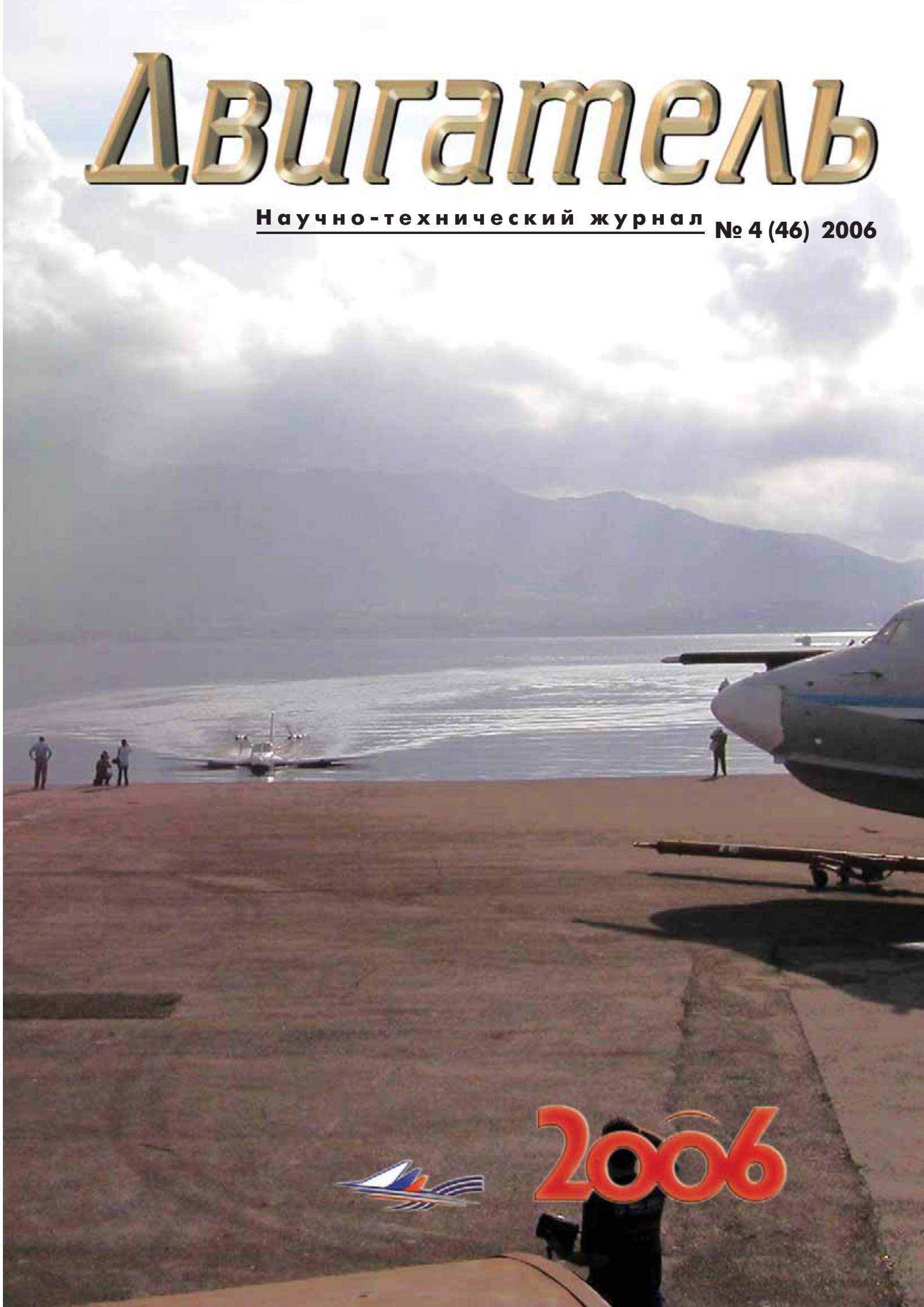


Двигатель

Научно-технический журнал № 4 (46) 2006



2006

Редакционный совет

Бондин Ю.Н.,
ген. директор ГП "НПК газотурбостроения
"Зоря"-Машпроект"

Губертов А.М.,
зам. директора ФГУП "Исследовательский центр
им. М.В. Келдыша"

Данилов О.М.,
ген. директор ЗАО "Центральная компания
МФПГ "БелРусАвто"

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

Иноземцев А.А.,
ген. директор ЗАО "Управляющая компания
"Пермский моторостроительный комплекс"

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

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

Клименко В.Р.,
гл. инженер ОАО "Аэрофлот – РМА"

Кобзев С.А.,
начальник Департамента локомотивного
хозяйства ОАО "РЖД"

Коржов М.А.,
руководитель проекта "Двигатель"
ОАО "АвтоВАЗ"

Крымов В.В.,
директор ФГУП "ММПП "Салют" по науке

Кутенев В.Ф.,
зам. ген. директора ГНЦ НАМИ
по научной работе

Кухаренок Г.М.,
зав. каф. ДВС Белорусского национального ТУ

Лобач Н.И.,
ген. директор ПО "Минский моторный завод"

Муравченко Ф.М.,
ген. конструктор МКБ "Прогресс"

Новиков А.С.,
ген. директор ММП им. В.В. Чернышева

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

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

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

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

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

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

Троицкий Н.И.,
директор НИИ двигателей

Фаворский О.Н.,
академик, член президиума РАН

Чепкин В.М.,
первый зам. ген. директора НПО "Сатурн" по НИОКР

Черваков В.В.,
декан факультета авиадвигателей МАИ

Чуйко В.М.,
президент Ассоциации "Союз авиационного
двигателестроения"

РЕДАКЦИЯ

Главный редактор

Александр Иванович Бажанов

Заместитель главного редактора

Дмитрий Александрович Боев

Ответственный секретарь

Александр Николаевич Медведь

Финансовый директор

Дмитрий Михайлович Чекин

Редакторы:

Александр Аркадьевич Гомберг,
Андрей Иванович Касьян,

Валентин Алексеевич Шерстянников

Литературный редактор

Лидия Владимировна Рождественская

Художественные редакторы

Александр Николаевич Медведь

Владимир Николаевич Романов

Техническая поддержка

Ольга Александровна Лысенкова

В номере использованы фотографии, эскизы и рисунки:

А. И. Бажанова,

Д.А. Боева, А.Н. Медведя,

В.Н. Романова

Адрес редакции журнала "Двигатель":

111116, Россия, Москва,

ул. Авиамоторная, 2

Тел.: (495) 362-3925

Факс: (495) 362-3925

engine@zebra.ru

boeff@yandex.ru

www.dvigately.ru

ОЧДААЕОАЕУ Е ЕСААОАЕУ

ООО "Редакция журнала "Двигатели" ©
генеральный редактор Д.А. Боев
зам. ген. редактора 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 ГК РФ по печати
Рег. № 018414 от 11.01.1999 г.

Отпечатано

ЗАО "Фабрика Офсетной Печати"
Москва

Тираж 15 000 экз.

Периодичность: 6 выпусков в год.

Цена свободная



®



СОДЕРЖАНИЕ

2. Новое в производстве лопаток турбин

Ю.С. Елисеев, О.Г. Оспенникова

4. Нефтегаз - 2006

5. Авиационные технологии - топливному комплексу

6. Электронно-лучевые технологии при изготовлении роторов газотурбинных двигателей из титановых сплавов

В.А. Поклад

8. Это странное слово - CALS

П.В. Андреев, И.В. Сафонов

10. GLOBATEX AG: Станки швейцарской фирмы DIXI MACHINES для технического перевооружения и модернизации предприятий

А.Л. Смирнов, В.С. Полуянов

14. К юбилею Учителя

Е.К. Холщевникова, Д.А. Боев

18. Сила отдачи

А.Н. Медведь

22. Турбулентность и звук

Ю.М. Кочетков

24. "Под грозной броней ты не ведаешь ран"

А. Николаев

28. "А если гайки одинаковые введешь..."

Д. Соколовский

31. Основные принципы сохранения и накопления энергии

А.И. Касьян

34. Горючее - каким ему быть?

А. Идин

37. Подводный удар

С.Л. Мальчиков

40. Век пара. Машины тройного расширения (тройники)

В.С. Шитарев

42. Монгольфьер как тепловая машина

Д. Власенко, М. Будашкин, Л. Чижова, А. Роговский, И. Зайцев,

А.В. Ефимов

44. Буду любить всегда

А. Маркуша



НОВОЕ В ПРОИЗВОДСТВЕ ЛОПАТОК ТУРБИН

ФГУП "ММПП "Салют": **Юрий Сергеевич Елисеев**, генеральный директор, д.т.н.
Ольга Геннадиевна Оспенникова, главный металлург, к.т.н.

Технология изготовления беспригарной керамической формы из материала типа "Рубин" для равноосного литья лопаток ГТД

Для повышения качества равноосного литья лопаток ГТД стремятся получить как можно более мелкозернистую структуру отливки и уменьшить толщину измененного слоя на поверхности лопаток. Успешность решения указанных задач зависит от термодинамических свойств огнеупорного материала первого слоя керамической формы. Толщина стенок пера лопаток современных ГТД настолько мала, что величина измененного слоя весьма заметно влияет на надежность работы изделий. Чем тоньше измененный слой, тем выше надежность литой лопатки.

К первому слою керамической формы предъявляются два важнейших требования:

- высокая теплопроводность λ ;
- химическая инертность к расплавленным жаропрочным сплавам типа ЖС-6У, напрямую влияющая на толщину измененного слоя.

В настоящее время для изготовления керамических форм используются преимущественно материалы на основе белого электрокорунда, который обладает достаточной инертностью к расплавленным жаропрочным сплавам, а его теплопроводность характеризуется значением $\lambda = 20...25$ Вт/(м·град). И все же при равноосном литье лопаток структура отливок отличается относительно крупным зерном.

В настоящее время в серийном производстве ФГУП "ММПП "Салют" при отливке турбинных лопаток применяются формы на основе электрокорунда. С целью повышения теплопроводности керамических форм и их инертности к расплавам жаропрочных сплавов была проведена работа по поиску материалов для изготовления литейных форм с лучшими свойствами. Специалисты ФГУП "ММПП "Салют" исследовали целый ряд карбидов, нитридов и боридов, но все они обладали существенным недостатком - склонностью к окислению при прокалке формы на воздухе. В результате проведенных исследований внимание специалистов "Салюта" сосредоточилось на плавном материале "Рубин", представляющем со-

бой соединение $Al_2O_3 - Cr_2O_3$ с содержанием оксида хрома до 10%. По сравнению с электрокорундом он обладает заметными преимуществами: вдвое большей теплопроводностью ($\lambda = 47$ Вт/(м·град)) и более высокой химической инертностью.

Для определения оптимального состава керамической суспензии для первого слоя формы из материала "Рубин" был проведен ряд экспериментов, в ходе которых изготавливались небольшие блоки, обеспечивавшие отливку одной лопатки ГТД. Высота блоков не превышала 150 мм. Для формирования первого слоя литейной формы использовались три разновидности микропорошков (M7, M40, N5), отличавшихся размером зерен. Доля каждого из микропорошков в составе керамической суспензии в ходе экспериментов варьировалась от 0 до 100%. Прочность полученных керамических образцов в зависимости от состава твердой фазы суспензии характеризуется данными, приведенными в табл. 1.

На рис. 1 приведена тройная диаграмма, иллюстрирующая изменение прочности слоя в зависимости от состава суспензии первого слоя. В узлах диаграммы нанесены номера экспериментов, соответствующие табл. 1, а в скобках указаны соответствующие значения прочности слоя. На рис. 2 показана зависимость изменения прочности от процентного соотношения микропорошков M7 и N5 в суспензии при отсутствии микропорошка M40 (соответствует линии AC диаграммы рис. 1). Рассмотрение диаграммы позволяет сделать вывод, что вариантам составов суспензии, в которых преобладают только крупные фракции микропорошков (M40 и N5), соответствуют очень низкие значения прочности. Выбирать оптимальный состав "рубиновой" суспензии по критерию прочности первого слоя рационально в области, ограниченной на рис. 1 точками 1 - 5 - 17 - 14 - 4 - 11 - 1. Шихта должна содержать либо все три фракции микропорошка в соотношении, близком к применяемому в серийной шихте (точка 17), т. е. 25% M7, 40% M40, 35% N5, либо состоять только из порошков M7 и N5.

Слишком высокая прочность поверхностного слоя, которой характеризуется точка 5 ($\sigma_{в}^{изг} = 149$ кгс/см²), не позволяет использовать соответствующий состав для изготовления керамической фор-

Таблица 1

№ опыта	Доля порошка в составе суспензии, %			$\sigma_{в}^{изг} 20^\circ C$ кгс/см ²
	M7	M40	N5	
1	100	0	0	52,6
2	0	100	0	18,6
3	0	0	100	52,6
4	50	50	0	37,1
5	50	0	50	149,0
6	0	50	50	18,3
7	33,3	33,3	33,3	59,1
8	50	25	25	55,5
9	25	50	25	18,0
10	25	25	50	25,5
11	75	25	0	76,5
12	75	0	25	31,8
13	0	75	25	14,9
14	25	75	0	45,5
15	25	0	75	21,6
16	0	25	75	15,5
17	Стандартная серийная шихта			80,0

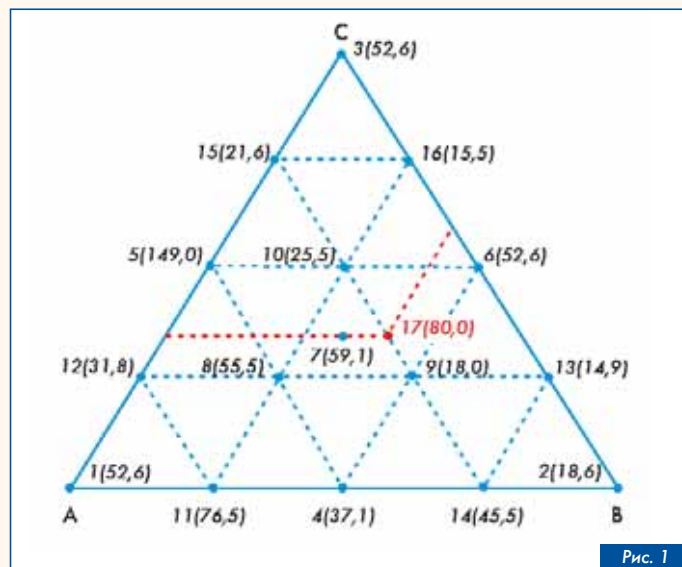


Рис. 1

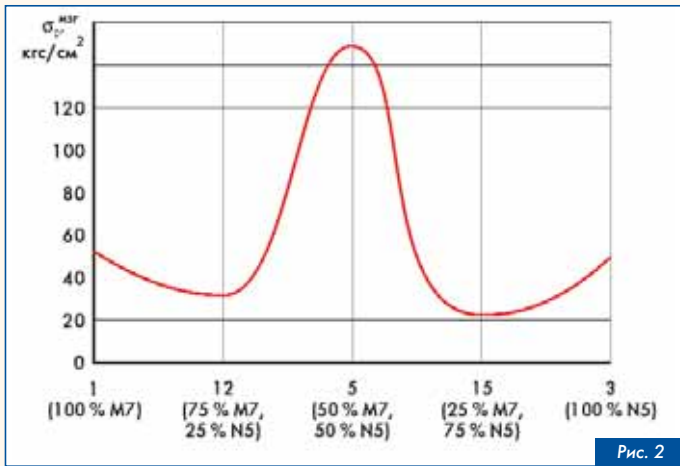


Рис. 2

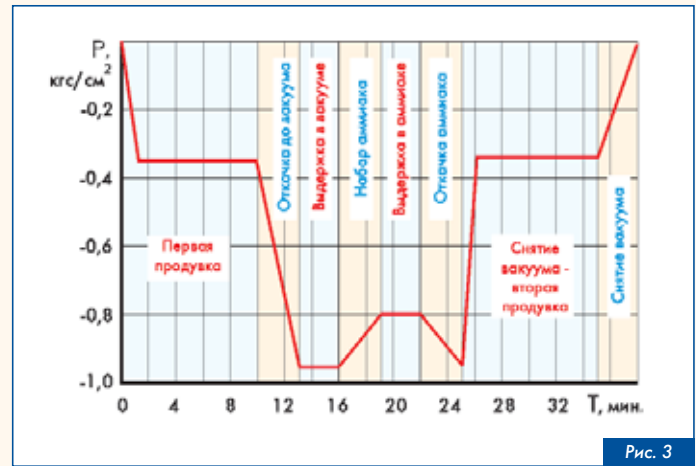


Рис. 3

мы, поскольку это может привести к появлению горячих трещин на отливках. С учетом этого наиболее рациональному составу шихты соответствуют точки 11 и 17, соотношение компонентов в которых обеспечивает стабильно высокую прочность литейной формы на уровне прочности серийно изготавливаемого изделия.

Сушка керамических форм, содержащих в первом слое плавный материал "Рубин", проводилась в соответствии с циклограммой, показанной на рис. 3. Прочность на изгиб высушенных литейных форм характеризовалась величиной $\sigma_{в\text{ изг сырые}} = 55...70 \text{ кгс/см}^2$.

Изучалось влияние времени прокалики керамических форм, содержащих в первом слое материал "Рубин", на прочность формы. Результаты исследований приведены в табл. 2.

Таблица 2

Режим	Температура прокалики, °C	Время прокалики, ч	$\sigma_{в\text{ изг прокаленные}}$, кгс/см ²
1	950	4	65
			70
			65
2	950	6	80
			85
			90
3	950	10	120
			135
			140

Сделан вывод о том, что прокалика керамических форм при 950 °C на протяжении 6 ч обеспечивает удовлетворительное значение прочности формы. Более высокие значения прочности нежелательны, так как это может привести к возникновению горячих трещин в отливках.

Была изготовлена партия из шести литейных форм, содержащих материал "Рубин" в поверхностном слое. Сушка и закалка форм производилась в соответствии с подобранными режимами. После прокалики при температуре 950 °C на протяжении 6 ч прочность на изгиб изготовленных литейных форм увеличилась в среднем с $\sigma_{в\text{ изг сырые}} = 63,3 \text{ кгс/см}^2$ до $\sigma_{в\text{ изг прокаленные}} = 80,1 \text{ кгс/см}^2$.

Затем изготовленные формы были залиты серийным сплавом ЖС-6У по принятой на предприятии технологии. Исследование микроструктуры полученных лопаток показало, что поверхностный слой формы с плавным материалом "Рубин" не взаимодействует с жаропрочным сплавом ЖС-6У, в то время как толщина обедненного поверхностного слоя лопатки, изготовленной по стандартной технологии, составляла 0,1...0,2 мм. Более того, в поверхностном слое лопатки, отлитой в керамическую форму с "Рубином", наблюдается сильный модифицирующий эффект: величина зерна отливки оказывается в 4...6 раз меньше, чем при использовании стандартной формы со специальным поверхностным модификатором (алюминат кобальта). Это привело к улучшению физико-механических характеристик жа-

Таблица 3

№ п/п	Сопротивление разрыву $\sigma_{в}$, кгс/см ²	Относительное удлинение δ , %	Примечание
1	102,5	8,0	Свойства по
2	110,0	8,0	ТУ99.37
3	109,0	7,0	$\sigma_{в} = 80 \text{ кгс/см}^2$
4	108,5	7,0	$\delta = 4,0 \%$

ропрочного сплава, повышению предела прочности и пластичности, что было подтверждено испытаниями. Прочность на разрыв увеличилась на 20 %, а пластичность - в 1,5...2 раза (табл. 3).

Следует также отметить изменение морфологии и формы карбидов, которые стали более округлыми, а их распределение по сечению оказалось более равномерным. Карбидная фаза выделяется в виде тонких игл, собранных в группы, напоминающие по форме китайские иероглифы, или в виде мелких округлых выделений, вытянутых в цепочки.

Контроль чистоты поверхности внутренней полости керамических форм из плавного материала "Рубин" после удаления модельной композиции засвидетельствовал, что она идентична чистоте поверхности формы, изготовленной по серийной технологии, и соответствует классу чистоты V5 - V6. Чистота поверхности отливок увеличилась на 1 класс чистоты и стала равной V6 - V7.

Микроструктура лопаток в верхней части пера

Заливка в форму с применением алюмината кобальта



x200



x100



x500

Заливка в форму с применением материала "Рубин"



НЕФТЕГАЗ - 2006

С 19 по 23 июня 2006 г. на Центральном выставочном комплексе "ЭКСПОЦЕНТР" прошла XI Международная выставка оборудования и технологий для нефтегазового комплекса - "НЕФТЕГАЗ-2006", ставшей крупнейшей за все время проведения подобных мероприятий. В ней приняли участие представители нефтегазовой отрасли из 35 стран мира. Национальными экспозициями были представлены фирмы Великобритании, Германии, Италии, Китая, Нидерландов, Норвегии, России, США, Финляндии, Франции, Японии.



Свои экспонаты на выставке продемонстрировали такие гиганты мировой нефтегазовой промышленности, как E.ON RUHRGAS AG, VNG-VERBUNDNETZ GAS, WINGAS GmbH (Германия), CHINA PETROLEUM TECHNOLOGY & DEVELOPMENT CORPORATION (Китай), R&B INDUSTRIAL SUPPLY COMPANY (США), GAS DE FRANCE (Франция), JOGMEC JAPAN OIL, GAS AND METALS NATIONAL CORPORATION (Япония), STATOIL (Норвегия) и др.

Более половины экспонентов были представлены отечественными лидерами отрасли, среди которых - ОАО "Газпром", ОАО НК "Роснефть", "Зарубежнефть", "Лукойл", ЗАО "УК "Пермский моторостроительный комплекс", ОАО "Татнефть", ОАО "Транснефть АК", Трубная металлургическая компания, ТНК-ВР и многие другие.

"НЕФТЕГАЗ-2006" представил последние достижения российских и зарубежных производителей в области нефтегазодобычи, транспортировки и переработки углеводородов, получения продуктов нефтехимии, а также новейшее оборудование и технологии, применяемые в нефтяной и газовой промышленности.



Важным дополнением и составляющей частью выставки "НЕФТЕГАЗ -2006" явился IV Российский нефтегазовый конгресс, который концентрированно отразил процессы, происходящие в российском топливно-энергетическом комплексе. В его работе приняли участие более 400 представителей нефтегазовой индустрии и сопутствующих сфер из 30 стран мира, включая Великобританию, Норвегию, Россию, США, Францию и Японию.

На пленарных заседаниях Конгресса рассматривались значимые для отечественного нефтегазового комплекса проблемы, в т.ч. тенденции и перспективы развития российского нефтегазового сектора; инвестиционная привлекательность и новые возможности для ин-

весторов в российском нефтегазовом комплексе; освоение шельфовых нефтегазовых месторождений; развитие газовой индустрии; проекты по сжиженному природному газу; устойчивое развитие в области разведки и добычи нефти в России; стратегия развития транспортировки нефти и газа, а также другие вопросы.

Выставку посетило более 32 тыс. специалистов нефтегазовой отрасли, в том числе руководство ОАО "Газпром". Редакция журнала особенно внимательно следила за посещением руководством Газпрома



отечественных предприятий, обеспечивающих газодобывающую отрасль газотурбинными приводами и энергоагрегатами. Благодаря этим агрегатам в 2005 г. объем перекаченного газа ОАО "Газпром" по Единой системе газоснабжения (ЕСГ) России превысил 500 млрд м³ (справка: ЕСГ представляет собой сложную систему, протяженность которой превышает 150 тыс. км. В ее составе больше 260 компрессорных станций (КС), на которых работает свыше 4100 газоперекачивающих агрегатов различных отечественных и зарубежных фирм, причем примерно 85 % из них используют в качестве привода газовые турбины).

Заместитель начальника Департамента по транспортировке, хранению и использованию газа Александр Шайхутдинов подчеркнул: "Единая система газоснабжения продолжает развиваться: строятся новые КС и на них вводятся новые мощности, реконструируются и модернизируются уже действующие компрессорные цехи. Начало строительства Северо-Европейского газопровода большое событие, значимое не только для ОАО "Газпром", но и для всей страны. При его сооружении будет учтен весь предыдущий опыт, в



том числе накопленный при реализации проекта "Голубой поток".

Прежними остаются требования к оборудованию, используемому для транспортировки газа: высокая надежность, энергетическая эффективность, экологичность. Эти требования лежат в основе принятия решений при выборе оборудования, не зависимо от того, где это оборудование произведено - у нас в стране или за рубежом.

