новый «Содик» и старые «Содики»**

Основное направление в работе инструментального цеха завода «Магнетон» - производство штампов и пресс-форм: беззазорных твердосплавных штампов для производства ферритов, пресс-форм для нужд пищевой промышленности. Кроме того, изготавливаются различные детали основного производства и изделия по заказу. Учитывая высокие требования, предъявляемые к продукции, мы всегда уделяли большое внимание техническому оснащению цеха. Понятно, что только современное оборудование способно обеспечить качество и конкурентоспособность выпускаемых изделий. В этом вопросе мы нашли понимание у нашего генерального директора А.И. Фирсенкова. Он всегда идет навстречу нуждам производства, адекватно оценивая выгоды своевременного технического перевооружения.

Вообще-то, наш цех оснащен самым разным оборудованием: от токарных и фрезерных до высокоточных координатно-расточных станков. Но среди этого многообразия хотелось бы особо выделить оборудование японской фирмы «Содик», использование которого играет огромную роль в успешной работе нашего цеха. С этой фирмой нас связывает долгая и крепкая дружба: первые «Содики» были запущены еще в 1988 году. Сейчас по нашему парку станков можно изучать историю развития машин «Содик». Мы используем в производстве как старые, так и новые модели. Время - главный показатель качества высокоточного дорогостоящего оборудования. Станок, выдающий прекрасный результат сразу после покупки, может значительно «сдать» уже к концу второго года эксплуатации. Наши старейшие «Содики» проверку временем выдержали с честью! Более чем за 15 лет работы существенных потерь точности и производительности не было ни разу, и это буквально при нещадном режиме эксплуатации: станки работают в две-три смены, обрабатывая сложнейшие детали. Своеобразным «тестом на прочность» стало для наших «старичков» (станков Ерос 300) участие в тендере на изготовление партии деталей из графита для насосов, используемых на атомных электростанциях. Заказчик - НТЦ «Энергонасос» (Санкт-Петербург) - изучил предложения ряда предприятий, имеющих сравнительно новые электроэрозионные станки известных швейцарских фирм и даже провел пробную обработку детали на новом станке «Шармий». Получилось своего рода соревнование оборудования различных фирм по точности, производительности и эффективности. К гордости всего нашего завода мы выиграли этот тендер. Наши «старички-японцы» успешно справились с поставленной задачей и по точности обработки, и по производительности.

А недавно просто бесценным достоянием нашего цеха стал новый суперсовременный проволочно-вырезной станок Sodick AQ325L с линейными двигателями, который сразу же пришелся по душе всем операторам. Станок прост в наладке и управлении. Освоение и вывод его на требуемый уровень работ заняли очень мало времени без каких-либо дополнительных затрат: через три дня после установки станок стал работать и выполнять производственную программу. После первых же выполненных на станке заданий стало понятно, насколько значимо это приобретение для всего производства.

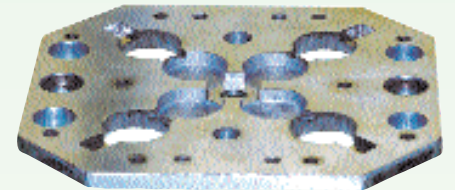
Sodick AQ325L - первый станок с линейным двигателем на нашем предприятии. Мы сразу же смогли оценить преимущества линейных двигателей: отсутствие ШВП означает отсутствие необходимости в смазке, нет изнашиваемых частей, люфтов, «мертвых» ходов, благодаря чему значительно (на 50 %) увеличивается точность и производительность обработки. Недавно нам представилась возможность еще раз убедиться в правильности сделанного выбора и преимуществах нашего нового «Содика». Мы повторили на «Содике» стандартный тест станка Mitsubishi FA10M (станок с ШВП), работающего на одном из предприятий Санкт-Петербурга.

**Результаты стандартного теста для станка Mitsubishi FA10M, повторенного на нашем проволочном станке «Содик» AQ325L**

<b>Форма тестовой детали (пуансон)</b>	<b>Поверхность после станка «Мицубиси»</b>	<b>Поверхность после нашего «Содика»</b>
<b>Материал</b>	<b>Японская сталь</b>	<b>X12M</b>
<b>Время</b>	<b>1 час 15 мин (5 проходов)</b>	<b>50 мин (4 прохода)</b>
<b>Шероховатость</b>	<b>Ra = 0,63 ▽7...8 класс</b>	<b>Ra = 0,16 мкм ▽9...10 класс</b>



Авторы статьи



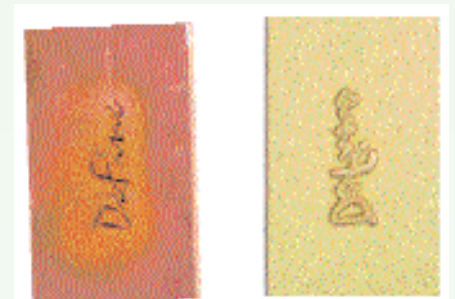
Восьмигранник из инструментальной стали высотой 40 мм и шириной 15 мм на станке FA10M обрабатывался за пять проходов с получением шероховатости 7...8 класса (Ra 0,63 мкм), затраченное на обработку время - 1 час 15 минут. Наш же «Содик» выполнил этот восьмигранник за четыре прохода и всего за 50 мин. При этом шероховатость соответствует 9...10 классу (Ra 0,16 мкм)!