Газпром всегда требовал и требует, чтобы предлагаемое оборудование содержало в себе новейшие технические решения и по своим параметрам было бы, как минимум, не ниже мировых стандартов. Конкретные типы того или иного вида оборудования определяет проект, а поставщиков - тендер".

АВИАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ - ТОПЛИВНОМУ КОМПЛЕКСУ



ОАО "МПО им. И. Румянцева" является одним из старейших предприятий авиационной промышленности. Выросшее из примитивной авиаремонтной мастерской, оно вот уже почти семьдесят пять лет остается ведущим производителем и поставщиком агрегатов топливрегулирующей аппаратуры для авиационных двигателей.

Сегодня Объединение является прогрессивным высокотехнологичным промышленным предприятием, которое серийно производит, ремонтирует и поставляет на экспорт топливрегулирующую аппаратуру для газотурбинных двигателей военной и гражданской авиации.

Показателем технического уровня производства Объединения является выпуск такой топливрегулирующей аппаратуры, как:

- агрегаты САУ-86 для двигателя НК-86 первого отечественного широкопрофильного самолета-аэробуса Ил-86;
- агрегаты САУ-59 для двигателя РД-33 фронтового истребителя МиГ-29, не имеющего себе равных в армиях зарубежных стран;
- агрегаты САУ-25 для двигателя НК-25 дальнего бомбардировщика Ту-22М3 (МР);
- агрегаты САУ-32 для двигателя НК-32 стратегического бомбардировщика Ту-160;
- агрегаты САУ-31 для двигателей АЛ-31Ф тяжелых истребителей Су-27 и Су-30.

Данные системы отлично зарекомендовали себя при установке на двигателях авиалайнеров, штурмовиков, истребителей и бомбардировщиков, известных во всем мире.

Агрегаты объединения обеспечивают автоматическое управление двигателями без каких-либо ограничений на всех режимах полета, запуска и остановки пилотом режимов работы двигателя.

Грамотное руководство и стабильное финансовое положение, а также уникальные производственная и технологическая базы позволяют наряду с выпуском серийной продукции осваивать производство новых перспективных разработок ведущих КБ отрасли и успешно сотрудничать с крупнейшими предприятиями авиационной промышленности.

Параллельно с выпуском агрегатов для авиационной промышленности объединение активно осваивает новые направления работы. Так, на предприятии налажено серийное производство аппаратуры для электронных и электронно-гидравлических систем автоматического регулирования и управления газотурбинными двигателями наземных установок. Эти установки широко применяются в подразделениях ОАО "Газпром" на

станциях перекачки природного газа, станциях подземного хранения, станциях охлаждения и дожимных станциях, а также на мобильных энергетических установках.

Благодаря постоянному совершенствованию конструкций выпускаемых агрегатов, продукция ОАО "МПО им. И. Румянцева" заняла ведущее место на рынке Газпрома, потеснив знаменитые американские аналоги.

Агрегаты нового поколения - дозаторы газа (ДГВ) и стопорные клапаны (СКВ) во взрывозащищенном исполнении обеспечивают работу газоперекачивающих агрегатов при давлении газа до 75 кгс/см² без подогрева, взятом как с входа, так и с выхода в дозатор, а также блоки подготовки топ-



СКВ

ливного, пускового и импульсивного газа и системы автоматики, обеспечивающие их работу. В системе не применяются гидравлические устройства, быстроедействие дозатора менее



ДГВ

0,25 с, а отсечного клапана - 0,15 с. Система совместима с любой электронной системой управления.

Кроме компаний топливно-энергетического комплекса, таких как ОАО "Газпром" и РАО "ЕЭС", Объединение давно и успешно сотрудничает с крупнейшими предприятиями-разработчиками газотурбинных двигателей и систем автоматического управления и регулирования (САУиР). На сегодняшний день такое сотрудничество позволило внедрить аппаратуру, подобную описанной, на тридцати типах авиационных, судовых и стационарных двигателей мощностью от 1,5 до 25 МВт.

Аппаратура производства Объединения работает в составе САУиР фирм ЗАО "НПФ Система-Сервис", Compressor Controls Corporation, "Система-Газ" и др., обеспечивая требуемое быстроедействие и точность обработки управляющих сигналов.

Обладая комплексом уникального оборудования, владея современными технологическими процессами и высококвалифицированными кадрами, ОАО "МПО им. И. Румянцева" остается надежным партнером по выпуску продукции высокого качества и надежности и готово к взаимовыгодному сотрудничеству с отечественными и зарубежными партнерами.

ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ РОТОРОВ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ИЗ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ

Валерий Александрович Поклад, главный инженер ФГУП "ММП" "Салют", к.т.н.

Повышение ресурса газотурбинных двигателей (ГТД), их экономичности и эксплуатационной надежности является наиболее важной и актуальной задачей современного двигателестроения. Не менее важным является снижение затрат на изготовление и ремонт двигателей, в частности, на снижение трудоемкости изготовления, повышение технологичности и улучшение качества изделия. Одним из путей решения указанных задач может быть широкое использование процессов сварки и смежных технологий при изготовлении ГТД.

В настоящее время накоплен положительный опыт использования процессов электронно-лучевой обработки (сварки, наплавки, термической обработки, перфорации) при изготовлении корпусных и роторных конструкций газотурбинных двигателей, а также при ремонте ответственных узлов и деталей ГТД.

Однако, несмотря на существенные преимущества процессов электронно-лучевой сварки (ЭЛС), наплавки, локальной термической обработки по сравнению с традиционными методами, применение этих технологических процессов наталкивается на ряд трудностей и нерешенных проблем, связанных с получением качественных неразъемных соединений деталей и узлов ГТД из жаропрочных титановых и никелевых сплавов.

Так, при изготовлении методом электронно-лучевой сварки барабанов компрессоров высокого давления из титанового сплава BT18Y для газотурбинного двигателя АЛ-31Ф периодически выявлялись дефекты в виде трещин. Конструкция барабана IV - VI ступеней (рис. 1) содержит два кольцевых и два круговых шва. Трещины (рис. 2) обнаруживались с внутренней стороны узла как непосредственно после электронно-лучевой сварки, так и после механической и термической обработки. Все трещины располагались поперек шва, их длина составляла от 5 до 20 мм, а число колебалось от одной до восьми в одном изделии. Со стороны внутренней полости барабана поперек кольцевого шва наблюдались трещины с выходом на основной металл обеих стыкуемых деталей. С наружной стороны узла трещины не просматривались, од-

нако имела место незначительная локальная деформация в виде утяжины, располагающейся поперек шва.

Отклонений от заданных режимов технологического процесса и сбоев в работе электронно-лучевого сварочного оборудования обнаружено не было. Барабаны после сварки проходили визуальный контроль, при котором не было выявлено каких-либо отклонений качества узла от технических условий.

Выяснилось, что трещины образовались при дальнейшей обработке. Анализ достаточно большого числа рентгенограмм швов показал, что трещины в процессе термической и механической обработки сварного узла увеличиваются и становятся более четко выраженными.

Спектральный анализ химического состава материала дисков IV и V ступеней не выявил отклонений от марочного состава титанового сплава BT18Y. Микротвердость металла сварного соединения (основной металл, металл шва и зоны термического влияния) находилась практически на одном уровне и составляла HV 340-360.

Механические свойства металла дисков проверялись на стандартных образцах, вырезанных из ступицы диска в тангенциальном направлении. Механические свойства металла сварных соединений определяли на специальных образцах размером 3x6x40 мм со сварным соединением в центре. Как следует из сравнительного анализа результатов испытаний, механические свойства металла дисков и сварных соединений отвечали требованиям технических условий.

Были проведены фрактографические исследования излома по раскрытой трещине сварного соединения на участке замыкания кольцевого шва после окончательной механической обработки (рис. 3). В районе излома наблюдались различные зоны, соответствующие шву, зоне термического влияния, основному металлу и участку долома (рис.3, а), на границе шва видны тонкие блестящие полосы, расположенные в виде оторочки шва. Строение этой зоны характерно для затвердевшего расплавленного метал-



Рис. 1. Сварной барабан IV - VI ступеней КВД изделия АЛ-31Ф



Рис. 2. Трещина на внутренней стороне барабана между IV и V ступенями

ла. Начало разрушения происходило как от корня первого шва, так и от повторного шва при подварке.

На рис. 3 приведен внешний вид очагов разрушения. Излом по дефекту неокисленный, статический, без наличия дефектов в шве и околошовной зоне. Как показали результаты исследований, разрушения как в очагах, так и вдали от них носили внутризеренный характер (рис. 3, в). Излом характеризовался структурой квазискола - небольшие фасетки скола содержали ручьиные узоры, разделенные гребнями отрыва. Строение изломов по трещинам характерно для замедленного разрушения металла сварного соединения.

Проведенные исследования позволили выдвинуть гипотезу, что выявленные дефекты в сварных конструкциях IV - VI ступеней барабанов роторов КВД являются холодными трещинами. Холодные трещины образуются либо в процессе завершения охлаждения сварного соединения, либо через некоторое время после полного охлаждения (замедленное разрушение). Замедленное разрушение связано с длительным действием поля собственных (сварочных) или создаваемых внешними силами напряжений, при которых продолжается процесс деформирования, хотя бы с малыми скоростями.

Комплексный анализ полученных результатов свидетельствует о том, что исследуемые дефекты в сварных соединениях барабанов роторов IV - VI ступеней КВД из титанового сплава ВТ18У являются поперечными холодными трещинами. Они обусловлены комплексом конструктивных и технологических факторов: термомодеформационным циклом сварки, высоким уровнем остаточных растягивающих напряжений и концентраторами в виде углов паротводящего канала, дефектов в корне шва. Поэтому трещины, как правило, зарождаются в корне сварного шва.

Остаточные напряжения в сварном барабане складываются из остаточных напряжений в подузлах, входящих в сварной узел, а также напряжений, получаемых в результате термомодеформационного цикла электронно-лучевой сварки при выполнении двух кольцевых швов, соединяющих диски IV и V, V и VI ступеней. Подузлы включают сварную конструкцию, состоящую из дисков IV и VI ступеней с фланцами. При этом фланцы к дискам приваривают круговыми швами, уровень остаточных напряжений в которых значительно выше, чем в аналогичных конструкциях с кольцевыми швами. Это подтверждено измерением уровня остаточных напряжений в сварном барабане.

Для определения объемных остаточных напряжений была проведена разрезка барабана. Наклейка тензорезисторов типа КФ5П-3-100-В-12 (база - 3 мм) произведена в непосредственной близости к сварному шву в окружном направлении. При этом сначала наклеивались тензорезисторы с наружной стороны барабана, затем, для обеспечения доступа к внутренней стороне, производилась разрезка обоих секторов вдоль полотно дисков IV и V ступеней. После этого определялись напряжения σ_1 с помощью тензорезисторов, наклеенных с наружной стороны барабана, и прикреплялись тензорезисторы с внутренней стороны. Затем проводилась вырезка темплетов и определялись окончательные напряжения σ_2 . Определение объемных остаточных напряжений в сварном шве барабана, соединяющего диски IV и V ступеней, показало, что максимальные растягивающие напряжения находились на уровне 300...350 МПа.

В результате проведенных исследований можно заключить следующее:

- химический состав и механические свойства материала дисков IV и V ступеней КВД соответствуют марочному составу материала ВТ18У и отвечают требованиям технической документации;
- геометрические размеры сварного соединения соответствуют требованиям технических условий;
- разрушение барабана ротора IV и V ступеней КВД двигателя АЛ-31Ф из высоколегированного титанового сплава ВТ18У после ЭЛС произошло по причине образования поперечных холодных трещин, обусловленных высоким уровнем

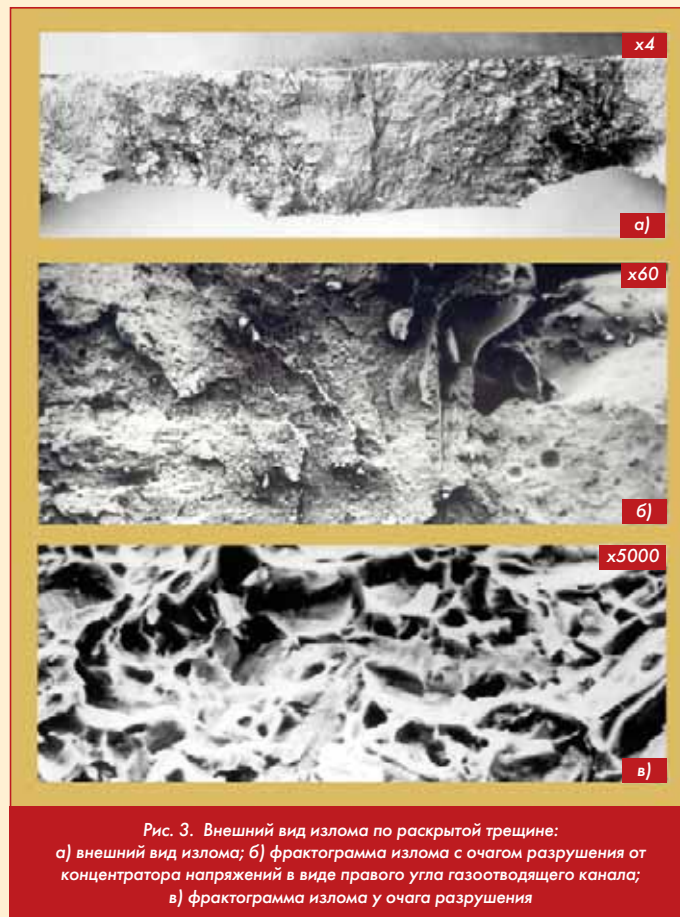


Рис. 3. Внешний вид излома по раскрытой трещине:
 а) внешний вид излома; б) фрактограмма излома с очагом разрушения от концентратора напряжений в виде правого угла газоотводящего канала;
 в) фрактограмма излома у очага разрушения

растягивающих напряжений в корне шва из-за неравномерной усадки сварного соединения;

- для предотвращения образования холодных трещин в металле сварного соединения барабанов роторов КВД требуется сократить интервал времени между ЭЛС и термообработкой изделия;

- следует предусмотреть операцию термической обработки сварных швов для снятия остаточных напряжений.

Для снижения уровня остаточных напряжений первоначально было предложено проводить дополнительную термическую обработку (отжиг) входящих подузлов на режиме: температура - 540 ± 10 °С, выдержка - 1 час в вакууме, а также осуществлять электронно-лучевую сварку кольцевых швов между IV, V и VI дисками при ускоряющих напряжениях 100...150 кВ. Внедрение указанных мероприятий существенно снизило число случаев образования холодных трещин при ЭЛС барабана IV - VI ступеней КВД. Однако проведение дополнительной термической обработки требует применения специальной дорогостоящей оснастки в виде термофиксаторов.

Наиболее эффективно снятию пиковых остаточных напряжений после проведенной ЭЛС барабанов роторов из высоколегированных титановых сплавов способствовало совмещение процесса сварки и промежуточного локального отжига в вакуумной камере. При этом снимается более 60 % остаточных растягивающих напряжений в сварном соединении, а прочностные свойства находятся на требуемом уровне. Так, для сплава ВТ18У предел прочности при 20 °С составлял 960...990 МПа; предел длительной прочности - 640 МПа; ударная вязкость - 220...240 кДж/м², что составляет около 70 % уровня основного металла; предел усталости составил 0,7...0,9 от предела усталости основного металла.

Таким образом, для предотвращения замедленного разрушения изделий из титановых сплавов типа ВТ9, ВТ18У, ВТ20, имеющих сложную конфигурацию и большое число сварных швов, целесообразно проводить промежуточную локальную термическую обработку сварных швов электронным лучом.

ЭТО СТРАННОЕ СЛОВО - CALS

ММП им. В.В. Чернышева: **Сергей Викторович Андреев**, заместитель директора производства по планированию
Илья Валерьевич Сафонов, начальник информационно-вычислительного центра

(Окончание. Начало в № 3 - 2006)

Информационные модели объектов и функциональные модели процессов

Информационные модели объектов - термин новый, но чтобы понять его, мы провели уже все необходимые рассуждения. Это просто текст на Express, описывающий классы с их свойствами и методами. Иногда говорят об информационной модели предметной области, подчеркивая, что описывается не один объект, а множество. Например, информационная модель управления людскими ресурсами предприятия. Ведь в ней, кроме класса **Человек** со всеми его потомками, должен быть класс **Организация**. Этот класс необходим, чтобы мы могли описать все места работы и учебы сотрудника. Здесь уже пора оговориться, что в языке Express классы называются сущностями (в английской транскрипции - entity), но это не принципиально. Поскольку понятие "класс" традиционно для объектно-ориентированного подхода, то для начального понимания мы пользовались им, а теперь будем использовать два этих слова как синонимы.

В стандарте ISO 10303 информационные модели собраны в двух разделах: **Интегрированные ресурсы** и **Прикладные протоколы**.

В **Интегрированных ресурсах** собраны описания наиболее общих объектов, применимых в различных предметных областях. Так, например, в нашем случае класс объектов **Организация** должен быть описан скорее в **Интегрированных ресурсах**, так как объект **Организация** в равной степени применим и в управлении кадрами, и в управлении поставками. На самом деле в **Интегрированных ресурсах** описаны еще более примитивные объекты, такие как точка, линия, кривая и т.д.

В **Прикладных протоколах** стандарта размещают информационные модели уже конкретных прикладных областей. Так, например, Прикладной протокол № 201 называется "Точное черчение" и описывает соответствующую предметную область. Прикладной протокол № 203 называется "Проектирование и управление конфигурацией" и содержит информационную модель той предметной области, которую у нас принято называть проектированием изделия и составлением конструкторских и технологических спецификаций. Другими словами, в структуре данных, стандартизованной 203-м Протоколом, можно описать конструкцию и геометрию любого сложного технического изделия - корабля, самолета, станка, автомобиля со всеми входящими в него деталями и комплектующими.

Интуитивно понятно, что есть смысл строить информационные модели лишь для достаточно сложных объектов. Действительно, если предприятие производит одноразовые пакеты для мусора, то не следует городить весь огород с наследованием классов. Во-первых, мусорный пакет имеет элементарную внутреннюю структуру, а, во-вторых, срок жизни пакета слишком короток, и, следовательно, его поведение (вспомните о методах) весьма несложно.

Теперь становится понятно, почему корни CALS-стандартов уходят в обеспечение логистики. Вспомните, что изначально эта аббревиатура раскрывалась как система автоматизированной логистической поддержки (Computer Aided Logistic Support). А теперь трактуется как непрерывная поддержка жизненного цикла (Continuous Acquisition and Life Cycle). Оба раскрытия понятия CALS подразумевают, что объект живет долго и его жизненный цикл надо обслуживать. Применять стандарт STEP для описания объекта целесообразно тогда, когда объект имеет много свойств и много методов, т.е. сложную структуру и сложное поведение на протяжении длительного жизненного цикла. Именно для работы с такими объектами-долготельями нужно использовать стандартные информационные модели. Во-первых, потому что без информационной модели не разобраться с сущностью и поведением объекта. А, во-вторых,

потому что эта сущность должна взаимно однозначно пониматься всеми организациями, обслуживающими жизненный цикл объекта: проектировщиками, производителями, эксплуатантами, поставщиками узлов и комплектующих и т.д.

Пока мы все время говорили о CALS-стандартах. Но стандарты - еще не технологии. Стандарты отвечают на вопрос, в каком виде должен быть получен результат, но не отвечают на вопрос, как этого добиться. Как построить информационную модель объекта? Как предусмотреть все свойства человека, которые могут понадобиться в дальнейшем. Как понять, нужно ли свойство "цвет глаз"? Вроде бы для управления кадрами не нужно. Но необходимо для анкеты на получение визы в США, и, если служба кадров будет заниматься оформлением заграничных командировок, то этот атрибут должен быть. Видите, конкретный вид информационной модели существенно зависит от тех действий или функций, которые будут выполняться с объектом. Занимаемся заграничными командировками - цвет глаз нужен, не занимаемся - обойдемся без него. И дело даже не в том, что нам жалко зарезервировать дополнительную память под дополнительный атрибут, а в том, что, не подумав о заграничных командировках, нам и в голову не придет заложить в информационную модель цвет глаз.

Человек - еще не показательный пример. Он, конечно, обладает сложным поведением, но достаточно простой внутренней структурой. Полная расшифровка генного кода каждого человека пока еще не стала повседневной практикой, и самая сложная информационная модель, которую здесь можно предположить, - это история болезни. Конечно, описать все органы, их патологии, историю лечения, все дозы принятых препаратов - непростая задача.

Но представьте себе авианосец! Срок службы 50, а может и 100 лет. За это время может смениться не одно поколение палубной авиации. Число деталей и узлов - сотни тысяч, а то и миллионы. Многие из них имеют эксплуатационные регламенты. Палубная авиация, в свою очередь, должна быть описана как составная часть (подкласс) объекта **Авианосец**. Конечно, проектируются и производятся они отдельно, но эксплуатируются вместе. Какие свойства и атрибуты понадобятся технику, обслуживающему катапульту верхней палубы? Ведь если информации будет недостаточно, то техник не сможет выполнить свою работу. В мирных условиях это обернется дополнительными затратами. А в боевых?

Для того чтобы понять, какая информация станет необходимой, технику необходимо знать, какие процедуры он будет выполнять. Другими словами, нужно построить модель деятельности техника или функциональную модель. Функциональное моделирование - столь же неотъемлемая часть CALS-технологий, как и информационное. Информационная модель описывает объект, который задействован во многих процессах, а функциональная модель - процесс, затрагивающий много объектов. Функциональная и информационная модели дополняют друг друга в рамках какой-то проблемной области.

CALS предписывает нам строить функциональные модели на формальном языке IDEF. А основной метод, который применяется при функциональном моделировании, - метод декомпозиции. Суть этого метода мы поясним далее, когда будем разбирать пример конкретной функциональной модели. Пока же лишь отметим, что на Западе все специалисты в области систем управления обязаны уметь писать на IDEF, а менеджеры, реализующие конкретные управляющие функции, как минимум, понимать IDEF-модели.

IDEF - язык простой. Он предназначен для графического отображения последовательности действий и, в частности, подходит для проектирования техпроцессов. Основная конструкция языка выглядит следующим образом:



Рис. 7

Квадратик - это какой-то процесс, функция, процедура. Стрелка слева - то, что подается на вход процесса или входящий ресурс. Стрелка справа - то, что получилось в результате исполнения процесса и одновременно входящий ресурс для следующей процессу в цепочке или цикле.

Стрелка снизу - механизм исполнения процесса. IDEF оставляет возможность широкого понимания понятия "механизм". Мы предлагаем понимать его как исполнителя процесса - структурное подразделение или даже конкретное рабочее место.

Если процесс сложный, то на следующей картинке он может быть разбит на несколько более простых подпроцессов, соединенных стрелочками входящих ресурсов и результатов. Это и есть метод декомпозиции. Каждый подпроцесс можно, в свою очередь, декомпозировать на составляющие. В процессе построения модели происходит продвижение от общего к частному, что дает возможность охватить вначале всю проблему целиком, а затем детально проработать каждый элемент модели. Тот же подход применим и к ресурсам. Чем глубже прорабатывается модель, тем более конкретный смысл обретают надписи на стрелочках. И на каком-то уровне детализации становится понятно, что стрелочки - это и есть объекты, которыми мы управляем. Теперь можно перейти к построению информационных моделей этих объектов, ибо процедуры, выполняемые над этими объектами, нам уже известны.

Давайте подытожим полученные нами знания.

- Мы знаем, что такое информационная модель и что такое объектно-ориентированный подход к ее созданию. Мы знаем также, что сложную и одновременно полную информационную модель нельзя построить, не проведя функционального моделирования.
- Мы умеем строить функциональные модели и имеем представление о методе декомпозиции.
- Мы знаем, что существуют определенные объекты, информационные модели которых построены и стандартизованы. Правда, мы не видели функциональных моделей, предшествовавших информационным, но мы доверяем такой солидной организации как ISO. Мы знаем также, что если мы используем эти объекты в качестве базовых при построении нашей информационной системы, то будем поняты всеми присоединившимися к стандарту STEP.

- Мы знаем, что есть стандартные способы построения рабочей базы данных на основании информационной модели (Express-компилятор).

- Мы знаем, что существуют стандартные методы доступа (SDAI) к Express-данным, которые позволяют использовать созданные кем-то информационные модели.

- Мы знаем, что все организации, которые примут для себя описанные выше подходы построения информационной системы, смогут взаимно однозначно обмениваться данными по совместному проекту, не теряя при этом информации и не неся дополнительных затрат.

Вся эта совокупность знаний и объединена в понятии CALS. Конечно, CALS - не фундаментальная наука, а область знаний подходов и методов. Именно в этом смысле мы можем говорить о CALS-технологиях, причем эти технологии скорее не компьютерные, а управленческие.

А что же дальше?

Искушенный в информационных технологиях читатель мог бы уже несколькими абзацами выше соорудить кислую мину и заявить: "А что же здесь нового? Еще одна популярная интерпретация объектно-ориентированного подхода к построению информационных систем? Объектно-ориентированные базы данных, библиотеки методов доступа - все это хорошо известно человечеству на протяжении последних 20 лет. Express - не самый удачный объектно-ориентированный язык, способный всего лишь описывать (декларировать) данные. IDEF - устаревшая нотация 70-х годов прошлого века. И уж если вести речь о построении моделей предметных областей в рамках объектно-ориентированного подхода, то как можно обходить стороной UML-нотации?"

Все эти утверждения верны, но именно они и демонстрируют мощь CALS. CALS-технологии сильны не чем-то новым и дополнительным, а именно тем, чего в них нет и тем, что из многочисленных путей решения проблемы они предписывают двигаться одним-единственным. На начальном этапе международное логистическое сообщество предпочло стандартизацию в рамках консервативных систем в погоне за ультратехнологичными новинками. Ведь если мы выработаем универсальный язык общения, то желательно, чтобы он не был подвержен динамичным изменениям. Иначе освоение этого языка вызовет серьезные затруднения у всех участников процесса.

Такой подход заложил фундамент дальнейшего развития информационных логистических технологий. Но - каким образом международное логистическое сообщество собирается совершенствовать методы совместного использования данных, каковы его достижения в стандартизации процедур технического обслуживания, каким образом гармонизируются логистические стандарты различных серий (MIL, DEF, AECMA) - все это является темой уже совсем другого исследования. **П**

В РЕДАКЦИЮ ПРИШЛО ПИСЬМО...

В прошлом номере вашего журнала была опубликована статья Б.М. Клинского и Ю.Б. Назаренко "К вопросу об оптимальном углеводородном топливе для авиационных ПТД"...

Информация, касающаяся повышения теплотворной способности топлива за счет гидрирования ароматических углеводородов в нафтеносодержащих, содержит ошибочные данные.

Так, наибольший расход H_2 на гидрирование ароматических углеводородов имеет место в реакции $C_6H_6 + 3H_2 \Rightarrow C_6H_{12}$. С учетом содержания в топливе ароматики в количестве не более 22% (max.), расход H_2 составит 152 л H_2 /л топлива, т.е. в 1,5 раза меньше, чем приведено в статье.

В действительности же, в состав топлива входят ароматические углеводороды с

боковыми насыщенными цепями, содержащими 2-6 атомов углерода, и поэтому расход H_2 будет еще меньше (для бутилбензола $C_{10}H_{14}$ расход H_2 составляет 87 л H_2 /л топлива). При этом, и это давно известно, низшая теплота сгорания топлива в процессе гидрирования содержащихся в нем ароматических углеводородов (22%) увеличивается примерно на 1%, а не на 3,5%, как приведено в статье.

Утверждение о том, что при 700 °С ароматические углеводороды, а нафталиновые - при более низких температурах, почти мгновенно распадаются на H_2 и C , горящие затем отдельно, неверно. Авторы совершенно не учитывают при этом химизм и кинетику радикально-цепных реакций термодеструкции углеводородов, при которых H_2 в основном оста-

ется в связанном виде (в свободном около 1% max.).

Поэтому надо сравнивать температуры сгорания ароматических и нафтеносодержащих углеводородов, а не водорода и углерода. Это означает, что разница температур продуктов сгорания различных групп углеводородов топлива в воздухе будет существенно меньше, чем приведено в статье...

Л.С. Яновский, начальник отдела "Двигатели и химмотология" ЦИАМ.

О.Г. Пустырев, старший научный сотрудник ЦИАМ.

Напоминаем, что рукописи в нашем журнале не рецензируются и не возвращаются, а за содержание опубликованных в них материалов несут ответственность авторы. **П**

Редакция журнала "Двигатель"

GLOBATEX AG:

СТАНКИ ШВЕЙЦАРСКОЙ ФИРМЫ DIXI MACHINES ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ПЕРЕВООРУЖЕНИЯ И МОДЕРНИЗАЦИИ ПРЕДПРИЯТИЙ

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

Как было отмечено в наших статьях (журнал "Двигатель", № 1 - 3, 2006 г.) о станках фирм Roders, Zimmer & Kreim (Германия), Seibu Electric & Machinery Co., Ltd (Япония), Unisign (Голландия) и Voumard (Швейцария), компания Globatex AG, которая работает на рынке СНГ более 15 лет (прежнее название фирмы - Charmilles & Mikron Diffusion), делает упор на поставку новейших технологий на основе использования высокопроизводительных прецизионных станков зарубежных фирм.

Компания предлагает высокотехнологичные станки и оборудование европейских фирм и фирмы Японии:

- Roders (Германия) - прецизионные высокоскоростные фрезерные многоцелевые станки с CNC-управлением (до пяти одновременно управляемых осей) для выполнения операций фрезерования, сверления, координатного и контурного шлифования и др.;

- Unisign (Голландия) - высокопроизводительные трех-пятиосевые вертикально-фрезерные станки и фрезерные станки портального типа с CNC-управлением для обработки деталей средних и больших размеров (например, станки со столом длиной до 18 000 мм);

- Zimmer & Kreim (Германия) - высокопроизводительные прецизионные электроэрозионные копирующе-прошивочные станки с CNC-управлением;

- Seibu Electric & Machinery Co., Ltd (Япония) - прецизионные электроэрозионные проволочно-вырезные станки с CNC-управлением;

- Vumotec (Швейцария) - токарно-фрезерные многоосевые обрабатывающие центры для массового производства точной механики, приборов, медицинской техники и др.;

- Voumard (Швейцария) - шлифовальные центры для обработки наружных и внутренних цилиндрических, конических, плоских торцевых и др. поверхностей деталей, как правило, с одной их установкой;

- Dixi (Швейцария) - высокоточные горизонтальные многоцелевые станки с CNC-управлением для выполнения координатно-расточных, координатно-шлифовальных операций, фрезерования, сверления и др. операций;

- Rollomatic (Швейцария) - высокоточные шлифовальные и заточные станки с CNC-управлением для производства методом вышлифовки режущих инструментов, приводимых во вращение, в т.ч. сверл, концевых фрез, бор-фрез и т.п.

Компания Globatex AG предлагает станки различных моделей (более 100 моделей) с возможностью объединения некоторых из них в гибкие производственные системы с использованием предлагаемых компанией средств автоматизации процессов смены инструментов и деталей, их транспортировки и хранения.

Помимо станков указанных фирм компания Globatex AG также предлагает новое оборудование и некоторые системы программного обеспечения, которые призваны существенно повысить технический уровень производства различных предприятий:

- высокопроизводительное оборудование фирмы Ismeca Semiconductor (Швейцария) для автоматической сортировки, тестирования, маркировки и упаковки полупроводниковых приборов

для сборочного производства в электронной промышленности;

- автоматические линии фирмы Ismeca Automation (Швейцария) для сборки электротехнических изделий, бытовых приборов, медицинской техники и др.;

- установки фирмы Solidscape (США) для скоростного и точного изготовления моделей и опытных образцов деталей сложной формы (установки скоростного прототипирования);

- системы программного обеспечения контроля передачи файлов и управления их печатью, разработанные фирмой Will 2C (Франция).

Ниже приведены основные данные о станках фирмы DIXI MACHINES.

Фирма DIXI, основанная в 1904 г. и первоначально специализировавшаяся на поставке станков для часовой промышленности, зарекомендовала себя как изготовитель прецизионных станков и известна в настоящее время как поставщик надежных уникальных координатно-расточных станков и обрабатывающих центров на их основе.

Фирма DIXI MACHINES входит в состав компании DIXI Group (Швейцария).

Станки фирмы применяются в машиностроительной, станкоинструментальной, авиакосмической, автомобильной и других отраслях промышленности для изготовления точных деталей сложной формы, в том числе требующих 5-осевой обработки, деталей точной механики, медтехники, оптических приборов, деталей компрессоров с винтовым ротором, пресс-форм, штампов и т.д..

Фирма является пионером в решении многих конструктивных задач, направленных на повышение точности и расширение технологических возможностей станков. В 1924 г. впервые в мире фирма применила устройства компенсации погрешностей пар "ходовой винт-гайка" станков, в 1948 г. - поворотный индексированный стол для точного растачивания короткими инструментами соосных отверстий в корпусных деталях без применения длинных бор-штанг.

С 1948 г. фирма поставляет пятиосевые координатно-расточные станки, с 1961 г. - станки с ЧПУ, с 1977 г. - станки с автоматической сменой инструментов (затем и со сменой паллет), с 2000 г. - высокоскоростные производственные горизонтально-расточные станки серии DHP. С начала 2004 г. запущены в производство координатно-расточные станки нового поколения серии JIG.

Накопленный фирмой опыт в сочетании с последними техническими достижениями и использованием в станках лучших комплектующих изделий позволил ей оставаться признанным мировым лидером по производству точных станков. Войдя в зону нанометрической точности с внедрением новой серии станков JIG, фирма подтвердила эту позицию.

Сборка станков фирмы осуществляется в производственном помещении площадью 3000 м² с поддержанием температуры воздуха в пределах ±0,5 °С и влажности - от 55 до 60 %.

Фирма экспортирует 95 % своей продукции.

В настоящее время фирма DIXI MACHINES предлагает высокоточные горизонтально-расточные многоцелевые станки серии

Таблица 1

Характеристика	DHP 40	DHP 50	DHP 80	JIG 500	JIG 700	JIG 1200
Максимальные перемещения по осям X, Y, Z, мм	500x500x500	700x700x700	1200x1100x1100	500x500x500	700x700x700	1200x1100x1100
Максимальный размер обрабатываемых деталей, мм	Ø600x600	Ø700x800	Ø1200x1200	Ø600x600	Ø700 x 800	Ø1200 x 1200
Характеристики шпинделя	25 кВт, SK 40 или HSK 63, 12 000 или 24 000 мин ⁻¹	24 кВт, SK 40 или HSK 63, 12000 или 24000 мин ⁻¹	34 кВт, SK 50 или HSK A 100, 12 000 мин ⁻¹	24 кВт, SK 40 или HSK 63, 12 000 мин ⁻¹	24 кВт, SK 40 или HSK 63, 12 000 мин ⁻¹	34 кВт, SK 50 или HSKA 100, 12 000 мин ⁻¹
Подача, мм/мин	0...20	0...20	0...10	0...20	0...20	0...10
Скорость быстрых перемещений, мм/мин	60	60	40	40	40	20
Максимальное ускорение	5...10	5...10	2...5	2,5...5	2,5...5	1...2,5
Точность позиционирования (ISO 230-2), мкм/мм (с перемещениями в двух направлениях)	4	4	5	990	990	990
Повторяемость R (ISO 230-2), мкм/мм	2	2	2	900	900	900
Разрешающая способность при измерениях, мкм/мм	0,05	0,05	0,05	50	50	50
Дискретность программируемого перемещения, мкм/мм	0,1	0,1	0,1	100	100	100
Поворотный стол	Имеется	Имеется	Имеется	Имеется	Имеется	Имеется
Подача, мин ⁻¹	0...20	0...20	0...10	0...20	0...20	0...5
Быстрое вращение, мин ⁻¹	100	100	30	50	50	10
Масса станка, кг	12 000	15 200	25 000	12 000	15 200	25 000
Масса станка (с устройством смены инструмента), кг	15 000	18 200	28 730	15 000	18 200	26 730

DHP, а также горизонтальные координатно-расточные станки серии JIG для выполнения координатно-расточных, координатно-шлифовальных операций, фрезерования и др. операций.

Специалисты фирмы DIXI MACHINES обращают внимание потенциальных потребителей на следующие основные особенности станков серий JIG и DHP:

- совершенство их конструкции и механики;
- коррекция влияния тепловых деформаций для поддержания постоянства выходных технологических показателей;
- высокоскоростной шпиндель большой мощности для обеспечения обработки с одной установки (от высокопроизводительной черновой до чистовой обработки);
- поворотный стол с прямым приводом большой мощности для обеспечения больших скоростей подачи и повышенной точности;
- самая надежная в мире нанометрическая интерполяция, осуществляемая УЧПУ;
- система автоматической смены паллет как стандартная поставка для обеспечения большей эффективности оборудования.

В станках DHP используются быстрые подачи (до 60 м/мин, максимальные ускорения до 5 м/с²). Для автоматизации станков при их стандартной комплектации предусмотрено устройство с двумя паллетами, а по отдельному заказу - система FCP смены паллет или гибкая производственная система FMS. Большое число позиций магазина устройства смены инструментов (до 218 позиций). Широкий диапазон режимов обработки - от черновой до чистовой с одной установкой обрабатываемой детали.

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

В табл. 1 приведены основные характеристики четырехосевых станков серий DHP и JIG.

Все обрабатывающие центры DHP, которые по точности превосходят большинство измерительных машин, предлагаемых на рынке, обеспечивают возможность изготовления высокоточных деталей с высокой производительностью.

Четырехосевые станки мод. DHP 50 и DHP 80 имеют поворотный стол (ось В) с мощным прямым приводом, который обеспечивает высокие скорости движения и ускорения. Стол соединен с системой охлаждения. Наименьшая дискретность, равная 0,0001°, обеспечивает 3 600 000 индексированных положений стола.

Пятиосевые станки мод. DHP50 5X Tilt и DHP 80 5X Tilt оснащены наклонно-поворотным столом, обеспечивающим угол наклона, равный 180° (+45°...-135°). Наименьшая дискретность, равная 0,0001°, обеспечивает 1 800 000 индексированных положений стола. Применение наклонно-поворотного стола обеспечивает уменьшение стоимости технологической оснастки и количества ошибок, которые могут быть на каждой операции по обработке с традиционной переустановкой детали.

Наклоняемый стол позволяет вести обработку более короткими стандартными инструментами, что способствует повышению точности обработки, а также получению более высокой чистоты поверхности благодаря наклонному положению оси инструмента и соответственно высоким окружающим скоростям.

Конструкция станка разработана с учетом обеспечения его высокой точности и производительности, необходимости исключения тепловых деформаций благодаря распределению оптимальным образом выделяющегося тепла по всем его конструктивным элементам. Станина станка выполнена из чугуна с шаровидным графитом с большим числом ребер. Станок не требует специального фундамента и устанавливается на три виброизолирующие опоры.

Шпиндели станков имеют особо высокую точность. Они обеспечивают длительное сохранение показателей благодаря

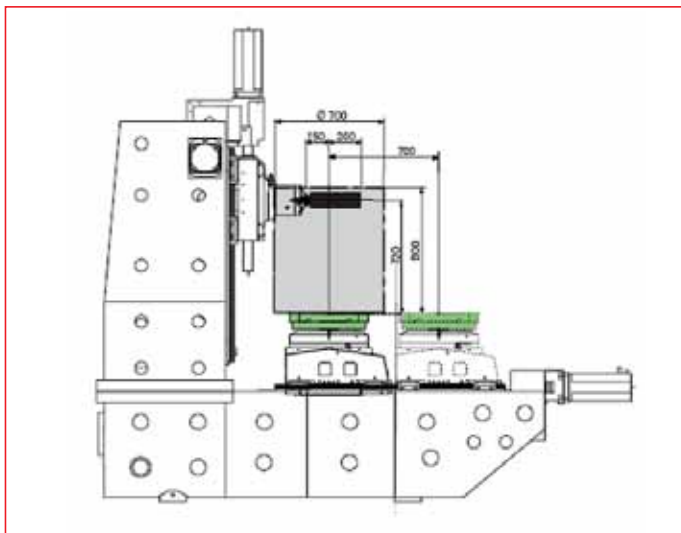


Рис. 1. Схема четырехосевого станка DHP 50



Рис. 2. Внешний вид станка DHP 50

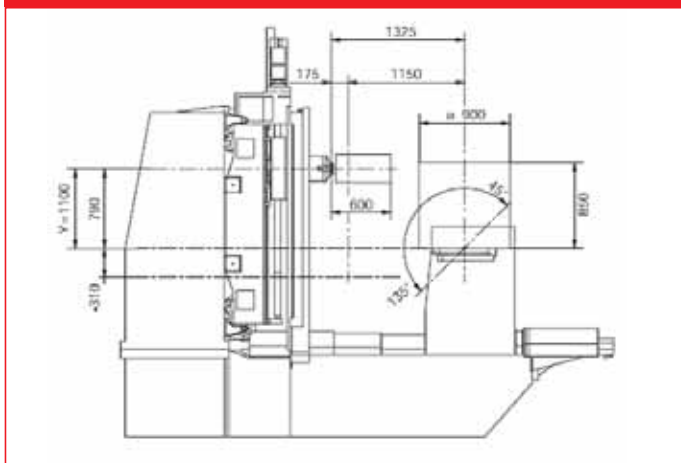


Рис. 3. Схема пятиосевого станка JIG 1200

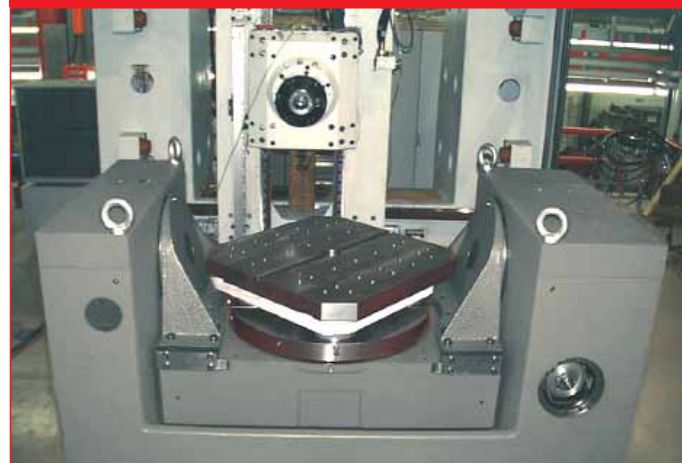


Рис. 4. Наклонно-поворотный стол станка JIG 1200

особенностям конструкции, высокому качеству изготовления и большой жесткости. Существует возможность тонкой настройки требуемого вращающего момента шпинделя. Гидросхема станка позволяет создавать различный предварительный натяг комбинированных керамических подшипников шпинделя в зависимости от частоты вращения. При больших частотах вращения натяг становится меньше. При этом уменьшается и износ подшипников. При меньших частотах вращения предварительный натяг делают большим, более жестким становится и шпиндель. При таком регулировании предварительного натяга обеспечивается регулируемое демпфирование системы. Это позволяет увеличить срок службы шпинделя и добиться точности и высокого качества поверхности обрабатываемой детали.

Шпиндели оснащены датчиками вибраций, датчиками температуры подшипников и датчиками положения конца шпинделя. Сигналы датчиков используются для оптимального регулирования режимов обработки и корректирования программы обработки путем изменения положения нулевой точки по оси шпинделя. Кроме того, предусмотрен датчик расхода СОЖ в случае обработки деталей с ее прокачкой через шпиндель.

Двигатели, приводящие во вращение винты ШВП, управляют цифровыми приводами.

Направляющие линейных осей станков роликовые с предварительным натягом - наиболее жесткие на рынке.

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

Наименьшая дискретность программируемых перемещений 0,0001 мм.

Все источники тепла в станке контролируются системой ЧПУ типа CNC и активно охлаждаются, в том числе опоры винтов ШВП, шарикоподшипники, гайки ШВП, подшипники шпинделя и его двигатель, двигатели приводов осей С и В, электрошкаф и СОЖ.

Четырехосевые станки JIG 500/700/1200 обладают следующими техническими характеристиками:

- точностью позиционирования до 990 нм (0,99 мкм);
- разрешением системы измерений 50 нм (0,05 мкм);
- дискретностью программируемого единичного перемещения 100 нм (0,1 мкм).

Четырехосевые и пятиосевые станки серии JIG характеризуются точностью позиционирования до 990 нм (0,99 мкм), разрешением измерительной системы 50 нм (0,05 мкм) и дискретностью программируемого единичного перемещения 100 нм (0,1 мкм).

Станки серий DHP и JIG оснащены системами CNC-управления фирмы GE FANUC.

Для иллюстрации на рис. 1 и 2 приведены схема и внешний вид станка мод DHP 50, а на рис. 3 и 4 - схема станка JIG1200 и фотография его наклонно-поворотного стола.

**Представительство фирмы Globatex AG в России:
129223, Москва, пр. Мира, д. 119, стр. 69.
Тел.: (+7-495) 739-0375, 739-0376.
Факс: (+7-495) 232-3625.
www.globatex.ru**

Globatex AG



**Экономия
рабочего
времени
до 49%***

**ИСКЛЮЧИТЕЛЬНО
НИЗКИЙ УРОВЕНЬ
ШУМА (менее 35дБА)**



Исключительная производительность для высокопроизводительных вычислительных CAD систем

Графические станции ARBYTE® CADStation оптимизированы под приложения САПР ведущих производителей ПО: **UGS, Autodesk, Dassault Systemes, PTC, АСКОН.**



Графические рабочие станции ARBYTE® CADStation на базе процессоров Intel® Xeon™ – выдающееся соотношение цена/производительность для решений в области высокопроизводительных вычислительных систем.

*В сравнении с неспециализированными ПК аналогичной конфигурации. По методике, опубликованной в журнале "САПР и графика" №11 2004, №3 2005.

ARBYTE®

Москва ARBYTE
(095)- 725-8008
www.arbyte.ru

Альметьевск	Белфорт (8552) 31-87-71
Благовещенск	Сп Групп (4182) 37-22-22
Владимир	Электрон-сервис (0822) 33 80 01
Волгоград	VOGS'S (8442) 37-78-78
Воронеж	Криста-Офис (0732) 71-84-75
Екатеринбург	Делман-Компьютер (343) 214-46-77
Калуга	Пл 8 Плюс (0842) 56-48-88
Казань	Стандарт (8432) 92-10-55
Киров	ВНТ (8332) 64-04-10
Кострома	Стол (4942) 54-15-35
Курск	К95 (0712) 53-15-08
Липецк	Регард-Тур Электроникс (0742) 22-05-55

Минск	Белфорт (017) 234-20-64
Набережные Челны	Белфорт (8552) 38-65-25
Нижегород	Онлайн (8312) 18-40-46
Новосибирск	Арбайт Компьютерз Сибирь (3832) 12-57-70
Оренбург	Белфорт Коликомпани (3532) 70-30-64
Орск	Контакт Плюс (3537) 25-05-98
Санкт-Петербург	Симента Плюс (812) 235-17-75
Смоленск	Коликомпани (0812) 85-50-39
Улан-Удэ	ИАЦ г. Улан-Удэ (3012) 43-62-25
Уфа	Белфорт (3472) 25-37-77
Чебоксары	Копир-Сервис (8352) 74-11-00





К ЮБИЛЕЮ УЧИТЕЛЯ

Елена Константиновна Холщевникова
Дмитрий Александрович Боев

(Окончание. Начало в № 3 - 2006)

Рассказывает академик Олег Николаевич Фаворский: "Поступая в дни окончания Великой Отечественной войны (лето 1945 г.) на авиамоторный факультет Московского авиационного института, я не мог ожидать, что буду в первом выпуске специалистов по воздушно-реактивным двигателям. В лекциях основателей учебных курсов этого профиля профессоров Н.В. Иноземцева, Г.Н. Абрамовича, К.В. Холщевникова внимание фиксировалось, как правило, на существе излагаемого. Стиль подачи материала, ясность изложения и контактность лектора с аудиторией в те годы мало замечались. И только позднее, когда все услышанное, а затем и опубликованное в учебниках периодически приходилось использовать на практике, в работе, вспоминалось, как это подавали наши учителя. Именно в этой части, по четкости изложения, наглядности примеров и рисунков лекции Константина Васильевича Холщевникова были незабываемыми.

Проведя у К.В. Холщевникова курсовую и дипломную работы, я был распределен в ЦИАМ, и с февраля 1951 г. начал работать непосредственно с ним в группе Б.Н. Амелина (отдел В.И. Бабарина) в лаборатории 3 над рядом задач, расчетных и экспериментальных, связанных с турбореактивными двигателями. Тогда работы были очень оперативными.