Понятно, что **в условиях жесткой конкуренции в инструментальном производстве сделать штамп за меньшее время, сэкономив половину проволоки и другой «расходки», получив безупречное качество прямо на станке без дополнительной доводки – это гарантированная «фора» в борьбе за получение заказа.** И, конечно, «железное» подтверждение нашего удачного выбора.

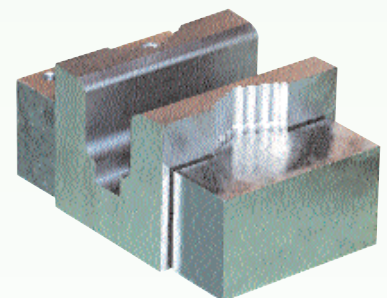
Главное преимущество нашего нового станка - значительное сокращение количества операций при обработке заготовки. Например, для изготовления сложной геометрической матрицы до покупки «Содика» нам требовалось выполнить как минимум три операции: электроэрозионную обработку (с «припуском» на тот случай, если деталь не получится), координатную шлифовку (очень дорогостоящая трудоемкая операция) и слесарную доводку вручную. Приобретение «Содика» позволило вычеркнуть две операции из этого списка. Теперь для изготовления матрицы (да и любого штампа или пресс-формы) достаточно электроэрозионной обработки на станке и никаких дополнительных операций не требуется. Точность и чистота выхаживания нас полностью устраивают.

Мы купили модификацию станка «Содик», оснащенную генератором LQ1W. Главное ее преимущество - встроенная в ЧПУ CAD система, позволяющая создавать 3D-модель на самом станке или вводить данные с самых разных программноносителей - с CD, с дискеты, с внешнего PC, пользуясь функцией DNC. ЧПУ станка имеет в своей памяти и реализует на практике множество специальных программ, обеспечивающих автоматическое управление процессом обработки с учетом изменения траектории, характеристик материала и др.

Высокий уровень оборудования «Содик» обеспечивает наш цех хорошими заказами. К слову, среди постоянных заказчиков у нас есть и иностранцы, в частности, из Финляндии и США. Это и не удивительно, так как качество продукции цеха всегда соответствует предъявляемым ими требованиям, а заказы выполняются быстро. Мы считаем, **что пять электроэрозионных станков и два обрабатывающих центра японской фирмы «Содик» в одном инструментальном цехе – это настоящее богатство!**



Эти станки «Содик» проработали уже 16 лет и не потеряли точности



**ОАО «Магнетон» принимает заказы на изготовление сложной инструментальной оснастки и высокоточную электроэрозионную обработку деталей заказчика.**

**Тел.: (812) 550-9450  
Факс: (812) 552-0305  
E-Mail: c26@magneton.ru**

Статья перепечатывается из журнала «Оборудование и инструмент для профессионалов», № 8/2004 (Украина, Харьков) с разрешения авторов. Добавлены новые иллюстрации.





МОСКВА - 2005

**Форум организуется при поддержке Правительства Российской Федерации и Правительства Москвы**

**The Sixth International Forum  
High Technology of XXI**

### Организаторы Форума

Министерство промышленности и энергетики  
Российской Федерации  
Департамент науки и  
промышленной политики города Москвы  
Правительство Московской области  
Институт экономики и  
комплексных проблем связи (ОАО «ЭККОС»)  
Российский Фонд развития  
высокотехнологий (РФРВТ)  
Московская торгово-промышленная палата  
ФГУП «Рособорнэкспорт»  
Московская ассоциация предпринимателей  
ОАО «Московский комитет по науке и технологиям»  
ЗАО «Экспоцентр»

**18-22 апреля  
2005 г.  
МОСКВА**

[www.vt21.ru](http://www.vt21.ru)

**ВК ЗАО «ЭКСПОЦЕНТР»**

Форум проводится под патронатом Торгово-промышленной палаты Российской Федерации

## VI Международный Форум

# ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ XXI ВЕКА

Достижения высокотехнологического комплекса Москвы, регионов России, Российской академии наук, стран СНГ, ближнего и дальнего зарубежья в различных областях науки и техники:

- авиационно-космические технологии
- радиоэлектроника и связь
- нанотехнологии
- экология
- мирный атом
- медицина и биотехнология
- энергетика, энергосбережение
- информационные технологии
- машиностроение
- лазерные технологии
- технологии безопасности
- химия и новые материалы
- технологии автомобилестроения

### Программа Форума:

Международная выставка

Международная конференция

Конкурсная программа

### По вопросу участия обращаться:

Форум и выставка -  
ОАО «ЭККОС», ООО «ЭКСПО-ЭККОС»  
Тел.: (095) 331-05-01, 332-35-95  
Факс: (095) 331-05-11, 331-09-00  
E-mail: [expoecos@nii-ecos.ru](mailto:expoecos@nii-ecos.ru)  
<http://www.vt21.ru>  
[www.nii-ecos.ru/expoecos](http://www.nii-ecos.ru/expoecos)

Международная  
конференция - РФРВТ  
Тел./факс: (095) 200-26-31  
Тел.: (095) 954-99-90  
Факс: (095) 954-50-08  
E-mail: [info@hitechno.ru](mailto:info@hitechno.ru)  
<http://www.hitechno.ru>