К.В. Холщевников ранее ряд лет создавал основы расчета нагнетателей (с В.И. Дмитриевским) и лопаточных машин, но в начале 50-х годов руководил основным подразделением ЦИАМ - лабораторией 3, занимавшейся исследованиями ВРД. Многосторонние исследования, расчетные и экспериментальные, обосновывали дальнейшее развитие газотурбинных ВРД в ОКБ Минавиапрома.

В 1955-1956 гг. К.В. Холщевников возглавляет совершенно новое направление: сначала создание основ расчета ядерных ВРД открытого и замкнутого типа, реализуемых в ОКБ А.М. Люльки и Н.Д. Кузнецова, а затем космических ядерных установок прямого преобразования тепловой энергии в электрическую, реализованных в ОКБ М.М. Бондарюка и Г.М. Грязнова.

Все эти годы К.В. Холщевников с неизменной доброжелательностью, но четкостью во взаимоотношениях налаживал и вел совместные НИР с большим числом организаций. Это были не только двигательные ОКБ, для которых ЦИАМ был и экспертом, и проверочной экспериментальной базой, и советчиком по всем вопросам создания и эксплуатации двигателей, но и ряд организаций тогдашнего атомного министерства -

Средмаша: ИАЭ, ФЭИ, ряд ОКБ тесно сотрудничали с ЦИАМ через К.В. Холщевникова.

Константин Васильевич был удивительно четким, ясным и последовательным человеком. Обязательность, точность и доброжелательность были чертами, обеспечивавшими ему простоту в работе и со своими сотрудниками, и со смежниками. Ему всегда верили. Именно эти человеческие качества остались в памяти всех, кто работал вместе и рядом с Константином Васильевичем".

В 1954-1955 гг. в изданиях ЦИАМ были опубликованы две работы Константина Васильевича (в соавторстве с Олегом Николаевичем Фаворским), которые были посвящены теории, методам расчета и регулирования ТРД с двухкаскадными компрессорами. В этих работах впервые были рассмотрены и вскрыты физические причины особенностей работы компрессоров и турбин обоих каскадов, приводящие к расширению рабочего диапазона двигателей, указаны способы регулирования двигателей на крейсерских режимах. Были даны уравнения для расчета характеристик ТРД с двухкаскадным компрессором (ТРДК). Эти работы имели не только теоретическое значение.

В одной из работ, опубликованных Константином Васильевичем в 1956 г. в соавторстве с Б.Н. Амелиным, впервые были изложены результаты расчетных и экспериментальных исследований, связанных с использованием в турбореактивных двигателях регулируемого соплового аппарата турбины. Эта работа имела принципиальное значение, поскольку в ней помимо теоретического обоснования

эффективности применения такого регулирования ТРД было дано экспериментальное подтверждение основных положений теории и показана работоспособность созданной авторами опытной конструкции.

Эти фундаментальные результаты были изложены К.В. Холщевниковым в книге "Некоторые вопросы теории и расчета ТРД", опубликованной в 1960 г. Книга эта была переведена и издана в Англии в 1964 г. В журнале *British Engineer* на перевод этой книги был дан весьма положительный отзыв, в котором помимо прочего было сказано: "Ни одна из сколько-нибудь полных технических библиотек не может позволить себе обойтись без этого выдающегося исследования в области авиационной техники".

К.В. Холщевниковым были разработаны основные принципы и методы расчета и согласования окружных скоростей, производительности, напряжений, чисел оборотов и других параметров компрессора и турбины в авиационных газотурбинных дви-



К.В. Холщевников в 1950 г.

гателях различного типа (ТРД, ТВД, ТРДД) и газотурбинных установках с замкнутым контуром.

Примененный К.В. Холщевниковым метод исследования этих двигателей с использованием комплексного параметра имеет всеобщий характер и позволяет выявить рациональные параметры основных элементов для двигателей различного типа.

Разработанная теория оказалась особенно ценной при изучении двигателей, предназначенных для сверхзвуковых скоростей полета. В частности, было показано, что при больших сверхзвуковых скоростях полета ограничивается производительность компрессора ТРД в случае его работы с большими окружными скоростями. Это ограничение снимается только с ростом рабочей температуры газа и допустимого напряжения в лопатках турбины.

Результаты этих исследований были опубликованы К.В. Холщевниковым в 1965 г. в книге "Согласование параметров компрессора и турбины в авиационных газотурбинных двигателях". Этот труд получил широкое признание среди работников авиационной промышленности. Он до сих пор используется как эталонный учебник всеми ведущими профильными вузами нашей страны.

Вся научная деятельность Холщевникова была в той или иной мере подчинена интересам практики и подготовки будущих специалистов. Он получил 15 авторских свидетельств на изобретения (в соавторстве с другими сотрудниками ЦИАМ и других организаций), написал 10 книг, большинство из которых переведены на иностранные языки.

Грамотность и принципиальность Холщевникова были следствием одна другой и известны всему авиационному сообществу. Вот что вспоминает ведущий научный сотрудник ЦИАМ Александр Григорьевич Романов: "В конце шестидесятых годов, после успешного опыта применения первого отечественного двухконтурного двигателя Д-20П главного конструктора П.А. Соловьева, стало ясно, что наступает эра двухконтурных двигателей. К этому времени уже был принят в эксплуатацию двигатель Д-30 на самолете Ту-134, и намечалась его дальнейшая модификация. Главным конструктором П.А. Соловьевым и профессором К.В. Холщевниковым совместно с коллективами ЦИАМ и ОКБ был разработан перспективный план развития семейства двигателей для пассажирских и военных самолетов. Настала необходимость утверждения плана в МАП.

В кабинете главного конструктора на заводе в Перми состоялся разговор по этому поводу, при котором я присутствовал. Петр Васильевич [Дементьев, министр авиационной промышленности - прим. ред.] настойчиво требовал от научного руководителя убедить главного конструктора сделать одноступенчатой турбину высокого давления, приводящую одиннадцатиступенчатый компрессор высокого давления в двигателе Д-30. Константин Васильевич с глубоким

убеждением указывал на невозможность этого при сохранении принципиальной схемы двигателя. Иными словами, такое задание требовало перехода к совершенно новому двигателю, а значит и отказа от всего опыта, который приобрел коллектив, создавший Д-20П и Д-30 I и II серий, успешно освоенных в производстве двумя заводами. В заключение для убедительности он сказал: "Как научный руководитель я никогда не подпишу такого задания ОКБ". Петр Васильевич

раздраженно возражал, сказав, что профессор не хочет видеть удешевление в производстве двигателя с одноступенчатой ТВД и не ищет путей решения этого вопроса. На эти обвинения Константин Васильевич Холщевников возразил, что основное преимущество двухконтурного двигателя перед другими, заключающееся в повышении экономичности на 15 и более процентов по сравнению с ТРД, будет утеряно, и такой двигатель не будет конкурентоспособен. Холщевников еще раз повторил, что надо будет переходить к новой схеме двигателя, в результате чего будет потерян опыт, накопленный коллективом, и его опередят другие: "Это все приведет к еще большим затратам, лучше поискать пути снижения трудоемкости элементов двухступенчатой турбины". Тут Дементьев сказал, что тогда придется заменить научного руководителя в ОКБ П.А. Соловьева. Профессор с достоинством ответил: "Вы можете снять меня с должности научного руководителя, но своих убеждений я, как ученый, изменить не могу".

В последние годы К.В. Холщевников плодотворно работал в области применения специального вида энергии в двигателях и силовых установках широкого назначения. Им была создана в ЦИАМ крупная лаборатория, где под его руководством и при непосредственном участии были проведены основополагающие разработки, относящиеся к выбору возможных схем, оптимальных параметров и решению других принципиальных проблем, связанных с этой новой областью техники. Он принимал участие в разработке и создании соответствующих объектов в промышленности.



К.В. Холщевников в 1966 г.



А.Д. Чаромский, К.В. Холщевников, Т.М. Мелькумов и др.



В.В. Яковлевский и К.В. Холщевников



В президиуме торжественного собрания, посвященного юбилею А.А. Микулина

Константин Васильевич с 1945 г. вел большую педагогическую работу в Московском авиационном институте, где читал курс "Теория и расчет лопаточных машин", руководил дипломным проектированием и подготовкой научных кадров. В 1970 г. вышел его учебник "Теория и расчет авиационных лопаточных машин". В книге были рассмотрены все основные вопросы расчета и регулирования компрессоров и турбин ГТД. Этот труд и сейчас является ценным пособием не только для студентов, но и для специалистов отрасли. Книга получила вторую премию имени 25-летия МАИ и впоследствии, при участии Олега Николаевича Емина и Владилена Тихоновича Митрохина, была переиздана в Японии.

Как вспоминает Франческа Александровна Слободкина: "В 1964 году я поступила в аспирантуру ЦИАМ и в 1968-м защитила кандидатскую диссертацию. А с осени 1972 года преподавала аспирантам ЦИАМ математику в течение 32-х лет. С Константином Васильевичем я познакомилась, будучи в аспирантуре, поскольку он в те годы был ее руководителем. Общаться приходилось в основном по формальным поводам, при этом каждый раз я испытывала неловкость, что отвлекаю большого ученого своими пустяками. Но Константин Васильевич всегда был неизменно вежлив, доброжелателен, искренне внимателен к любым "пустякам", что избавляло меня от чувства вины. Когда материалы диссертации были готовы, и дело дошло до написания глав, тогдашний начальник нашего отдела не разрешил мне взять аспирантский отпуск, исповедуя принцип: "Если могу чему-нибудь помешать, то помешаю обязательно!" Пришлось обратиться к Константину Васильевичу. Он, выслушав меня, сказал: "Если моему аспиранту удобнее писать диссертацию дома, находясь в отпуске, то почему я должен этому препятствовать?" Отпуск был оформлен.

Он-то, по-видимому, исповедовал совсем иной принцип: "Если я могу чем-нибудь помочь, то помогу непременно!" И это не рисовка, а образ жизни. Прошло много лет, но я всегда вспоминаю Константина Васильевича с благодарностью и глубоким уважением".

С 1957 г. и до самой смерти Константин Васильевич являлся заместителем начальника ЦИАМ. Ранее уже отмечалось, что с 1945 до осени 1975 г. он по совместительству преподавал в МАИ. Все газотурбинисты, окончившие МАИ, - непосредственные воспитанники Холщевникова. Те же, кто обучался в других вузах, наверняка занимались по его учебникам. Наряду с работой в ЦИАМ и МАИ Холщевников, как признанный научный авторитет, участвовал в работе ВАК, комитета по Ленинским премиям и в других комиссиях и комитетах.

Деятельность К.В. Холщевникова была высоко оценена правительством и научной общественностью. Он был награжден орденами Ленина, Трудового Красного Знамени и орденом "Знак

Почета", удостоен звания лауреата Государственной премии. В 1957 г. он защитил докторскую диссертацию и стал профессором МАИ, а в 1967 г. ему было присвоено почетное звание "Заслуженный деятель науки и техники".

Его не только уважали как профессионала, но и очень хорошо относились к нему, как к человеку. Вот что вспоминает один из его сотрудников Эрнст Галсанович Намсараев, начальник отдела ЦИАМ: "Я пришел в лабораторию 15 на преддипломную практику в сентябре 1958 года, а с марта 1959 года я стал работать там инженером. Константина Васильевича Холщевникова, создателя и начальника лаборатории 15, я всегда считал и считаю Учителем. По возрасту он как раз годился мне в отцы. Мой отец был 1907 года рождения, Константин Васильевич - 1906 года. А все наши начальники отделов в лаборатории 15 были всего лет на 8-10 старше нас, молодых инженеров, которым в основном было лет по 25.

Вспоминается, как "Холщ" (как мы в лаборатории 15 его между собой, любя, называли, а еще иногда и "Дед") проверял наши расчеты. Он это очень быстро делал с помощью большой логарифмической линейки длиной 50 см. Пока ты ему что-то там объясняешь, он подвигает несколько раз движком или соглашается, или возражает и указывает, где, возможно, находится ошибка. "Хорошенькое дело!" - обычно восклицал Константин Васильевич, когда ему что-то не нравилось.

Интересно было наблюдать за Константином Васильевичем на заседаниях НТС лаборатории 15, которые обычно проходили под его председательством в кабинете в середине второго этажа административного корпуса ЦИАМ. В последние годы его жизни, когда кто-то докладывал, он как будто бы засыпал: глаза закрывались и голова склонялась. Но стоило только докладчику закончить, как Константин Васильевич тут же открывал глаза и задавал вопрос, из которого становилось совершенно ясно, что он ни на секунду не терял нить доклада.

Со стороны казалось, что Константин Васильевич очень суровый, даже всегда сердитый человек, глубоко погруженный в свои какие-то очень далекие от нас мысли. Но он как-то по-отечески относился ко всем рядовым сотрудникам лаборатории 15. Я знаю, что некоторые наши мотористы даже злоупотребляли таким его отношением: могли запросто прийти к нему вечером домой (благо жил Константин Васильевич рядом с институтом) и занять у него до получки. Он всегда давал им деньги, но и, конечно, все ему возвращали свои долги. В памяти тех, кто с ним работал и еще сам живет, он остается очень человечным и интеллигентным человеком".



17 августа 2006 г. - Компания LANDesk Software, один из ведущих поставщиков технических решений в области интегрированных систем, безопасности и управления бизнес-процессами, объявила о выходе технического решения нового поколения LANDesk® Service Desk, которое появилось в результате заключения лицензионного соглашения и установления деловых отношений с компанией Touchpaper (Великобритания) - провайдером технических решений в области IT-управления предприятиями. Пакет LANDesk® Service Desk будет интегрироваться с пакетами LANDesk® Management Suite, LANDesk® Security Suite и LANDesk® Process Manager, что позволит предложить покупателям наиболее полное техническое решение, обеспечивающее комплексную поддержку клиента. Глубокая интеграция предоставит IT-службам возможность осуществлять эффективное управление изменениями и инцидентами благодаря полному использованию достоинств программ IT-управления услугами и технической поддержкой.

"LANDesk помогает нам решать задачи нашей корпоративной сети, характерные и для других предприятий мира, с помощью инструментов и процессов для быстрой реакции на изменения и проактивного планирования", - отметил Стэн Пачура (Stan Pachura), глава технологического отдела корпоративных систем компании PMI

Mortgage Insurance. - *Добавление интегрированного пакета Service Desk повышает стратегическую значимость предложений от LANDesk для заказчиков".*

LANDesk® Service Desk обеспечивает объединение оперативного управления заявками на обслуживание, основанного на ролевом принципе расстановки приоритетов, и автоматизацию действий, выдачу заданий, определение уровня обслуживания и эскалации. Непосредственный доступ к информации в режиме реального времени гарантирует точность обновлений, а мощная статистическая отчетность дает менеджерам возможность постоянно контролировать результативность выполняемых ими сервисных функций.

LANDesk® Service Desk может стать идеальным решением для компаний, стремящихся соответствовать требованиям международных нормативных документов (Six Sigma, SOX, HIPAA и т. д.). "Решение LANDesk® Service Desk будет тесно интегрировано с известными продуктами, предназначенными для управления системами и их безопасностью, что открывает путь к наиболее комплексному подходу в отношении управления системами и реакцией на инциденты", - заявил вице-президент по международному маркетингу для фирмы LANDesk Дейв Тейлор. - *LANDesk® Service Desk является продолжением нашего пути по оказанию помощи IT-подразделениям, стремящимся добиться максимальной ав-*

томатизации бизнес-процессов на уровне всего предприятия для повышения эффективности работы и доходности компаний".

О компании LANDesk Software

LANDesk Software является ведущим провайдером технических решений в области управления системами, безопасностью и процессами применительно к настольным ПК, серверам и мобильным устройствам в масштабах предприятия. LANDesk дает возможность тысячам организаций развернуть и ввести в эксплуатацию сквозные решения, касающиеся управления. Функции представительства компании LANDesk Software в России и странах СНГ выполняет компания ARBYTE: <http://www.arbyte.ru>, <http://www.landesk.ru>

О компании Touchpaper

Компания Touchpaper - один из ведущих международных провайдеров технических решений в области IT-управления предприятиями (ITBM). В состав этих решений входят IT Service Management (ITSM), решения в области клиентского обслуживания (CSS), управление сетями и системами. Управление фирмы расположено в Великобритании. Имеются представительства в Северной и Южной Америке, Европе и Азиатско-Тихоокеанском регионе. Дополнительную информацию можно найти в Интернете по адресу: www.touchpaper.com



AEROSPACE TESTING RUSSIA

20-22 СЕНТЯБРЯ | SEPTEMBER 2006

СК «ОЛИМПИЙСКИЙ»,
МОСКВА, РОССИЯ
OLIMPIYSKIY SPORT COMPLEX,
MOSCOW, RUSSIA

АВИАЦИОННЫЕ ИСПЫТАНИЯ

3-я Международная выставка
испытательного оборудования,
систем и технологий
авиационно-космической
промышленности

ОРГАНИЗАТОР:



Тел: +7 (495) 935 7350 (доб. 4155)
Факс: +7 (495) 935 7351
E-mail: aero@ite-expo.ru

www.aerospace-expo.ru

При поддержке:



Информационные спонсоры:



ЯВЛЯЕТСЯ ПРИГЛАСИТЕЛЬНЫМ БИЛЕТОМ

СИЛА ОТДАЧИ

Александр Николаевич Медведь

(Окончание. Начало в № 3 - 2006)

Наряду со штурмовиком Ил-2 пушкой МП-6 планировали вооружить истребитель ЛаГГ-3. Первоначально речь шла о варианте с магазинным питанием, затем перешли на ленточное, но все же из-за ограниченности объема в моторном отсеке самолета пришлось ограничиться боекомплектом, состоявшим из 57 снарядов. Пулеметное вооружение "ЛаГГа" оставалось неизменным: один синхронный крупнокалиберный пулемет БС и два 7,62-мм ШКАСа. В апреле 1941 г. совместными усилиями самолетного и пушечного КБ был спроектирован причудливой формы патронный ящик для МП-6, который плотно облегал казенную часть пушки и позволял увеличить ее боекомплект до 85-90 снарядов.

Истребитель ЛаГГ-3 в серию шел трудно. Для его производства был выделен завод № 21, долгое время выпускавший различные модификации истребителя И-16 - знаменитого "ишачка". Технология была отлажена, план выполнялся, все категории работников регулярно получали премии. И тут - новая машина, да еще выполненная из неведомой ранее дельта-древесины - прессованного материала, пропитанного особым клеем ВИАМ Б-3. Мотор М-105П был тоже новый, рядный; на самолете предусматривалась гидросистема для выпуска шасси (на И-16 она была механической или пневматической)... Словом, головная боль для производственников.

Поначалу руководство предприятия, понимавшее, что выполнить план по выпуску ЛаГГ-3 не удастся (плакали все премии), попыталось прикрыться изготовлением дополнительного числа И-16 несмотря на отсутствие официального заказа на последние. Мотивировалось это тем, что, якобы, на заводе имелся большой задел деталей для "ишачка", и было бы нерационально выбросить их на свалку. Но через пару месяцев неповоротливость руководства предприятия серьезно разозлила наркомат авиационной промышленности. В Горький приехал заместитель наркома П.А. Воронин, зашел в сборочный цех и, увидев готовый И-16, бросился к пожарному щиту, сорвал топор и принялся рубить им новенький истребитель! Онемевшие от изумления работники завода молча смотрели на эту фантастическую картину. Наконец, выплеснув ярость, Воронин повернулся к ним и бросил: "Поймите, наконец! Не нужен нам больше И-16!" [10]

Первые серийные "ЛаГГи" заметно уступали по скорости и маневренности самолету Як-1; надежность их была настолько низкой, что к началу войны лишь один полк в ВВС Красной Армии, вооруженный этими машинами, считался боеготовым (24-й иап). Более сотни истребителей оставались на предприятии, на них устранялись многочисленные дефекты. Не начнись война, еще неизвестно, как повернулась бы судьба ЛаГГ-3. В этих условиях С.А. Лавочкин и его сотрудники, наряду с усилиями, направленными на "подтягивание" летных данных и надежности серийных самолетов, сделали ставку на оснащение его мощными и разнообразными пушками - это давало "ЛаГГу" определенный бонус по сравнению с "Яком", вооруженным только одной пушкой ШВАК и двумя пулеметами ШКАС.



Истребитель ЛаГГ-3 с пушкой ШВАК, пулеметом БС и двумя пулеметами ШКАС

Для установки пушки МП-6 производства тульского завода № 66 в марте 1941 г. был выделен самолет ЛаГГ-3 зав. № 312119. По состоянию на 10 апреля самолет совершил 10 полетов, из пушки в воздухе было выпущено 657 снарядов, однако установка и сама пушка оказались недоведенными: в среднем на каждые 15 выстрелов происходила одна задержка. Для сравнения: у ЛаГГ-3, вооруженного пушкой ШВАК, задержки возникали гораздо реже - в среднем одна на 220 выстрелов из орудия. Однако, как уже отмечалось ранее, высокая надежность ШВАК в известной мере обесценивалась недостаточным могуществом снаряда и его плохой аэродинамической формой. Помимо МП-6 в то время на опытные ЛаГГ-3 предпринимались попытки установить известные читателю 23-мм пушки ВЯ и СГ-23. 7 апреля 1941 г. после 1287 выстрелов случилась авария пушки ВЯ при ведении огня в воздухе. Из-за отказа противоотскочного механизма произошел выстрел при незапертом стволе. 26 апреля после 607 выстрелов пушка СГ-23 вышла из строя по той же причине. Этот дефект был совершенно недопустим для серийных орудий, поэтому испытания обеих пушек прекратили до устранения дефектов. Итак, остались всего два реальных конкурента: надежная, но уже устаревшая пушка ШВАК и требующая определенной доводки, но очень перспективная пушка МП-6. Большинство специалистов из Управления вооружения ГУ ВВС КА не сомневались, что будущее за таубинской 23-миллиметровкой, хотя о немедленной "отставке" ШВАКа речь не велась...

Кроме того, существовали варианты "ЛаГГа" с 37-миллиметровыми пушками конструкции ОКБ-15 Б.Г. Шпитального и ОКБ-16 Я.Г. Таубина. И здесь энергичный Таубин вновь "перебежал дорожку" маститому конструктору Шпитальному. Дело в том, что требованию ВВС КА к пушке калибра 37-мм устанавливали "нижнюю планку" скорострельности равной 330 выстр./мин., массу системы ограничивали 130 килограммами, а боекомплект должен был состоять не менее чем из 50 снарядов. Установка пушки ОКБ-15 (впоследствии она получила наименование Ш-37) всего с 20 патронами, представленная на испытания в декабре 1940 г., весила почти 170 кг, а скорострельность орудия не превышала 183 выстр./мин. В то же время у 37-мм пушки конструкции ОКБ-16 скорострельность была порядка 280-300 выстр./мин. при боекомплекте из 40 патронов.

"Вторглось" ОКБ-16 и на "территорию", ранее безраздельно принадлежавшую тульскому КБ-14. Дело в том, что у серийного крупнокалиберного пулемета М.Е. Березина (любопытно, что по фамилии этого конструктора в то время не знали даже в Управлении вооружения ГУ ВВС КА, поэтому в некоторых документах наименование пулемета писали так - 12,7-мм пулемет "Березина", полагая, что оно выбрано по имени реки) летом 1940 г. выявились крупные недостатки. Дошло до того, что начали высказываться предложения о прекращении выпуска пулемета и создании взамен другого, более надежного. На одном из совещаний "в верхах" Г.М. Маленков неожиданно предложил Я.Г. Таубину в очень короткий срок (за шесть месяцев) разработать новый 12,7-мм пулемет. Впоследствии известный отечественный конструктор вооружения А.Э. Нудельман отмечал склонность своего тогдашнего начальника к принятию скоропалительных решений и раздаче необоснованных "авансов". В данном случае после довольно быстрой прикидки Таубин пообещал Маленкову создать пулемет массой всего 13...15 кг, в то время как пулемет Березина в зависимости от варианта (крыльевого или синхронного) весил 22...24 кг.

В результате "аврала" в ОКБ-16 к исходу 1940 г. действительно был спроектирован и изготовлен очень легкий крупнокалиберный пулемет, получивший наименование АП-12,7. Но ка-

кой ценой! Во-первых, было отвлечено внимание конструкторов от МП-6 и от пушки калибра 37 мм, которую ОКБ-16 по более раннему заказу должно было изготовить и представить на испытания в декабре 1940 г. Во-вторых, живучесть автоматики АП-12,7 оказалась крайне низкой - после 100-200 выстрелов начинались осечки и задержки, связанные с поломками отдельных деталей. Из-за погони за малой массой в конструкции пулемета оказалось множество слабых мест, на устранение их требовалось время. Таубин попросил месяц, потом еще один...

Между тем, в апреле 1941 г. атмосфера вокруг ряда руководителей ВВС, ПВО, оборонных наркоматов и разработчиков оружия стала накаляться. Вернувшись из командировки в Германию весной 1941 г., начальник ЛИИ НКАП генерал-майор авиации И.Ф. Петров доложил И.В. Сталину о том, что немецкая промышленность вышла на уровень производства 70-80 самолетов в день (впоследствии выяснилось - эта информация была преднамеренной дезинформацией, ее намеренно "слили" Петрову высокопоставленные чины из люфтваффе, чтобы припугнуть руководство СССР). Советские авиазаводы в то время выпускали всего 30-40 самолетов в день, и лишь во второй половине 1941 г. планировалось выйти на ежедневный уровень в 50-60 самолетов. Авиапромышленность работала в три смены. Быстрое расширение производства и авральное освоение в серии новых машин (МиГ-3, Як-1, ЛаГГ-3, Пе-2, Ил-2) закономерно привели к снижению качества техники и резкому росту числа аварий и катастроф в войсковых частях. На одном из апрельских совещаний начальник ГУ ВВС КА П.В. Рычагов позволил себе в резких выражениях отозваться о качестве изготовления новых отечественных самолетов, назвав их "гробами". *"Вы не должны были так сказать"*, - уронил И.В. Сталин после тяжелой паузы. Очевидцы свидетельствуют, что Сталин всегда очень правильно, выверено строил фразы и только в минуты сильнейшего раздражения мог оговориться. Вскоре Рычагов был снят с должности и отправлен сначала "для обучения в академию Генштаба", а спустя еще месяц его арестовали. Тогда же были арестованы заместитель наркома обороны по авиации Я.Б. Смушкевич, начальник НИИ ВВС КА генерал А.И. Филин, нарком вооружения Б.Л. Ванников и некоторые другие военные и гражданские руководители. Как обычно, за каждой "фигурой" высшего ранга потянулся шлейф арестантов разрядом пониже, в основном подчиненных или связанных какими-то совместными проектами.

В конце февраля 1941 г. усовершенствованный пулемет М.Е. Березина успешно прошел войсковые испытания в 116-м иап на самолетах И-16 и И-153. В апреле того же года Березин предъявил на испытания улучшенный вариант своего пулемета, получивший наименование УБ и отличавшийся уменьшенной до 18...19 кг массой. А ОКБ-16 по-прежнему никак не могло справиться с "детскими болезнями" АП-12,7... Ситуация накалялась день ото дня. Нарком Б.Л. Ванников, долгое время "прикрывавший" Таубина, ничем не мог помочь. Руководитель конкурирующей организации Б.Г. Шпитальный, по мнению А.Э. Нудельмана, был явно заинтересован в том, чтобы устранить "слишком шустрого" Таубина. Дополняла картину явная неудача ОКБ-16 с 12,7-мм пулеметом и задержка с представлением 37-мм пушки. И вот, 16 мая 1941 г. органы НКВД арестовали не только Я.Г. Таубина, но и его заместителя М.Н. Бабурину.

Люди, близко соприкасавшиеся с И.В. Сталиным, отмечали такую его особенность. Познакомившись с человеком и убедившись в его способностях, вождь был склонен облакать новичка, оценить его деятельность не просто высоко, а еще и "немного авансом" в надежде на то, что в дальнейшем тот будет из кожи вон лезть, лишь бы оправдать оказанное доверие. Недаром вернувшиеся из Испании командиры эскадрилий и танковых батальонов вскоре получали генеральские звания и высокие должности. Действительно, большинство из выдвиненцев Иосифа Виссарионовича было, бесспорно, лояльно руководству страны и не помышляло ни о какой измене и ни о каком шпионаже. Но их деятельность на новом, часто не соответствующем знаниям и способностям уровню была сопряжена с ошибками. Первая ошибка, вторая, третья... Вождь некоторое время великодушно "прощал" новичков, но ничего не забывал. Когда



Штурмовик Ил-2 с 37-мм пушками Б.Г. Шпитального

же "критическая масса" ошибочных решений и действий превышала некий уровень (случайный - одним сходило с рук больше, другим меньше), следовала кара, которая казалась несопоставимой с конкретным проступком - последним из них. Фраза Рычагова - *"Вы ставляете нас летать на гробах"* - в иных обстоятельствах, может быть, вызвала бы только усмешку или, максимум, недовольный взгляд. Но за Рычаговым уже числился ряд провинностей; в частности, он никак не мог справиться с высокой аварийностью и "расхлябанностью" в строевых частях ВВС, ведь в начале 1941 г. стране ежедневно (!) происходило 4-5 авиационных аварий и катастроф. Разумеется, Рычагов не был ничьим шпионом, хотя именно это ему инкриминировалось. Просто Сталин считал, что "уличенные в измене" не могли вызывать никакого сочувствия у окружающих, а вот натворившие каких-то технических или организационных ошибок - могли. Вождю было необходимо, чтобы не только он, Сталин, обвинял и уничтожал "врагов народа", но и чтобы сам народ также требовал наказания этих врагов...

Соответствующий перечень реальных и вымышленных "вин", как мог убедиться читатель, набирался и за Таубиным. Как бы то ни было, ОКБ-16 оказалось обезглавлено. Пушка МП-6 мгновенно из принцессы превратилась в золушку, о ней не принято было даже вспоминать. На складах заводов к середине мая 1941 г. скопилось уже 400 готовых орудий, ставших никому не нужными. В этих условиях воспрянули духом тульские конструкторы, которые постарались в кратчайший срок устранить недостатки пушки ВЯ. Ее срочно стали готовить к запуску в производство на заводе № 66. Старший военпред предприятия военинженер 2 ранга Конопкин 5 июня 1941 г. докладывал руководству, что *"завод имеет возможность приступить к сборке пушек [ВЯ - прим. авт.] в последних числах текущего месяца"*. [11]

Однако проведенные в конце июня - начале июля испытания серийных пушек ВЯ на самолете ЛаГГ-3 не порадовали: при 2800 выстрелах произошло 62 задержки и 5 поломок, т.е. один "инцидент" примерно на каждые 40 выстрелов. Затвор пушки вышел из строя после 187 выстрелов, то есть после отстрела двух боекомплектов (на ЛаГГ-3 он состоял из 90 патронов). Еще раз провели измерения силы отдачи, которая оказалась равной 4600 кг! Столь мощное воздействие на мотор М-105П как правило приводило к возникновению течей масла из уплотнений. В связи с этим руководство наркомата авиапромышленности предпочло воздержаться от запуска в серию ЛаГГ-3 с пушкой ВЯ, хотя ВВС настаивали на целесообразности такого варианта вооружения и в конце 1941 г.

Да и на "Иле" установка пушки ВЯ потребовала усиления крыла. В начале августа 1941 г. руководство самолетного завода № 18 предупредило Управление заказов вооружения ГУ ВВС КА, что внедрение в производство Ил-2 с ВЯ приведет к временному сокращению выпуска штурмовиков. Дальше - еще хуже. *"По причине холодной дождливой погоды в сентябре 1941 г. при отстреле пушек ВЯ на заводе № 18 происходила неотдача на 80 % пушек из-за загустевания смазки и повышенной влажности снарядов"*, - сообщал военпред предприятия. - *Недостаточное количество газов резко понижает темп стрельбы, а иногда ведет к неотдаче"*. [12] По состоянию на 4 сентября 1941 г. завод сдал в строевые части 16 самолетов Ил-2 с пушками ВЯ (в тот период среднемесячный выпуск "Илов" превышал 250 единиц). Далее такие машины "тонкой струйкой" стали поступать в штурмовые полки. В конце ноября главный инженер ВВС Юж-



Пушка Ш-37 под крылом "Ила"

ного фронта военинженер 1 ранга Родимов докладывал: "На пушках ВЯ самолетов Ил-2 участились случаи поломок затворов: после 250-300 выстрелов при диаметре газового отверстия 4,5 мм и после 750-900 выстрелов при диаметре газового отверстия 4,0 мм. За время с 20.9 по 20.11 в 4-м шап поломалось 27 затворов. С 9.11 по 20.11 в 431-м шап - 6 затворов. Запасных затворов нет"... [13] В общем, проблем с ВЯ было много.

По воспоминаниям В.Н. Новикова, в то время заместителя наркома вооружения, на его памяти "вопрос об усилении вооружения штурмовиков Ил-2" встал в начале 1942 г. "Государственный Комитет Обороны принял решение оснастить штурмовик Ил-2 двумя пушками ВЯ и крупнокалиберным пулеметом. Изготовление пушки было поручено ковровским оружейникам [заводу № 2 - прим. авт.]... В конце февраля 1942 г. на завод поступил приказ, в котором излагалось задание правительства, и тогда же все отделы и цехи немедленно развернули работу по подготовке производства ВЯ и вели ее круглосуточно. Первые опытные образцы ждали от ковровцев через месяц, а спустя еще месяц - серийного выпуска новых пушек. Даже для военного времени - срок невероятный". Далее Новиков сетовал на то, что ранее "пушку Волкова - Ярцева пробовали ставить на одном из эвакуированных заводов, но из этого ничего не получилось: в отведенные сроки коллектив не уложился из-за плохих условий производства и отсутствия высококвалифицированных кадров". [14] Как мы видим, причины были не только в эвакуации, но и в необходимом для кропотливой доводки пушки ВЯ.

Такого года пушке МП-6 не дали, но в связи с началом войны все же не решились выкинуть готовые орудия на свалку, а предпочли изготовить на их основе зенитки. Постановлением ГКО от 11 июля 1941 г. наркому вооружения Д.Ф. Устинову была поставлена задача: "укомплектовать 23-мм пушки МП-6 установками, механизмами перезарядки и зенитными прицелами и сдать все 400 штук ГАУ КА, в том числе 200 шт. - к 26.8.41 г., и оставшиеся 200 шт. - к 10.9.1941 г.". [15] Известно также, что конструкцию упрощенной зенитной установки с МП-6 разработал известный отечественный оружейник Н.Ф. Токарев, и что большое число таких установок применялось в период обороны Тулы осенью 1941 г. В один из тех же октябрьских дней арестованные П.В. Рычагов, Я.Г. Таубин и М.Н. Бабуринов без приговора суда были расстреляны, как говорят, по личному приказу Л.П. Берии.

Одно из последних писем, подписанных генерал-лейтенантом авиации Рычаговым накануне его отстранения от должности начальника Главного управления ВВС КА, было адресовано секретарю ЦК ВКП(б) Г.М. Маленкову и посвящалось испытаниям самолета ЛаГГ-3 с 37-мм пушкой разработки ОКБ-15. В частности, обсуждались два варианта вооружения:

- одна пушка калибра 37 мм и четыре пулемета ШКАС;
- одна пушка калибра 37 мм, две пушки ШВАК и два пулемета ШКАС.

Рычагов отмечал, что последний "вариант хороший, но надо испытать, как это отразится на самолете ЛаГГ-3. Мое мнение - самолет будет перетяжелен и труден в пилотировании, он потеряет маневренность.... На истребителях нужно переходить на пушку 23 мм, а ШВАК использовать в турельных вариантах для бомбардировщиков..." [16]

Строго говоря, пушка Б.Г. Шпитального, будь она в то время доведенной, сама по себе являлась бы достаточно грозным

вооружением для истребителя. Но вот характер Бориса Гавриловича и манера его поведения... Вновь обратимся к воспоминаниям В.Н. Новикова:

"Знакомство с ним произошло довольно своеобразно. Как-то в июле 1941 года, когда я проводил совещание с представителями заводов, вошел секретарь и доложил, что в приемной находится конструктор Б.Г. Шпитальный и просит его принять.

- Попросите подождать минуты две-три, - сказал я, - сейчас закончу с товарищами и приглашу его.

Не прошло и двух минут, как я, завершив разговор, вышел в приемную. Секретарь недоуменно пожал плечами:

- Шпитальный уже уехал.

- А зачем приезжал?

- Не знаю.

- Ничего не сказал?

- Ничего. Когда я попросил его обождать, он встал и ушел.

...Вскоре я был обескуражен звонком из приемной Сталина. Со мной говорил Поскребышев. Вот что я услышал:

- Товарищ Новиков, как же так получается, Вас только назначили на этот пост, а Вы уже проявляете бюрократизм - не приняли конструктора Шпитального.

Объяснив, как было дело, я сказал, что готов встретиться со Шпитальным в любое время.

- Товарища Шпитального надо принимать сразу, - подчеркнул Поскребышев и положил трубку". [17]

Вскоре после этого Новикову самому пришлось поехать в ОКБ-15. С учетом полученной "выволочки" от Поскребышева (секретаря Сталина - прим. авт.) заместителю наркома пришлось быть предельно любезным при осмотре нового детища Шпитального, и все же он не преминул, как бывший производственник, указать на некоторые излишне сложные узлы, которые, на его взгляд, затрудняли освоение пушки в производстве. Шпитальный слушал вполуха, считая, что Новикова "укоротил" и этого довольно. А зря.

В.Н. Новиков после набора таких выходов со стороны Шпитального стал убежденным сторонником аналогичного изделия ОКБ-16. Некоторое время там царила неопределенность, временными начальниками конструкторского бюро становились разные люди, но вскоре оформилась группа сотрудников, сделавшая ставку на доводку и внедрение в серию 37-мм пушки БМА-1. Как видно из наименования, вклад репрессированного Бабурина в нее был бесспорен, но со временем от "сомнительных" букв в названии предпочли отказаться, и пушку стали именовать просто 11П - одиннадцатый вариант пушки, разработанный ОКБ-16. В тот период военинженеру Глухареву, являвшемуся руководителем конструкторского бюро, было невыгодно "по политическим соображениям" связывать новинку с фамилиями людей, попавших под волну репрессий, и это можно понять. Непонятно только, почему впоследствии и А.Э. Нудельман всюду тиражировал версию, что 11П "была создана в небывало короткий срок, ее технический проект завершили всего за неделю войны". "В этих условиях, перед самой войной, для того, чтобы приступить к разработке нового, более сложного образца оружия, - вспоминал Нудельман, - нужно было, безусловно, проявить характер, и мы, молодые инженеры нашего КБ, этот характер проявили..." [18] Но ведь "корни"-то этой пушки уходили в 1940 г.!

Впрочем, новая 37-мм пушка ОКБ-16 была все еще журавлем в небе, а Ш-37 существовала в металле и в июне 1941 г. прошла испытания на самолете ЛаГГ-3. Б.Г. Шпитальный со свойственной ему пробивной способностью настаивал на срочном внедрении орудия в серию. Новый начальник ГУ ВВС КА генерал-лейтенант авиации П.Ф. Жигарев воспротивился этому и потребовал предварительного проведения войсковых испытаний. В августе 1941 г. в НИП АВ состоялись испытания трех ЛаГГ-3 с пушками Ш-37. Наконец, 26 августа Жигарев подписал приказ об организации войсковых испытаний ЛаГГ-3 с 37-миллиметровками в условиях фронта в 33-м иап. Окончание испытаний было намечено на 30 октября 1941 г. Однако даже в середине ноября 1941 г. командование ВВС оставалось в неведении - чем же они закончились? Этой невероятной истории посвящено письмо заместителя начальника Управления опыт-

ного строительства ГУ ВВС КА военинженера 1 ранга Матаева:

"Для проверки выполнения приказа [о проведении войсковых испытаний ЛаГГ-3 с 37-мм пушками ОКБ-15 - прим. авт.] было дано указание военинженеру 2 ранга Исаеву, находившемуся в служебной командировке в Москве, следующего содержания: "Срочно установите, где находятся самолеты ЛаГГ-3 с 37-мм пушками Шпитального, выясните результаты боевого применения пушек, эксплуатационные данные и достаточен ли боекомплект 20 патронов на один вылет".

15 ноября 1941 г. тов. Исаев через бригаднера тов. Селезнева передал мне по прямому проводу из Москвы следующее: "По прибытии самолетов в войсковую часть, инженерно-технический состав дивизии и полка к испытаниям привлечен не был. По категорическому приказанию генерала Захарова никого из них к самолетам с этими пушками не допускали, поэтому ни инженер дивизии, ни инженер по вооружению в испытаниях не участвовали.

Летчиком, проводившим испытания, также было дано указание никаких сведений по эксплуатации пушек никому не давать, кроме одного Шпитального. Поэтому официальных документов об эксплуатации в дивизии не имеется, все эти материалы увезены группой Шпитального, проводившей испытания пушек.

Из личной беседы с командиром и комиссаром дивизии и инженером по эксплуатации и вооружению выяснил:

1. Первый самолет ЛаГГ-3, выходя из воздушного боя, вошел в крутое пикирование и при посадке на аэродром развалился, произошёл излом фюзеляжа по кабине летчика. Мотор и самолет отправлены в Москву на ремонт, пушка - в ОКБ-15.

2. Второй самолет не вернулся с боевого задания 10.10.1941 г. Данных о судьбе самолета и летчика нет.

3. Третий самолет после воздушного боя садился вне аэродрома. При посадке произошёл излом фюзеляжа и носовой части. Мотор и пушка доставлены на завод № 24, где находятся и сейчас; планер уничтожен.

4. Группа Шпитального, проводившая испытания пушек, выехала из соединения после того, как не вернулся второй самолет (10.10.1941 г.).

5. Самолеты использовались только по воздушным целям, в общей сложности этой группой сбито 6-7 самолетов противника.

6. По отзыву командования, боекомплект 20 снарядов вполне достаточен, серьезных отказов в работе пушки не было, в эксплуатации она не сложна, жалоб и особых замечаний от летного состава не было".

Судя по этому докладу, группа, испытывавшая пушки, должна была выдать материал командованию ВВС не позднее 30 октября (через 20 дней после окончания испытаний), но этого не сделала. Командование полка об окончании испытаний также не доложило. Такое положение задерживает принятие решения о серийном производстве 37-мм пушек Шпитального для ЛаГГ-3.

Прошу Вашего ходатайства перед командующим ВВС КА генерал-полковником Жигаревым о вызове Шпитального в Военный Совет ВВС КА для доклада о войсковых испытаниях". [18]

По-видимому, даже сам Шпитальный результаты войсковых испытаний "ЛаГГов" с 37-мм пушками счел не слишком удачными. Но был еще Ил-2 с двумя такими пушками, который в сентябре - начале октября 1941 г. проходил полигонные и государственные испытания в НИП АВ. На штурмовике пушки подвешивались под крылом в больших гондолах, поскольку они имели магазинное питание (40 патронов в магазине). В тот период Красная Армия остро нуждалась в эффективном и мобильном противотанковом средстве. Штурмовик Ил-2 с двумя пушками ШВАК и реактивными снарядами, отличавшимися невысокой точностью, таковым не являлся, поскольку "эрэсом" в танк можно было попасть лишь случайно, а снаряд ШВАК на соответствующей дальности не мог пробить броню толщиной более 20...25 мм.

Между тем бронейбойный 37-мм снаряд пробивал бортовую броню немецких средних танков (30 мм) под углом 45° к нормали с расстояния 500 м. Легкие танки врага поражались этим снарядом с любых направлений на дистанции до 700 м. Однако воору-

жение "Ила" двумя 37-мм пушками таило в себе не только плюсы, но и минусы. Штурмовик стал заметно тяжелее, он потерял в скорости и маневренности. Сильная отдача пушек и их размещение существенно ниже центра масс приводили к тому, что в цель летела только первая пара снарядов, а все прочие из-за "клевков" самолета уходили вниз. Для эффективного использования боекомплекта требовалось выполнить 10-13 прицельных заходов, что было нереально с учетом противодействия врага.

В ноябре-декабре 1941 г. опытный Ил-2, вооруженный 37-мм пушками Шпитального, все же был отправлен на фронт для проведения войсковых испытаний в составе 312-го шап. Там он получил отрицательную оценку военных. *"Летный состав и ведущие сильно возражают против постановки на Ил-2 двух 37-мм пушек"*, - отмечалось в одном из докладов командира авиаполка. Несмотря на это, С.В. Ильющин, не дожидаясь результатов испытаний, обратился к И.В. Сталину с предложением о серийном выпуске самолетов этой модификации: *"Стрельба с самолета Ил-2 из этих пушек производит сильное впечатление мощностью огня и точностью попадания. Это уже настоящая летающая артиллерия... Достоинство самолета Ил-2 с установленными пушками состоит в том, что можно вести с самолета прицельную, очень точную стрельбу, и к тому же стрельбу начинать с дистанции 3-х и более километров, когда вражеские войска нашего самолета не видят и не слышат"*. Налицо было явное желание конструктора приукрасить реальное состояние дел.

В ноябре 1941 г. вышло постановление ГКО о постройке на заводе № 18 двадцати самолетов Ил-2 с 37-мм пушками конструкции ОКБ-15. [19] Для их вооружения требовалось 40 пушек. Пушки изготовили в Ижевске спешно, в течение полутора месяцев, преодолев огромные трудности, но самолеты Ил-2 с серийными Ш-37 попали на фронт лишь осенью 1942 г. К этому времени прошла испытания и положительно себя зарекомендовала 37-мм пушка конструкции ОКБ-16, которая теперь называлась НС-37. Она выгодно отличалась от Ш-37 меньшими массой и силой отдачи, наличием ленточного питания и более высокой надежностью. Именно этими пушками начиная с 1943 г. было вооружено свыше тысячи Ил-2 почти три тысячи самолетов Як-9Т. Как отмечал Н.В. Новиков, *"годы, ушедшие на создание авиационного 23-мм автомата, пушки МП-6, разработанной с учетом перспективной технологии, не прошли напрасно. Работа над этой пушкой коллектива КБ обогатила конструкторов значительным опытом и дала много материала для создания новой, более мощной пушки НС-37"*. [20]



Штурмовик Ил-2 с пушками НС-37

ЛИТЕРАТУРА

10. О.Г. Ивановский, В.Н. Тимофеев, Г.П. Серов, И.Л. Шевалев. Лавочкин (к 100-летию со дня рождения). М.: "БЛОК - Информ - Экспресс", 2000. С. 21.
11. ЦАМО, ф. 35, оп. 11320, д. 78. Л. 113.
12. ЦАМО, ф. 35, оп. 11320, д. 78. Л. 234.
13. ЦАМО, ф. 35, оп. 11320, д. 78. Л. 254.
14. В.Н. Новиков. Накануне и в дни испытаний. Воспоминания. М.: Политиздат, 1988. С. 187-192.
15. ЦАМО, ф. 35, оп. 11320, д. 78. Л. 157.
16. ЦАМО, ф. 35, оп. 11250, д. 23. Л. 15.
17. В.Н. Новиков. Указ. соч. С. 180.
18. ЦАМО, ф. 35, оп. 11320, д. 60. Л. 120.
19. В.И. Перов, О.В. Растренин. Штурмовая авиация Красной Армии. Т.1. М.: Издатель А.С. Акчурин, 2003. С. 173.
20. В.Н. Новиков. Указ. соч. С. 199.

ТУРБУЛЕНТНОСТЬ И ЗВУК

Юрий Михайлович Кочетков, д.т.н.

Турбулентное движение упругой среды - жидкости, газа или плазмы - уже предопределяет такое фундаментальное понятие как звук. Звук есть волновое свойство самой среды, и, в отличие от общих волновых свойств турбулентных течений, распространение его происходит при постоянной энтропии системы. Звук и турбулентность находятся в неразрывной связи. При полете самолета, при работе винта судна - при любом перемещении аппаратов в турбулентной среде образуется акустическая волна. Эта акустическая, или звуковая, волна в критической области порождает зону предельной турбулентности, зону хаотического состояния среды.

Волновая природа турбулентности характеризует звук как основное свойство движущейся сжимаемой среды. Звуком или звуковой волной называется процесс распространения деформаций в жидкости, газе или плазме под действием различных причин. Движение сверхзвукового самолета в среде ионизированного воздуха, взрыв "гремучей смеси" из водорода и кислорода при аварийном запуске ЖРД или тихий шум прибора на морском берегу. Другими словами, звуковая волна возникает в том случае, если изменение состояния в одной точке среды приводит к изменению состояния в соседней точке. В подвижных средах наблюдаются продольные звуковые волны, в которых колебания частиц происходят в направлении распространения волны. Основной характеристикой звуковой волны является скорость ее распространения или скорость звука. В термодинамике дается определение скорости звука (a) в виде производной давления по плотности:

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

Великим французским физиком Пьером Симоном Лапласом экспериментально было показано, что процесс распространения звука происходит настолько быстро, что можно пренебречь влиянием сравнительно медленного процесса отвода тепла и считать процесс распространения звука адиабатическим или изоэнтропическим. При этом, в соответствии с формулой Менделеева-Клапейрона, зависимость для скорости звука может быть записана в конечном виде:

$$a = (\chi R T)^{0.5} \sim \text{const} \cdot (\chi T/M)^{0.5},$$

где T - температура;

R - газовая постоянная;

χ - коэффициент Пуассона;

M - молекулярная масса.

Скорость звука для воздуха при нормальной температуре составляет 333 м/с, а значения для водорода и гексафторида урана отличаются более чем на порядок - 1320 и 92,4 м/с.

Главной особенностью звуковых волн является то, что они распространяются в сжимаемой, т. е. упругой среде жидкости, газа и плазмы, при малых возмущениях давления. Это обстоятельство позволяет существенно упростить уравнения движения и выразить их в виде простого векторного уравнения гиперболического типа - волнового уравнения:

$$d^2u/dt^2 - a^2\Delta u = 0,$$

где $u = u(x, y, z)$ - вектор смещения частиц среды в бегущей волне;

Δ - лапласиан.

Решение этого уравнения для продольной звуковой волны обычно представляется гармонической функцией вида:

$$u = A \cdot e^{i(\omega t \pm kx)},$$

где A - амплитуда звуковой волны;

ω - угловая частота колебаний;

k - волновое число.

Следует помнить, что скорость звука можно определить отношением $a = \omega/k$.

Анализ волновых процессов, описывающих акустические свойства подвижных сред, составляет содержание теории молекулярной акустики. Эта теория основана на предположении об идеальности среды, о применимости механики сплошных сред и о малости амплитуд. В противном случае, если длина волны сравнима с длиной свободного пробега молекул, эта теория несправедлива. Теория предполагает также, что частота звука должна быть весьма мала по сравнению с частотами межмолекулярных колебаний в исследуемых средах или с частотой соударений молекул. Очевидно, что рассматриваемые соотношения не выполняются в сильно разреженных газах. Но при высоких и умеренных давлениях концепция молекулярной акустики справедлива.

Применительно к турбулентным течениям теория молекулярной акустики может быть полезна с точки зрения анализа предельных условий и нахождения взаимосвязи с термодинамическими процессами. В соответствии с этой теорией скорость звука имеет тот же порядок, что и средняя квадратичная скорость свободного пробега молекул газа при их хаотическом (тепловом) движении. Эта скорость, так же как и скорость звука, пропорциональна квадратному корню из температуры $v_T = (3 R T)^{0.5}$, а значит $a = v_T (k/3)^{0.5}$. Для водорода и гелия скорость звука составляет примерно 70...75 % средней скорости хаотического движения молекул. Для многоатомных газов эта разница увеличивается.

Практическое равенство скорости звука и тепловой скорости хаотического движения не случайно. И при колебательном и при хаотическом движении происходит смещение молекул и их взаимодействие друг с другом, а результирующий вектор скорости всего ансамбля частиц и в том и другом случае равен нулю.

Причиной возникновения звуковых колебаний или, другими словами, направленных тепловых движений молекул должен быть источник колебаний, который деформирует упругую среду, т. е., если течение происходит без деформаций, то и колебания не возникают.

При обтекании шара медленным потенциальным потоком симметрия линий тока вблизи него не нарушается, а пристенная часть потока не деформируется (течение Даламбера). Обтекание того же шара потоками с большими числами Рейнольдса сопровождается большими деформациями среды, в которую он помещен. На рис. 1 показана картина обтекания шара такими потоками. На ней схематично изображены области устойчивых течений (см. "Двигатель", № 2 (44) - 2006) сильно деформируемой среды.


Видно, что от практически недеформированного ламинарного течения в лобовой части шара, поток постадийно превращается в сильнодеформируемый. После потери устойчивости ламинарного течения поток принимает колебательное движение (волны Толмина-Шлихтинга). Далее с повышением положительного градиента давления добавляется вращательное движение (устойчивая форма Тейлора-Гертлера). И после достижения области, где $dp/dx = 0$, ко всем движениям добавляется круче-

ние. При этом вихри Тейлора-Гертлера попарно скручиваются, формируя плотную цилиндрическую оплетку с противоположно вращающимися по местам контактов парами вихрей (спинами).

Такое усложнение турбулентного течения все больше и больше похоже на хаотическое движение молекул. То есть сильно усложнившееся волновое течение постепенно превращается в тепловое, или звуковое. Чешский физик Струхаль предложил критерий Sh (число Струхали), связывающий частоту колебаний потока со скоростью направленного течения и характерным размером:

$$Sh \sim \omega \cdot d / v.$$

Экспериментальная зависимость от числа Рейнольдса этого критерия для обтекаемого шара представляется в виде кривой насыщения (рис. 2). При низких числах Рейнольдса критерий $Sh \cong 0$ и деформация потока отсутствует. При больших значениях Re число Струхали максимально и не меняется, что говорит о высокой устойчивости конфигурации с кручением. Как было показано раньше ("Двигатель", № 2 (38) - 2005), картина устойчивых состояний для внутренних течений аналогичная. Их последовательность в зависимости от конфигурации сопла может отличаться с точностью до градиента давления (либо волны Толмина-Шлихтинга при $dp/dx < 0$, либо вихри Тейлора-Гертлера при $dp/dx > 0$). Но и в том и в другом случае при $dp/dx = 0$ они переходят в течение с кручением, например, рис. 3. Это весьма устойчивое течение будет продолжаться до тех пор, пока скорость потока не приобретет значение скорости звука. В этот момент течение скачкообразно перейдет в сверхзвуковое. На рис. 4 сопоставлены скорости потока и скорости звука для одного из сопел РД. Примечательно то, что в критическом сечении ($\bar{x} = 0$) кривые для обеих скоростей имеют точки перегиба, а их производные в этом месте максимальны. Это значит, что максимальная диссипация потока ($\Phi \sim dV/dx$) происходит в критическом сечении, т. е. в тонкой области перехода через скорость звука. В этой области периодически возникает ситуация, когда условно отливная волна направлена в сторону, противоположную течению. Скорость звука, а значит и тепловая скорость молекул, оказывается направленной навстречу скорости потока, и результирующий вектор скорости становится равным нулю. Если учитывать, что поперечный результирующий вектор скорости молекул в области критического сечения также равен нулю, то состояние молекул среды в этой области становится в целом хаотическим. Другими словами, предыдущая область турбулентного течения скачкообразно теряет устойчивость и достигает своего предельного устойчивого состояния - хаоса. Аналогичная картина реализуется в скачках уплотнения. В этих областях, соизмеримых с длиной свободного пробега, происходит переход через критическую скорость звука. Для разреженных сред эта область перехода может иметь весьма ощутимые размеры. На рис. 5 приведена фотография обтекания сферы сильно разреженным потоком. Ширина скачка становится соизмеримой с обтекаемым телом.

Если рассмотреть, как соотносится хаотическое движение с ламинарным течением, то можно заметить, что при весьма малых скоростях потока ($Re \sim 0$) они неразличимы. При нарастании числа Рейнольдса поток все больше и больше турбулизуется, а при $Re = R_{кр}$ он достигает своего предела - хаоса, т. е. вновь становится ламинарным. Другими словами, в критической зоне происходит перезагрузка. Сложное турбулентное макродвижение молекул переходит на микроскопический уровень. Рис. 6 иллюстрирует эту ситуацию. Видно, что сложное вихревое турбулентное течение за скачком преобразуется в ламинарное. Аналогичная картина представлена на рис. 3. Становится понятным ранее высказанный тезис о том, что в сверхзвуковом потоке турбулентность отсутствует, поскольку любое пересечение линий тока, а тем более вращение и кручение потока приводят к образованию скачков уплотнения. Течение в сверхзвуке является ламинарным, поскольку нарастающая турбулентность срабатывается в скачках уплотнения. 

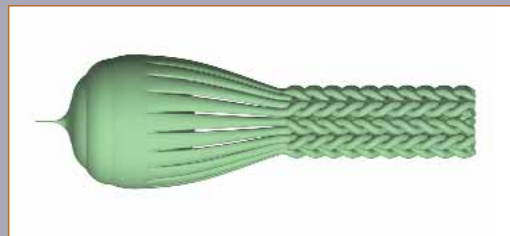


Рис. 1

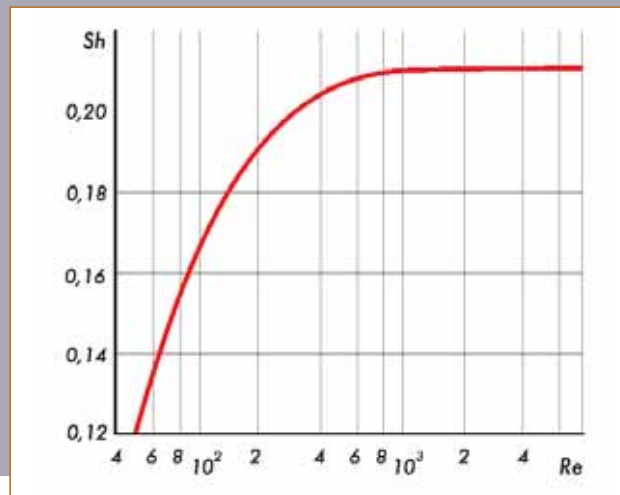


Рис. 2



Рис. 3

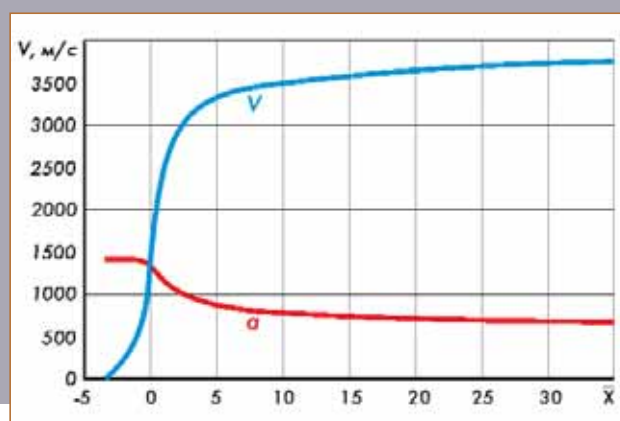


Рис. 4

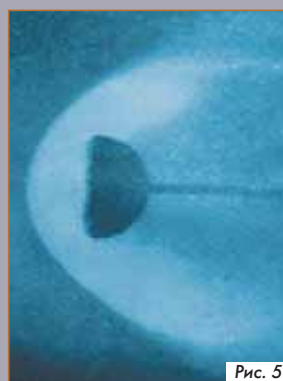


Рис. 5



Рис. 6

"ПОД ГРОЗНОЙ БРОНЕЙ ТЫ НЕ ВЕДАЕШЬ РАН..."

Александр Николаев

(Окончание. Начало в № 3 - 2006)

В созданном в мае 1921 г. Управлении начальни- ка бронесил РККА числилось 122 бронепоезда. Граж- данская война в стране закончилась, шло резкое со- кращение численного состава армии. И хотя к концу 1928 г. насчитывалось всего 34 бронепоезда, они фак- тически определяли боеготовность бронесил РККА в целом (танковые и автоброневые части с их безнадежно устаревшей трофейной техникой могли использо- ваться лишь в учебных целях).

В двадцатых годах прошлого века появился ряд ра- бот, в которых осмысливался опыт применения броне- поездов в Первой мировой войне и в Гражданской вой- не в России, рассматривалась их роль в современных вооруженных конфликтах. Бронепоезда должны были действовать как совместно с другими родами войск, так и самостоятельно. В последнем случае задачи броне- поездов состояли в захвате узлов и важных пунктов на железных дорогах, охране железных дорог, побере- жий, наблюдении промежутков между войсками, при- крытии высадки войск с железных дорог, разведке, охранении войск,двигающихся вдоль железных дорог; ре- же - в борьбе с артиллерией и бронесилами и при осо- бо благоприятных обстоятельствах - организации за- сад и набегов в тыл противника.

Выполнение задач достигалось обычно продвиже- нием к противнику на близкое расстояние и огнем с ближайших дистанций. Как артиллерийская батарея бронепоезд должен был применяться в исключительных случаях: при отсутствии артиллерии или значительных разрушениях железнодорожного пути, не позволявших бронепоезду приблизиться к противнику.

Отмечались свойства бронепоезда:

- положительные - быстрота передвижений, бе- зопасность от поражения пулями и осколками сна- рядов, постоянная боевая готовность, недоступ- ность прямому захвату живой силой, сила огня и мо- ральное воздействие;

- отрицательные - ограниченность района дейст- вий, сложность работы под броней, сравнительная трудность управления и наблюдения, большая величи- на как цели, не способной вдобавок покинуть железно- дорожные рельсы, и возможность изоляции от тыла.

В двадцатых годах производилась модернизация советских бронепоездов - устанавливалась электриче- ская сигнализация для внутренней связи, усовершен- ствовались приборы для управ- ления огнем и оборудование командирской рубки, произво- дилось усиление брони, паро- воз заменялся тепловозом, ус- танавливались зенитные ору- дия и пулеметы.

С принятием на вооруже- ние большого числа танков и броневых автомобилей была вы- сказана мысль о необходимости полной ликвидации броне- поездов как бесполезного, ус-

таревшего средства вооруженной борьбы. Однако во- зобладала более умеренная оценка: тезис о свертыва- нии строительства бронепоездов отклонялся, и усилия конструкторов были направлены на создание новых образцов железнодорожной боевой техники. В 1930 г. на заводе имени С.М. Кирова в Ленинграде родилась идея моторного броневана, который бы не уступал по огневой мощи, а по маневренности и защищенно- сти превосходил бронепоезда, имевшиеся в то время на вооружении Красной Армии.

В конструкции мотоброневана использовались узлы среднего танка Т-28. В трех башнях, распо- ложенных в два яруса, были установлены 76,2-мм пушки ПС-3. Справа от пушки во всех башнях и в кормовых нишах второй и третьей башен в шаровых опорах бы- ли установлены пулеметы ДТ, еще один располагался в шаровой опоре в корме мотоброневана. Кроме то- го, в бортах корпуса имелись четыре пулемета "максим", по два на борт. Боекомплект мотоброневана вполне обеспечивал его автономную боевую деятел- ность и составлял 365 артиллерийских выстрелов, а к пулеметам - почти 33 тыс. патронов.

Корпус мотоброневана изготавливался из ката- ных броневых листов, соединенных сваркой. Толщина борта корпуса составляла 16...20 мм, рубки - 20 мм, крыши - 10 мм, башен - 20 мм. Бортовые листы корпуса располагались под углом 10 градусов к вертикали. Уп- равление броневаном и его вооружением, а также их обслуживание осуществлялось экипажем в составе 40 человек. Перед Великой Отечественной войной мо- торный броневой вагон приняли на вооружение. Было изготовлено несколько единиц, они входили в состав дивизионов бронепоездов, структурно подчиненных командованию бронетанковых и механизированных войск Красной Армии. На некоторых мотоброневанах устанавливались башни танка Т-34 и дизели В-2.

В 1941 г. на вооружении советских войск имелись легкие бронепоезда, оснащенные 76,2-мм пушками, и тяжелые со 107-мм орудиями. Дальность стрельбы пу- шек была 8...10 км, а пулеметов - 800...1000 м. Бое- комплект на 76,2-мм пушку составлял 280 артиллерий- ских выстрелов, на 107-мм пушку - до 200, на 37-мм зе- нитную пушку - до 600, на 7,62-мм станковый пулемет "максим" - 5 тыс. патронов и на счетверенную зенитную пулеметную установку - 10 тыс. патронов. Брониро- вание (до 100 мм) обеспечивало защиту жизненно важных узлов от бронейных снарядов калибром 75 мм.

На одной заправке топливом и водой бронепоезд мог преодолеть до 120 км с максимальной скоростью 45 км/ч. В качестве топлива использовался уголь или мазут. Масса боевой части бронепоезда не превыша- ла 400 т. Экипаж боевой части состоял из командова- ния, взвода управления, взводов броневанов с ба- шенными расчетами и отделениями бортовых пулемет- ов, взвода ПВО, взвода тяги и движения и взвода же- лезнодорожных броневых автомобилей. В составе взвода железнодорожных броневых автомобилей имелось два легких броневых автомобиля БА-20ж.-д. и три средних бро-

Артиллерийский выстрел - комплект элементов артиллерийско- го боеприпаса для одного выст- рела: снаряд (мина) с взрывате- лем, пороховой заряд в гильзе или картузе (мешке), средства воспламенения заряда и вспомо- гательные элементы (флегматиза- торы, размеднители, пыжи и др.).

Один из бронепоездов Добро- вольческой армии имел наиме- нование "Единая Россия". На его бронеплатформах устанавливались 152-мм морские ору- дия конструкции Канэ



неавтомобилей БА-10ж.-д., приспособленных для движения по железнодорожному пути. Они применялись для ведения разведки на удалении 10...15 км и в составе охранения (дозора) на марше. Кроме того, на платформах прикрытия мог располагаться десант в составе до трех стрелковых взводов.

Бронепоезда состояли на вооружении армий многих государств. Даже Финляндия и Латвия имели по два бронепоезда. Литва развернула один полк бронепоездов, а в вооруженных силах Эстонии было два таких полка. В состав каждого из них входили один легкий и один тяжелый бронепоезд. Легкий бронепоезд вооружался четырьмя орудиями и, кроме того, на каждой платформе - одним-двумя пулеметами; пулеметных вагонов было два, в каждом по четыре легких и два зенитных пулемета. Тяжелый бронепоезд имел две тяжелые гаубицы, одну дальнюю и одну легкую пушку.

В Польше также предусматривалось применение бронепоездов. В мирное время здесь производилось обучение личного состава в учебных дивизионах, состоявших из двух бронепоездов, содержащихся при железнодорожных полках. В румынской армии был сформирован бронепоездный батальон, в состав которого входили четыре бронепоезда. Они вооружались 120-мм морскими пушками, одной 75-мм пушкой, восемью орудиями мелкого калибра и несколькими пулеметами.

Во французской армии главное внимание было обращено на создание тяжелых бронепоездов для охраны побережья. К ним относили бронепоезда, вооруженные 200-мм мортирами Шнейдера (в других странах они числились как железнодорожная артиллерия). Легкие бронепоезда во Франции имели на вооружении 75-мм пушки и пулеметы Гочкиса. Для боевых действий в колониях французы применяли бронепоезда, которые состояли из бронированных платформ, вооруженных пулеметами и горными 65-мм орудиями, или обыкновенных платформ, на которые устанавливались готовые бронебашни с вооружением. Так, в составе 70-тысячного французского контингента в Сирии, действовавшего против повстанцев, имелось три таких бронепоезда.

В английской армии легкие бронепоезда применялись только как средство для охраны железных дорог, а тяжелые, приближающиеся по своему характеру к железнодорожной артиллерии, - для обороны побережья.

Германия, проигравшая войну 1914-1918 гг., весной 1921 г. расформировала все бронепоезда, уцелевшие к тому времени. Но вскоре от союзников было получено согласие на постройку так называемых "железнодорожных охранных поездов", которые должны были гарантировать беспрепятственное движение по железной дороге в случае внутренних беспорядков в стране. Каждый поезд состоял из шести закрытых товарных вагонов с деревянными стенами, обшитыми изнутри стальными листами. Случайному наблюдателю, если он не замечал бойниц и смотровых щелей, они могли казаться обычными грузовыми поездами.

В середине тридцатых годов в Германии приступили к переоснащению "железнодорожных охранных поездов". Был принят следующий состав поезда: паровоз с тендером, миномет среднего калибра, легкий миномет, 75-мм орудие, запас рельсов и других материалов, вагон с песком, 75-мм орудие, десант, кухня. Скорость движения - 20...30 км/ч. Запас горючего был рассчитан на 300 км.

В сентябре 1939 г. германские бронепоезда приняли участие в польской кампании. Наиболее успешно

действовал бронепоезд № 6, который захватил станцию Граево. Однако другие бронепоезда на выполнили поставленных перед ними задач: провалилась попытка бронепоезда захватить невредимыми мосты около Дифшау; другой не смог даже пересечь границу у Видфурта (Верхняя Силезия) из-за разрушений железнодорожного полотна; третий, сражавшийся у станции Пониц, смог только обороняться и до подхода подкреплений не продвинулся вперед.

Летом 1940 г. вермахт получил на пополнение два бронепоезда, состоявшие из польских бронев вагонов и локомотивов. Тогда же немцы, используя чешские горные 75-мм орудия и другое вооружение, построили еще три бронепоезда.

В декабре 1941 г. в Германии был разработан проект бронепоезда образца 1941 г., в состав которого предполагалось, помимо прочего, ввести специальные платформы с установленными на них танками. В качестве локомотива предполагалось использовать тепловозы, вводились автоматическая сцепка и расцепка бронев вагонов и другие современные устройства. Вскоре Германия развернула строительство таких бронепоездов, ставших известными как Panzer Zug 41. Некоторые из них были рассчитаны на широкую "русскую" колею - 1524 мм. Каждый из них включал две-три платформы с размещенными на них трофейными французскими танками Somua S35 и открытые платформы с невысокими стальными стенками, в которых были проделаны бойницы для стрельбы. По взглядам немецкого командования, бронепоезда были предназначены в основном для борьбы с партизанами.

Впоследствии было принято решение изготавливать бронепоезда образца 1942 года - Panzer Zug 42. В отличие от Panzer Zug 41 количество артиллерийских систем на них было увеличено до четырех, причем использовались только трофейные польские и советские орудия. Располагались они по одному в каждом бронев вагоне в целях уменьшения потерь личного состава при взрыве боекомплекта. Кстати, аналогичное решение было принято советскими конструкторами при создании типового бронев вагона образца 1943 г.

В Советском Союзе в годы Великой Отечественной войны развернулось строительство бронепоездов в различных городах страны. На них устанавливались танковые башни, которые, как правило, вооружались 76-мм орудиями, а 7,62-мм пулеметы устанавливались по бортам и внутри вращающихся башен. Некоторые бронепоезда качественно отличались от типовых. Так, в сентябре - феврале 1942 г. рабочие Горьковской области построили два бронепоезда - "Козьма Минин" и "Илья Муромец". Они были намного ниже прежних, с наклонной броней и литыми башнями. По своей огневой мощи они превосходили созданные ранее боевые машины - на них впервые появились реактивные установки и надежное зенитно-артиллерийское вооружение.

В боевое формирование бронепоезда типа "Козьма Минин" входили бронепаровоз серии О, две крытые и



Германский бронепоезд с танком 35 (t) на платформе

Мортира - артиллерийское орудие, как правило, крупного калибра, ведущее навесной огонь (подобно миномету). Отличается относительно небольшой длиной нарезного ствола и малой толщиной его стенок. В связи с использованием сравнительно слабых метательных зарядов имеет меньшую дальность стрельбы по сравнению с пушкой или гаубицей.

Советский бронепоезд образца 1943 г. На дальнем плане - бронеплощадка с реактивной установкой М-8

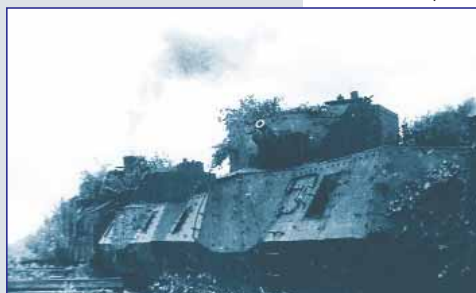




На этом броневагоне, захваченном немцами, смонтированы три артсистемы, в том числе 152-мм гаубица в башне танка KV-2 и 76-мм пушка в башне танка Т-34

“Черный” паровоз - локомотив, используемый для приведения в движение бронепоезда в небоевых условиях. Использовался в целях экономии ресурса бронепаровоза.

Площадки бронепоезда “Уфа”, оснащенные 76-мм орудиями



две открытые артиллерийские бронеплощадки и четыре двухосные контрольные платформы. Бронепаровоз серии О нес следующее бронирование: на будке машиниста, цилиндрах, рубке командира бронепоезда - 45 мм; на тендере, котле, сухопарнике, ходовой части - 30 мм. Крытая артиллерийская бронеплощадка имела бортовую броню толщиной 45 мм, а верхнюю - 20 мм. Она вооружалась двумя 76-мм пушками в танковых башнях от Т-34 и четырьмя бортовыми станковыми пулеметами в шаровых установках.

На открытой артиллерийской бронеплощадке с боковой броней толщиной 45 мм устанавливались 25- и 37-мм полуавтоматические зенитные пушки. Кроме того, на отдельных площадках размещались реактивные установки М-8. Для борьбы с авиацией противника на контрольные платформы дополнительно устанавливались крупнокалиберные пулеметы системы ДШК и строенные зенитные пулеметы ПВ-1.

31-му отдельному бронедивизиону, состоявшему из “Козьмы Минина” и “Ильи Муромца”, были приданы “черный” паровоз С-179, бронедрезина БД-39, две бронемшины БА-20, три мотоцикла М-72 и ИЖ-9, шесть грузовых автомашин ГАЗ-АА, две машины М-1, две ГАЗ-64, специальные вагоны: штабной, медпункт, мастерская, кухня, баня, жилые. Личный состав дивизиона вместе с приданной десантно-минометной ротой состоял из 335 человек.

Широкое строительство и формирование зенитных бронепоездов ПВО началось в соответствии с постановлением Государственного Комитета Обороны (ГКО) от 23 ноября 1941 г. Каждый из них имел на вооружении четыре 76,2-мм орудия, два строенных пулемета калибра 7,62 мм и четыре станковых пулемета “Максим”. Подвижной состав включал бронированный паровоз, семь бронированных площадок, один классный и два крытых двухосных вагона.

Несколько позднее вооружение изменилось и стало состоять из трех орудий калибра 76,2 мм, двух орудий МЗА (37 мм или 25 мм) и трех крупнокалиберных пулемета (12,7 мм) ДШК. Число бронированных площадок сократилось до шести. Бронепоезда имели средства связи (радио и проводные) и транспортные средства. Подвижной состав под материальную часть вооружения представлял собой двухосные платформы с противоположным и противоположным бронированием, бронированные вагоны для личного состава и боеприпасов, ремонтно-восстановительные платформы.

На 12 апреля 1943 г. в системе ПВО страны имелось 55 отдельных зенитных бронепоездов, а к концу войны - более 200. В основном они находились в составе прифронтовых соединений ПВО и использовались для самостоятельной обороны железнодорожных объектов, усиления противовоздушной обороны крупных железнодорожных узлов и мостов, временной противовоздушной обороны железнодорожных объектов, сопровождения поездов в пути.

При длительной дислокации в одном пункте пушки малого калибра и пулеметы снимались с бронеплощадок и ставились на грунт на удалении 200-300 м от обороняемого объекта. Часть пулеметов устанавливалась у стоянки паровоза и крытых вагонов.

Средства управления огнем снимались с бронеплощадок и ставились на грунт в сторону наилучшего обзора на удалении, определяемом длиной кабелей синхронной передачи.

При сопровождении железнодорожных составов огневые средства бронепоезда рассредоточивались: орудия - в голове и хвосте эшелона, а зенитные пулеметы - в середине. Для прикрытия группы эшелонов считалось целесообразным иметь бронепоезд через каждые 2-3 эшелона. Зенитные бронепоезда при этом организовывали единую систему огня.

Опыт подтвердил возможность быстро перебрасывать бронепоезда ПВО в районы, где авиация противника проявляла повышенную активность. Боевой успех достигался прежде всего высокоманевренными действиями и как следствие - внезапностью огня для фашистских летчиков. Появление бронепоезда у объекта, ранее не прикрытого средствами ПВО, почти всегда приводило к уничтожению самолетов противника.

Зенитным бронепоездам нередко приходилось иметь дело с наземным противником. 10 января 1945 г. до двух пехотных полков, усиленных шестьюдесятью танками и штурмовыми орудиями перешли в наступление на узком участке фронта (железная дорога Мемель - Кретченга). 207-й бронепоезд совместно с нашими частями вначале огнем сдерживал натиск противника, а затем поддерживал контратакующие войска, участвовал в ликвидации Мемельского плацдарма.

В послевоенные годы с появлением ракетно-ядерного оружия бронепоезда, казалось, навсегда ушли в прошлое. И только в конце шестидесятых годов, после известного конфликта на советско-китайской границе в районе острова Даманский, идея бронепоезда возродилась вновь. Этому способствовало понимание уязвимости “транссиба” в случае крупномасштабного нападения со стороны южного соседа. Реанимировать идею бронепоезда поручили ХЗТМ им. Малышева. Этот завод с 1964 г. практически полностью специализировался на выпуске военной продукции - танков, тягачей, спецтехники и дизелей к ним.

Ведущим инженером проекта бронепоезда был назначен А.Д. Мондрус. Для ускорения работы в конструкции широко использовались унифицированные и серийно выпускаемые агрегаты - локомотив, платформы, тележки и колесные пары вагонов, артиллерийское вооружение из танковых пушек в штатных башнях (такое решение полностью себя оправдало в годы войны). Соседние конструкторские подразделения оказывали помощь в вопросах защищенности, вооружения, управления огнем и организации связи. Башни с орудиями и прицелами позаимствовали у Т-55, зенитное вооружение должно было включать пару башен от “Шилки” со счетверенными зенитными автоматами и РЛС.

В качестве локомотива был принят мощный дизельный тепловоз. Электротягу сочли неприемлемой по соображениям надежности и автономности - лишь малая часть путей за Уралом была электрифицирована, а бронепоезд должен был действовать на любых ветках. К тому же электросеть в военное время оказывалась чрезмерно уязвимой - любой случайный или умышленный обрыв провода, не говоря уже об ударе по узлам энергоснабжения и подстанциям, застопорил бы движение и нарушил систему обороны.

Сборку бронированного тепловоза выполнял Людиновский завод Коломенского производственного объединения, Калининский машиностроительный завод создавал оборудование броневоза, а на Мариупольском металлургическом комбинате брониро-

вались платформы (он же отвечал за поставку брони и танковых башен). Изготовление бронепоезда полностью завершили к 1970 г.

В том же году опытный образец "сухопутного крейсера" успешно прошел государственные испытания. Однако доводить его и запускать в серию не стали - конфронтация с КНР несколько угасла, и обстановка на границах стала менее напряженной.

Впрочем, непредсказуемость соседа, не раз шедшего на проявления открытой агрессии, вкупе с его огромным военным потенциалом заставляли держать порох сухим. По-прежнему проблемной оставалась защита железнодорожных объектов, оборона которых обычными средствами требовала оборудования большого числа укреплений. В конце семидесятых годов военные вернулись к отвергнутой было идее маневренно прикрытия с помощью бронепоездов. На этот раз решили не строить чрезмерно дорогой специализированный бронепоезд. Предложение было реализовано в упрощенном варианте, с максимальным использованием готовых агрегатов. С этой целью бронепоезд делался модульным, состоящим из способных действовать автономно "бронелетучек". Последние имели в своем составе танки, что обеспечивало большую гибкость их применения и подвижность, искупая существенный недостаток прежних "бронекрепостей" - привязанность к железнодорожному пути.

В состав "бронелетучки" входили пара открытых 55-тонных платформ с танками Т-62 (могли использоваться и машины любых других типов, имевшиеся под рукой, в том числе и лишившиеся подвижности - лишь бы сохранялись их "огневые" возможности) и бронированный маневровый тепловоз типа ТГМ-14. Колесные тележки и тормозная система платформ прикрывались броневыми фартуками, а помимо танка на каждой из платформ устанавливался бронированный короб для размещения мотострелкового отделения со штатным вооружением. Короба имели в стенах бойницы, прикрытые изнутри открывающимися заслонками, командирскую башенку со смотровым перископическим прибором и оборудовались КВ и УКВ-радиостанциями. При необходимости короба можно было снять с платформы, освобождая место под груз. Штатная численность бойцов "бронелетучки" составляла 25 человек. В составе поезда предусматривалось до пяти таких бронеединиц, в зависимости от выполняемой задачи.

Тактика действий поезда предполагала выдвигание в заданный район, где "бронелетучки" рассредоточивались по назначенным объектам, осуществляя их прикрытие; считалось, что пары танков и двух мотострелковых отделений было достаточно для защиты типового железнодорожного сооружения (моста, путепровода, разъезда и т. п.). При необходимости оборону можно было усилить другими "бронелетучками". Платформы оборудовались откидными аппаратами для погрузки и разгрузки танков. По прибытии "бронелетучки" к охраняемому объекту танки могли вести огонь прямо с платформ или, съехав с них, занять подготовленные позиции. Предполагалось, что каждая "бронелетучка" сможет контролировать зону ответственности до 100 км; тем самым комплектный поезд позволял прикрыть участок в 500 км, что равняется расстоянию от Иркутска до Улан-Уде.

Если поезд действовал в полном составе, то он выглядел еще внушительнее. Управление им осуществлялось из полностью бронированного вагона с узлом связи и рабочими местами командира и штаба. На открытых площадках размещались 23-мм зенитные установ-

ки. ПВО поезда дополнял специальный броневаягон на основе обычной платформы, в центральной части которого находился пункт управления, а на торцевых открытых площадках - по одной ЗУ-23-4 и спаренной ЗУ-23. Центральная рубка служила для укрытия расчетов и боекомплекта. Помимо зенитной артиллерии на площадках находились также расчеты ПЗРК. Тепловоз ТГ-16 во главе состава также был зашит стальной броней, причем ею прикрывались не только будка машиниста и силовое отделение с дизель-генератором, но и объемистые топливные баки под полом.

Как и подобает штатной мотострелковой или танковой части, в составе поезда имелось разведывательное подразделение с двумя плавающими танками ПТ-76. Платформы с этими легкими и менее защищенными танками имели усиленную броневую защиту - вертикальные листы двухметровой высоты, спереди и сзади откидывающиеся на петлях и выполняющие функции аппарелей для танков.

В состав бронепоезда также входила разведывательная рота с восемью БТР-40 (ЖД). Машины эти, оборудованные спереди и сзади откидными рамами с пружинными рессорами и стальными катками с внутренними ребрами, могли передвигаться по железной дороге со скоростью до 80 км/ч (ход обеспечивали основные колеса, бежавшие по рельсам). Перевод машины с обычного хода на железнодорожный занимал всего 3...5 минут.

По прямому назначению бронепоезда решено было использовать в январе 1990 г. при ликвидации антиправительственного мятежа в Баку и националистического в Сумгаите. В Закавказье тогда складывалась обстановка, в самом прямом смысле близкая к боевой. К Баку и Ленкорани началась переброска войск из других округов, а для восстановления границы направили курсантов четырех пограничных училищ.

Кроме того, из Забайкалья вышли бронепоезда, задачей которых являлось установление контроля над железнодорожными магистралями в сложных условиях Закавказья. Поездам предстояло пройти 6,5 тыс. км, однако для дальних перегонов тяжелые бронесоставы не были приспособлены. Путь через всю страну занял недели, и к назначенному месту поезда прибыли с изрядным опозданием. 24 января Баку был взят под контроль частями Советской Армии, а решающую роль в этом сыграли десантники 103-й гв. ввд, переброшенные по воздуху.

Прибывшие к месту назначения бронепоезда использовались для охраны узловых станций и сопровождения составов с войсками и грузами, для защиты последних от грабежей. Неоднократно при этом они подвергались обстрелам, однако сами, подчиняясь приказу, огня не открывали.

Волна организационно-штатных мероприятий (а попросту - массовое сокращение) добралась до уникальных поездов к началу нового века. Из составов один за другим стали изымать, сдавая в металлолом, бронеплатформы и вагоны. В конечном счете, от бронепоездов остались на хранении только тяговые локомотивы и тепловозы "бронелетучек", сиротливо стоящие в таежном тупике. 



Бронетепловоз современного бронепоезда

ввд - воздушно-десантная дивизия.

Танк ПТ-76 на бронеплатформе



"А ЕСЛИ ГАЙКИ ОДИНАКОВЫЕ ВВЕСТИ..."

Дмитрий Соколовский

Собирая любое устройство, нужно точно знать, что используемые при сборке комплектующие взаимозаменяемы, то есть исполнены так, что в принципе могут собираться: подходят диаметры и резьбы крепежа, по одним размерам и допускам выполнены соединяемые ("сопрягаемые", как это называют) детали, параметры устройств позволяют им работать совместно, будучи соединенными в единую конструкцию. В.В. Маяковский в "Окнах РОСТА" говорил об этом: "А если гайки одинаковые ввести, сломалась - новая сейчас же есть...". Обратное, к сожалению, бывает часто: скажем, гайка никогда не навернется на болт того же диаметра, если резьба на гайке выполнена по метрическим стандартам, а на болте - дюймовая. А если каким-то чудом (с помощью небольшого ломика) удалось навернуть одно на другое, то это значит, что одно из изделий прорезало "под себя" резьбу другого, и в какой момент рассыплется это соединение - сказать не может никто.

Чтобы соответствующие части можно было собрать в единое целое, существует специальная отрасль техники - стандартизация. По сути дела, это - свод незыблемых (в данной стране или отрасли) технологических правил и приемов, без которых современное производство просто не может существовать. Основа взаимозаменяемости при производстве любого вида продуктов - стандартизация производства и выпускаемой техники.

О стандартах мы обычно задумываемся только тогда, когда их отсутствие причиняет нам неудобства. Между тем, представьте, например, что вы не можете получить деньги из банкомата, потому что ваша карточка не входит в соответствующую прорезь; вообразите, что батарейки не подходят ни к одному из ваших электроприборов; подумайте, наконец, в каком состоянии будут находиться сайты Интернета, лишенные стандартных наименований областей доступа. Да самое простое и привычное: язык, речь - это тоже общепринятые правила, стандарт общения. И не прими мы эти правила - никакого общения и не было бы вовсе, или оно сделалось весьма затруднительным. В незнакомой стране, пока чужак находится вне речевых стандартов, он существует как бы вне ее жизни. Пока каким-то образом не воспримет бытующих норм.

Еще в древнем Египте при строительстве пользовались кирпичами постоянного размера, при этом специальные чиновники контролировали их размеры. Замечательные памятники греческой архитектуры, храмы и общественные здания собраны из сравнительно небольшого числа "стандартных" деталей. Античные римляне применяли принципы стандартизации при строительстве гидросооружений: трубы их водопроводов были одного постоянного размера. Из стандартных каменных блоков строились и римские дороги.

В средние века, с развитием ремесел, методы стандартизации стали применяться все чаще. Так, были установлены единые размеры ширины тканей, единое количество нитей в ее основе, разрабатывались даже единые требования к сырью, используемому в ткацком производстве. Упоминания о русских мерах встречаются уже в первых памятниках древнерусской письменности: в летописях, в "Русской Правде", в грамотах русских князей. Уложение киевского князя Владимира о соблюдении единых мер веса и длины по всей Руси датируется 996 г. Надзор за правильностью мер и весов был поручен в Древней Руси духовенству. Характерным примером его роли в "мерных делах" может служить грамота, данная в 1135 г. городу Новгороду нов-

городским князем Всеволодом Мстиславовичем. В ней он поручал заботу о мерах и весах церкви святой Софии и епископу церкви святого Иоанна, ссылаясь на грамоту царьградского патриарха Фотия, что "искони от бога" было установлено "торговые весы, мерила и чаши от весов блюсти епископу без пакости". Впрочем, все это скорее относится к вопросам измерительных стандартов, обсуждавшихся в прошлом номере журнала. Первые сведения о государственной стандартизации производства в России относятся к 1555 г.: при Иване Грозном специальным указом были установлены постоянные размеры пушечных ядер и введены калибры для проверки этих размеров.

В 1785 г. французский инженер Леблан изготовил партию ружейных замков - 50 штук, причем каждый из них обладал важным качеством - взаимозаменяемостью: его можно было использовать в любом из ружей без предварительной подгонки. От этого момента во всем мире принято вести отчет стандартизации в промышленности. Впрочем, еще в 1761 г., почти за 25 лет до новации Леблана, в инструкции, данной графом Шуваловым Тульскому оружейному заводу, было записано, что "...на каждую оружейную вещь порознь мастерам иметь меры или лекала с заводским клеймом или печатью оружейной канцелярии, по которым каждый с пропорцией каждую вещь проверить мог". Миру сии факты остались неизвестны, поскольку инструкция была секретная, и сам Тульский завод - один из наших первых "ящиков", от чужого глаза закрытых.

В России, как, наверное, и во всем мире, стандартизация зародилась именно в оборонной промышленности. В собрании законов Российской империи времен Петра I был помещен ряд указов, свидетельствующих о том, что уже в XVII-XVIII веках предписывалось многие изделия военной техники делать по точным образцам, явившимся своего рода прототипами современных стандартов. В начале XIX века практически современные методы стандартизации уже широко применялись при организации массового производства стрелкового оружия на Тульских оружейных заводах.

Во второй половине XIX века стандартизация стала обязательной составляющей организации производства на промышленных предприятиях почти всего мира. И уже не только в военной области. Благодаря внутривзаводской стандартизации изделий процессы производства становились рациональнее. Цели, которые при этом преследовали предприниматели, состояли в уменьшении накладных расходов на различную оснастку и приспособления и удешевлении

Взаимозаменяемость - свойство независимо изготовленных деталей занимать свое место в сборочной единице без дополнительной механической или ручной обработки при сборке и обеспечивать нормальную работу данного узла.

Взаимозаменяемость геометрическая - вид взаимозаменяемости, при которой обеспечивается сборка или замена деталей и узлов по геометрическим параметрам, включающим размеры и форму деталей, взаимное расположение, допуска на изготовление, шероховатость и волнистость их поверхностей.

Взаимозаменяемость функциональная - вид взаимозаменяемости, предусматривающий обеспечение помимо взаимозаменяемости по геометрическим параметрам также и взаимозаменяемость по механическим, физико-химическим и другим эксплуатационным показателям (свойствам металлов, магнитным и электрическим свойствам, запасам точности и др.).

процессов подгонки деталей готового изделия. Машинное производство приносит большие доходы, когда на нем изготавливается однотипная продукция. Стандартизация развивалась, прежде всего, внутри отдельных фирм, отдельных предприятий. Конвейер и большая серия существенно улучшили потребительские качества продукции, но, вместе с тем, сделали ее упрощенной. Художника заменил дизайнер, уменьшилось число комплектующих, полностью исключались индивидуальные различия между отдельными образцами. Кстати говоря, впоследствии стала больше цениться авторская работа. Если, скажем, в середине XX века сделанное вручную считалось менее качественным и, следовательно, более дешевым, чем такая же вещь машинного производства, то к концу века наличие на вещи наклейки "hand made", то есть "ручная работа", сразу же повышало ее розничную стоимость.

По мере развития общественного разделения труда стандартизация национальная и даже международная начала приобретать все большее значение. В 1891 г. в Англии, а затем и в других странах была введена стандартная резьба Витворта (с дюймовыми размерами), впоследствии замененная в большинстве стран резьбой метрической. В 1846 г. в Германии были унифицированы ширина железнодорожной колеи и сцепные устройства для вагонов; в 1869 г. там же был впервые издан справочник, содержащий размеры стандартных профилей катаного железа. В 1870 г. в ряде стран Европы были установлены стандартные размеры кирпичей для построек любого типа. Эти первые результаты национальной и международной стандартизации имели огромное практическое значение для развития производительных сил. Однако это были лишь первые шаги.

Иногда стандарты выбирали, исходя из политических, дипломатических и даже военных соображений. Так, калибр 82-мм отечественного миномета всего на 1 мм превышал калибр миномета немецкого, но это делало советские мины (в случае захвата их противником) непригодными для стрельбы из вражеского миномета, а вот трофейными немецкими минами из нашего миномета можно было стрелять...

Усиленная милитаризация многих стран в начале XX столетия потребовала расширения производства большого количества вооружений при обязательном соблюдении принципа взаимозаменяемости. Эту задачу можно было решить только с помощью стандартизации. Поэтому не удивительно, что во время Первой мировой войны и сразу после нее было основано несколько национальных организаций по стандартизации, например в Голландии (1916 г.), в Германии (1917 г.), во Франции, Швейцарии и США (1918 г.).

После окончания Первой мировой войны стандартизация все больше воспринималась как объективная экономическая необходимость. В это время организации по стандартизации возникли по всей Европе, как грибы после хорошего дождя.

С появлением транснациональных монополий стандартизация начала развиваться и в международном масштабе. Постоянное расширение международного товарообмена и необходимость более тесного сотрудничества в области науки и техники привели к основанию Международной ассоциации по стандартизации (ISA). В 1939 г. работа ISA была прервана Второй мировой войной.

В пакете документов, принятых при создании Организации Объединенных Наций, было определено учреждение Координационного комитета по

вопросам стандартизации (МЭК) с бюро в Лондоне и Нью-Йорке.

В России развитие судостроения, железнодорожного транспорта, различных отраслей машиностроения привело к появлению первых отечественных стандартов. На первых порах это были стандарты отдельных предприятий и фирм. Для хранения эталонов и поверки по ним эталонных мер было учреждено Депо образцовых мер и весов, здание для которого было построено в 1841 г. в Петропавловской крепости. Спустя три года хранителем Депо был назначен выдающийся русский ученый Д.И. Менделеев, который в 1893 г. преобразовал Депо в Главную палату мер и весов. В 1904 г. Палатой мер и весов были установлены стандарты на вагоны и другие изделия, применявшиеся на железнодорожном транспорте.

До 1917 г. в России, где множество предприятий принадлежало иностранным фирмам, отсутствовала единая государственная система стандартизации (хотя обязательным было применение эталонов Палаты мер и весов). В промышленности применялись три системы мер: старая русская - с пудами, фунтами и гарнцами, британская (дюймовая) и метрическая. Такой разницей, конечно, препятствовал развитию кооперации различных предприятий.

При Советской власти государство взяло на себя целый ряд узловых контрольных и регулирующих функций. В первую очередь началось упорядочение системы мер и стандартов. Важнейшим государственным актом, положившим, по существу, начало стандартизации в СССР, был подписанный В. И. Лениным в 1920 г. декрет "О введении международной метрической системы мер и весов".

В 1923 г. был создан Комитет эталонов и стандартов (КЭС) при Главной палате мер и весов. Комитет разработал ряд стандартов на меры длины, резьбы, калибры. По приказу Председателя ВСНХ Ф.Э. Дзержинского в 1924 г. было организовано Бюро промышленной стандартизации, разработавшее проекты стандартов на систему допусков и посадок. Этому Бюро было поручено руководство деятельностью 120 рабочих комиссий, занимавшихся разработкой общепромышленных стандартов.

Со временем стала все больше ощущаться необходимость создания центрального государственного органа по стандартизации. 15 сентября 1925 г. Совнарком СССР организовал Комитет по стандартизации при Совете Труда и Обороне. Первым председателем Комитета был назначен В.В. Куйбышев. В работе Комитета участвовали такие известные ученые, как А.Н. Бах, И.М. Губкин, Г.М. Кржижановский, Д.М. Прянишников и др.

Комитетом были введены первые обязательные общесоюзные стандарты, получившие силу государственного закона. К 1928 г. было утверждено свыше 300 общесоюзных стандартов, а за период с 1926 по 1932 г. Комитет утвердил 4114 общесоюзных стандартов. В конце

Интересно, что за стандарт колеи железных дорог в Европе была принята колея древнеримской колесницы. Та, в свою очередь, определялась шириной, которую занимает впряженная в повозку пара лошадей. Ширина дороги выбиралась из простого условия: повозки должны были разъехаться, не зацепив друг друга. Кстати, М.К. Янгель, известный конструктор ракетных двигателей, не раз говорил, что диаметр современных ракет-носителей (также увязанный с максимальной шириной перевозимого по железной дороге груза) накрепко привязан, извините, к ширине двух задниц запряженных в повозку лошадей.

7 мая 1926 г. был утвержден первый общесоюзный стандарт ОСТ 1 "Пшеница. Селекционные сорта зерна. Номенклатура".

Приняты 16 июля 1926 г. стандарты на новый сорт стали - стальной прокат позволили сократить число профилей в 4,5 раза - с 3539 до 785. Число размеров специальных профилей сократилось в 13 раз.



К началу Великой Отечественной войны в Советском Союзе действовало уже более 6000 стандартов. Более 35% из них относились к машиностроительной и металлургической отраслям промышленности.

Работы по унификации видов артиллерийских установок позволили повысить взаимозаменяемость составных частей, сократить номенклатуру деталей и узлов, использовать заменители при их производстве, снизить массу орудий. Так, применение единого лафета для 76-мм дивизионной пушки образца 1942 г. и 57-мм противотанковой пушки образца 1943 г. позволило сократить сроки изготовления орудия в 4...5 раз. Высокая технологичность 76-мм пушки позволила впервые в мире поставить ее на поточное производство и ввести конвейерную сборку.

В двигательной установке танка ИС насчитывалось более 50% деталей, заимствованных из танка КВ, и около 20% - из танка Т-34. В топливной системе было введено лишь 12 новых элементов, а более 40 были унифицированы с агрегатами топливной системы КВ.

Сегодня русский язык не является официальным языком Комитета ISO, поскольку учредителя - Советского Союза более не существует. Российское агентство по техническому регулированию и метрологии прорабатывает вопрос о замещении Россией места СССР в этом международном комитете.

1926 г. были утверждены ОСТ 32 на метрическую и ОСТ 33 на дюймовую резьбы, стандарты на ряд общемашиностроительных деталей, а также стандарты на допуски и посадки, что позволило наладить производство стандартных взаимозаменяемых общемашиностроительных деталей.

23 ноября 1929 г. ЦИК и СНК приняли постановление об уголовной ответственности за выпуск недоброкачественной продукции и несоблюдение обязательных стандартов. Это постановление еще больше повышало авторитет стандартов.

В 1930 г. Комитет по стандартизации стал называться Всесоюзным комитетом стандартизации (ВКС) при Совете Труда и Обороне. К этому времени относится первый опыт государственного планирования работ в области стандартизации: впервые был разработан Государственный план стандартизации (на 1930-1931 гг.). В 1940 г. был организован Всесоюзный комитет стандартов при Совете Народных Комиссаров СССР. С этого времени общесоюзные стандарты стали называться государственными стандартами и обозначаться индексом ГОСТ с добавлением порядкового номера и года утверждения, например ГОСТ 169-40.

Великая Отечественная война потребовала перестройки работы по стандартизации в соответствии с военной обстановкой и задачами максимального удовлетворения нужд фронта и тыла. За годы войны было утверждено более двух тысяч новых стандартов и свыше тысячи стандартов были изменены в связи с условиями военного времени. Эти изменения вызывались необходимостью экономии материальных ресурсов, замены материалов менее дефицитными. Часть стандартов военного времени имела индекс "В" - ГОСТ В (далее порядковый номер и год выпуска стандарта). Этот индекс сохранился и по окончании войны для стандартов продукции оборонного назначения. Стандарты этой группы не подлежали открытому распространению и подвергались сертификации комиссиями оборонщиков соответствующих отраслей.

В 1946 г. на конференции в Лондоне было принято решение о создании Международной организации по стандартизации (ISO). СССР был одной из стран-учредителей ISO. Представителям СССР удалось добиться признания русского языка в качестве одного из официальных языков ISO. Наша страна согласилась взять на себя работу секретариата нескольких технических комитетов по разработке новых стандартов.

В 1954 г. при Совете Министров СССР был создан Комитет стандартов, мер и измерительных приборов, возглавивший всю работу по стандартизации, метрологии и измерительной технике в стране. Для разработки научно-теоретических основ стандартизации и нормализации в системе Комитета стандартов создали Всесоюзный научно-исследовательский институт по нормализации в машиностроении - ВНИИНАМШ, организовали базовые отделы стандартизации в отраслях промышленности, службы стандартизации в научно-исследовательских организациях и на предприятиях.


В области машиностроения в этот период разрабатывались межотраслевые нормы машиностроения (МН), которые должны были дополнить государственные стандарты и заменить многочисленными, часто дублирующими друг друга, отраслевыми нормами на общемашиностроительные детали и узлы, на технологическую оснастку и инструмент. В течение 1958-1965 гг. было разработано около 5000 нормалей машиностроения, внедрение которых способствовало развитию специализированного производства деталей и узлов общего применения и технологической оснастки.

В связи с интеграционными процессами в экономике стран-участниц СЭВ (Совета экономической взаимопомощи) начали вводиться стандарты СЭВ. Они несколько отличались от принятых в СССР и являлись обязательными для всех стран СЭВ. Теперь ни СЭВ, ни СССР не существуют, но многие стандарты СЭВ действуют в России и до сих пор.

С 1 июля 2003 г. с вступлением в силу Федерального закона "О техническом регулировании" начался новый этап формирования и развития национальной системы стандартизации. По этому закону, начиная с 2010 г., ГОСТы перестают быть...обязательными для исполнения. Кроме того, закон отменил всю систему отраслевых стандартов (ОСТов), оставив, кроме ГОСТ, только стандарты предприятий. Чем заменять ОСТ - пока непонятно, поскольку отрасли не являются предприятиями, а перевод отраслевых стандартов в государственные весьма затруднителен, если возможен вообще.

Система государственных стандартов по новому Закону заменяется системой Технических регламентов (ТР). Эти регламенты утверждаются для каждого вида продукции и утверждаются Думой как государственный закон. Регламент устанавливает общие условия для выпуска продукции и дополняется системой ГОСТов, с ним согласованных, но, как было сказано, необязательных... Впрочем, сейчас из всего производственного спектра разработан только один ТР - по автомобильной промышленности. В остальных областях чего-то ждут, хотя осталось всего три года до запланированного введения новой системы.

Тем временем жизнь не стоит на месте (что банально, конечно, но - факт), и несмотря на принятую альтернативную стратегию ТР ежегодно вводятся в действие новые стандарты. Их проекты разрабатываются Техническими комитетами различных отраслей промышленности и направляются в Российское агентство по техническому регулированию и метрологии. Это Агентство - наследник ликвидированного Госстандарта, которое в связи с проведенными массовыми сокращениями, коснувшимися почему-то только специалистов из отраслей, серьезно утратило былые возможности.

Параллельно с изменением названия и функций сменились и способы работы Агентства. Так, после принятия решения о разработке нового стандарта на интернет-сайте Агентства (<http://www.gost.ru>) появляется соответствующее уведомление. По запросу любой заинтересованной организации высылается текст проекта нового стандарта, в который организация вносит свои замечания и предложения. После этого текст с поправками вновь передается разработчику (Техническому комитету), и тот учитывает замечания при подготовке окончательного варианта документа. Таким образом компенсируется малая численность специалистов в центральных органах Агентства. 



ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ СОХРАНЕНИЯ И НАКОПЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ

Андрей Иванович Касьян

"Наступит время, когда тщательные и продолжительные исследования прольют свет на вещи, пока скрытые от нас".
Сенека

(Продолжение. Начало в № 2, 3 - 2006)

Еще Козьма Прутков замечал: *"Во всех частях света есть другие, не менее замечательные части"*. В повседневной жизни, кроме знакомства с различными проявлениями энергии, нам приходится сталкиваться и со многими другими интересными явлениями. Попробуем в этой статье заняться эффектом от действий упругих сил при накоплении энергии. Рассмотрим эти явления в контексте развития техники.

Энергию можно запасти либо в движущейся массе (например, маховике, о чем мы уже говорили), либо с использованием гравитационного поля Земли, либо, например, используя силу упругости. Так делали многие изобретатели первых механизмов и устройств. Явление упругости не требует долгих пояснений: его можно почувствовать, сдавив рукой воздушный шарик или заводя обычный будильник. Сжимая пружину или натягивая лук, мы запасаем в них энергию. Эта энергия может быть с пользой освобождена в дальнейшем. Предмет нашего разговора позволяет помыслить обо всем этом всерьез.

Динамический накопитель, о котором мы подробно упоминали в прошлом, - чемпион по плотности запасенной энергии. Но он содержит движущиеся части. Это - недостаток. Поднятое на некоторую высоту тело (все равно - твердое или жидкое; главное, чтобы оно имело плотность большую, чем у окружающей среды) имеет запас энергии, которая называется потенциальной. К сожалению, этот запас мал и ограничен возможностями подъема массы на высоту. Тем не менее механизмы, использующие потенциальную энергию, сыграли большую роль в развитии цивилизации. В четвертом тысячелетии до н. э. в древнем Египте были созданы обширные ирригационные хозяйства. Были осушены огромные заболоченные площади по берегам Нила, что позволило получить прирост сельскохозяйственной продукции, привело к имущественному расслоению и образованию экономически господствующих групп. С технической точки зрения огромную роль в этом деле сыграли водоотливные средства, такие как "шадуф", предок нашего колодезного журавля. Этот простейший механизм до сих пор применяется в Египте. К концу длинного шеста привязывается ведро. Шест как детские качели укрепляется на стойке таким образом, что его стороны имеют возможность подниматься и опускаться. На другом конце шеста имеется груз, который уравнивает ведро. На примере этих устройств мы видим, как практические потребности и развитие ремесел привели в конце концов к возникновению механики.

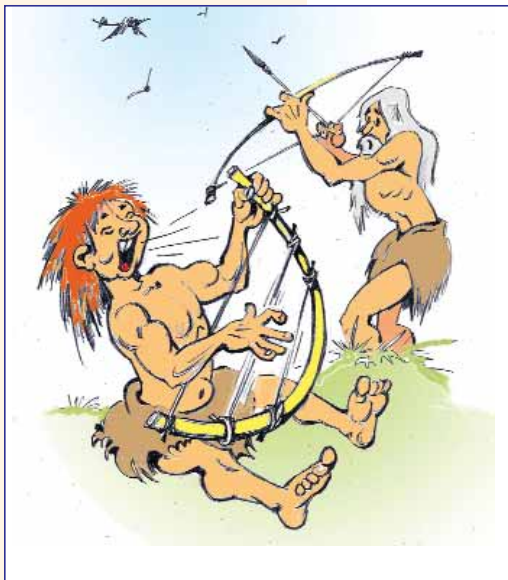
Для механического перемещения использование потенциальной энергии малоэффективно: даже небольшую тележку, не говоря о летательном аппарате, нелегко привести в движение находящимся на ней грузом. Известны самодвижущиеся стелы Герона Александрийского (умер около 70 г. до н.э. в своем родном Египте), в которых груз, соединенный с колесами через систему веревок и шкивов, помещался в верхней части, где было насыпано зерно. По мере высыпания зерна груз опускался, натягивая веревку и вращая колеса автомата. Героном было сконструировано большое число подобных стелов.

Большую роль в развитии техники играло водяное колесо. В Междуречье и Египте водоподъемные колеса поливных систем, приводимые в движение водой, работали еще три тысячи лет назад. Вавилонские водоподъемные машины имели приводящие в изумление современников размеры. Кстати сказать, аналогичные системы функционируют и до сих пор: вода-то течет, топлива не требует. В конце I тыс. до н.э. китайцы изобрели водяную мельницу, в которой использовался эксцентрик. В конце первого столетия до н.э. известный архитектор Витрувий (I век н.э.) описал вертикальное колесо, которое возможно было его изобретением. В этом устройстве зубчатое (цевочное) зацепление имело такую же конструкцию, как и у водоподъемного колеса, которое было изобретено за несколько столетий до описываемых событий.

Постепенно водяные колеса совершенствовались, пока не стали основным двигателем практически во всех видах производства. Оно, например, применялось даже для волочения проволоки. Мощность водяного колеса во много раз превышала мощность вола в упряжке. В среднем она составляла несколько десятков киловатт. К.п.д не превышал 0,75. Колеса были трех типов в зависимости от высоты напора воды: нижнебойные, среднебойные и верхнебойные. В XVII в. все шире стали применяться верхнебойные, как более производительные.

Русский изобретатель К.Д. Фролов (1728-1800) на алтайском Кольваново-Воскресенском руднике применил в гидротехнических сооружениях водяные колеса диаметром до 17 м. Самые большие колеса имели мощность до 200 л.с., что было в целом, по уверению изобретателя, совершенно недостаточно. Неудивительно, потому, что первые паровые машины (Ньюкомена и позже Уатта в Англии и Ползунова в России) были применены именно на шахтах.

Упругим элементом называют гибкие детали, способные деформироваться под нагрузкой. Пружины, мембраны, сильфоны и др. упругие элементы принимают всевозможные формы. Сильфон - тонкостенная трубка с гофрированной поверхностью. Назначение упругих элементов весьма разнообразно и не может быть описано в рамках статьи. Мы будем рассматривать их с точки зрения накопления энергии. Модуль упругости - характеристика сопротивления материала упругой деформации, которая равна отношению напряжения к вызванной относительной деформации. Модуль упругости при осевом растяжении/сжатии называют модулем Юнга в честь английского физика Т. Юнга (1773-1829). При сдвиге он называется модулем сдвига.



Развитие водяного колеса и широкое его применение привели к множеству других изобретений. Например, словацкий изобретатель И. Гелл сконструировал водяной двигатель, названный водостолбовой машиной. Впоследствии появились гидроэлектростанции, с помощью которых сегодня вырабатывается существенная доля электроэнергии.

Рассмотрим упругие элементы, которые в техническом отношении не менее перспективны. Наиболее важное место в царстве упругих сил занимают разного рода пружины. Наиболее часто мы встречаемся с ними в различных моделях механических часов. Впрочем, рассмотрим по порядку: откуда что взялось.

Известно, что хорошо шлифованные тела "прилипают" друг к другу при плотном контакте гладких сторон. Это, на самом деле, хорошая иллюстрация действия сил, которые обычно называют молекулярными. Действительно, если бы молекулы (или атомы) перестали притягиваться друг к другу, то все тела распались бы, поскольку не существовало бы причин для сохранения их формы. Исследования показали, что притяжение имеет электромагнитную природу.

Если внимательно рассмотреть крупинки соли или сахара, то можно заметить их особенную (кристаллическую) структуру. Многие природные кристаллы (турмалин, сегнетова соль) очень красивы. Это-то их качество как раз используется человеком очень давно: все прозрачные драгоценные камни - кристаллы. Кристаллы возникают в результате упорядоченного взаимного расположения образующих частиц - атомов, ионов, молекул. Кристаллы узнают по их форме: они имеют вид многогранников с плоскими сторонами и прямыми ребрами. В кристаллической структуре все частицы находятся в строго отведенных местах, расставлены в особом порядке. Их можно представить себе соединенными маленькими пружинками между собой. Если потянуть за один конец кристалла, то за ним потянутся и другой. Если потянуть с обоих концов в разные стороны, то пружинки дадут возможность немного растянуть кристалл и увеличить его в длину. Когда мы отпустим кристалл он примет исходную форму.

Частицы в кристалле не стоят как вкопанные, а "дрожат", колеблются около положения равновесия. При нагреве размах колебаний увеличивается, пока частицы не стронутся с места: это называется плавлением.

Кристаллы окружают нас повсюду. Здания, машины, вещи, которыми мы пользуемся дома - почти все они состоят из кристаллов. Это заметно на первый взгляд. В природе редко встречаются одиночные кристаллы. Чаще всего вещество состоит из прочно слипшихся кристаллических зернышек, размером меньше тысячной доли миллиметра. Такие тела называются поликристаллическими. Песок, железо, краски - все это кристаллы. Впрочем, не надо считать, что все на свете состоит из кристаллов. Например, стекло или пластмассы состоят совсем не из кристаллов, поэтому их называют аморфными.

Если посмотреть на парковую ограду или решетку - их форму можно уподобить кристаллу. Она состо-

ит из звеньев, повторяющихся друг за другом в пространстве. Кристалл также состоит из атомов, повторяющихся в пространстве. Поэтому говорят, что атомы кристалла образуют кристаллическую решетку.

Наиболее распространены три типа решеток. Возьмем детские кубики и будем складывать их один на другой. Если представить в вершинах и в центре атомы, то мы получим модель решетки, которую обычно имеет железо. Если атомы разместить в вершинах кубиков и в центрах их граней, то получим другой тип решетки. Так кристаллизуется медь (и железо, но при определенных условиях). Наконец, возьмем миллиардные шары и соберем их в треугольник (как перед началом игры). Поместим сверху второй слой шаров, размещая их в лунках первого слоя. Затем уложим третий слой в лунки второго и т.д. Так кристаллизуется цинк.

В поликристаллах не наблюдается различия в свойствах по разным направлениям, как у обычных кристаллов. Кроме того, материал, состоящий из мелких кристаллов, обычно прочнее, чем тот же, но состоящий из более крупных кристалликов.

В технике редко используются чистые металлы, т.е. состоящие из атомов одного сорта (например, железа). Чаще всего берут различные сплавы металлов с металлами (или даже неметаллами). Например, очень важны стали - сплавы железа, углерода (если углерода больше, чем 2%, то это уже чугун или даже феррит) и др. элементов.

Возьмем ножовку, лезвие или любую стальную пластинку. Немного согнем, а затем отпустим. Она восстанавливает свою форму. Деформации, которые полностью исчезают с исчезновением сил, называются упругими. Если согнуть сильнее, так что деформации после снятия сил не исчезнут, то они называются пластическими. Строго говоря, нет ни полностью упругих, ни вполне пластических деформаций. Упругая деформация за продолжительное время перейдет в пластическую. Если мы увеличим силы и деформацию до такого предела, что появится пластическая деформация, то это означает, что мы достигли предела упругости.

Справедлив закон Гука (1635-1703), который гласит, что в зоне упругости сила и деформация пропорциональны друг другу. Отношение деформирующей силы к площади сечения называется напряжением (оно измеряется в паскалях). Учитывая это, легко понять, что в границах действия закона Гука деформация пропорциональна напряжению. При сжатии и растяжении цилиндрической пружины проволока, из которой она навита, испытывает деформацию, называемую кручением (пружина растягивается, а ее материал не растягивается, как это могло бы показаться, а скручивается). Для стержня угол кручения пропорционален его длине и обратно пропорционален четвертой степени диаметра. В гальванометрах и других точных стрелочных приборах применяют для подвешивания вращающихся частей проволоочки диаметром в несколько микрон, благодаря чему такая пружина обладает весьма низким сопротивлением скручиванию и большим углом закрутки. При этом, вся ее деформация при движении стрелки будет происходить в пластической области, или, как говорят, "в области закона Гука". Этим достигается высокая чувствительность к изменению измеряемой величины.

Применение упругой деформации к мирным целям обеспечило мощный рывок в прогрессе человечества. Первообытный изобретатель, внимательно наблюдая происходящее, стремился воспроизвести яв-

Основными рабочими характеристиками упругого элемента являются те, которые определяют его способность деформироваться под действием нагрузки. К ним относятся жесткость, чувствительность, упругая характеристика. Жесткость - способность сопротивляться образованию деформации. При простых деформациях в пределах закона Гука жесткость определяется как произведение модуля упругости на ту или иную геометрическую характеристику. Материалы для современных упругих элементов должны обеспечивать его рабочие свойства. В соответствии с этим механические характеристики материала - предел упругости, предел текучести, предел прочности - должны быть достаточно высокими.

ления, которые видел. Он знал, что согнутая ветка возвращается в исходное положение. Это явление (упругость) использовалось для создания различных пружинных ловушек. Таким образом был изобретен первый в мире упругий накопитель энергии. Наблюдая за действием метательных орудий - камня, копья - и пружинных ловушек, человек изобрел, наконец, лук и стрелы. Это было большое техническое достижение, требующее длительного накопления знаний и знакомства с целым рядом других изобретений. Итак, изобретение лука позволило людям использовать новую силу - силу упругости. Если действие метательных орудий (копья) основано на инерции, то в луке использованы принципиально отличные силы. Натягивая тетиву, мы накапливаем энергию, которая в момент спуска приводит в движение стрелу. Просто и гениально! Этот принцип положен в основу действия всех последующих мощных метательных машин. Лук изменил само существование человека и сильно облегчил его жизнь.

Добывание огня - одно из самых выдающихся достижений человека, с которым не сравнится даже получение ядерной энергии. Один из наиболее повсеместно применяемых способов добывания огня древними - трение вращаемой руками палочки о деревянную щепку. При вращении торец палочки сильно разогревается и им можно было даже что-нибудь запалить. Это очень утомительный процесс. Многие тысячи лет назад изобретатели предложили усовершенствовать его. Палочку предлагалось вращать не ладонями, а тетивой лука. По мнению многих ученых лук и стрелы появились уже в палеолите. Был даже в ходу специальный станочек для добывания огня. Итак, за счет трения палочка нагревалась, к ней подкладывали сухой мох, раздували тлевший огонь и получали пламя. Насколько гениально и просто!

В истории человечества огромное значение сыграл переход от каменных орудий к металлическим. Вся история может быть рассмотрена как процесс возникновения и смены технических укладов. Однако с общекультурной точки зрения для развития общества возникновение языка сыграло более значительную роль, чем шлифование каменных топоров. Впрочем, эти процессы совершенствовались параллельно. Орудия труда человека со временем стали более совершенными. Стрелы получили металлические наконечники. С конца 4 тысячелетия до н.э. Древний Восток переходит от первобытнообщинного строя к рабовладельческому. Применение бронзы вместо меди (3 тыс. - 1 тыс. лет до н.э.) позволило не только улучшить качество орудий труда, но и значительно разнообразить их, ускорить процесс изготовления. Развиваются различные ремесла: кузнечное, гончарное, горное дело и др.

Первая техническая революция закончилась к середине третьего тысячелетия до н.э. Наступил период, характеризующийся скорее совершенствованием технического мастерства и расширением масштабов работ, нежели теоретическими исследованиями. В это время техника опережала науку и шла по параллельной дорожке как бы в стороне. Производство (как и теперь) требовало специального навыка, не всем доступного. Потому чем сложнее вещь, тем меньше вероятность, что ее мог сделать любой "нестроевой, необученный". Как и сейчас, производственники старательно набивали себе цену: окружали процесс магическими условиями и завесами тайны от непосвященных. Сама технология объявлялась сапральной, священной, связанной с тайными потусторонними силами.


Да зачастую еще и сами в это верили. А правда: как объяснить, что мягкая и размываемая водой глина, пройдя через огонь, становилась прочной и звенящей. А пережжешь - рассыпается. Ну как тут не приносить жертвы богам и духам на удачное окончание работы? "Научные" знания в мифологической картине мира принимали ритуально магические формы. Считают, что не имеющие практического значения явления культуры предшествовали утилитарным (в примитивном понимании - техническим изобретениям). Глиняные фигурки появились гораздо ранее посуды и они - наследники брошенной в огонь жертвенной глины, которой обмазывали от протекания продуктовые корзинки.

Царства часто уподоблялись машинам, состоящим из винтиков-людей и производящим условия своего существования: власть, религию и т.п. Безработица почти отсутствовала: пирамиды, китайская стена, завоевания. При этом, заведенный порядок прекрасно экстраполировался на все мыслимое будущее: идеальный мир будущего европейской античности, - это мир, где у каждого будет столько рабов, сколько ему потребно...

Наука постепенно стала опираться на безличный порядок: счет, измерение, систему записи. Одновременно происходил переход от качественных знаний к количественным.

Железо в корне изменило образ жизни человека. Заметим, что там, где железо превращалось в основной материал для изготовления орудий, как правило, наступали сдвиги в общественных отношениях. На волне изобретений начала (!) железного века появляется токарный станок. Вооружение также стало изготавливаться из железа.

В Греции железо начинает вытеснять бронзу примерно в 1 тыс. до н.э. Архаическая эпоха ознаменовалась быстрым техническим прогрессом и экономическим подъемом. Но как объяснить возникновение науки и философии, которые практически не были востребованы производством? "Греческое чудо" - появление небывалых политических форм (демократия), возникновение науки - сравнимо по значению с европейским Возрождением. Среди греков, в отличие от соседних народов, получает широкое распространение убеждение в том, что человек может улучшить условия своего существования за счет своей энергии и изобретательности. Возникла мысль, что общественную ценность представляет всякое достижение, в особенности завоеванное в соревновании с соперниками. Сложилась обстановка, когда научно-техническое творчество стало престижным занятием и могло явиться источником средств к существованию. Все эти процессы были непосредственно связаны с введением демократических форм правления, что и привело к общечеловеческому культурному перевороту, который позже повторялся неоднократно в той или иной формах по различным причинам и поводам.

Греческая наука и философия образовали мощный фундамент европейской научной и философской традиции. К чему приводит утилитарное направление в науке, ориентация на удовлетворение практических потребностей, видно на примере позднеавилонской астрономии, занимавшейся в основном подбором эмпирических формул. Все же, вавилонская астрономия стояла на голову выше древнеегипетской и была более точной благодаря изобретению рациональной записи чисел и удобных арифметических действий. 

(*Подоление в следующем номере.*)

ГОРЮЧЕЕ - КАКИМ ЕМУ БЫТЬ?

Александр Идин

(Продолжение. Начало в № 2, 3 - 2006)

Итак, горение - это очень сложный процесс, при котором иногда происходит восстановление промежуточных, а иногда даже исходных веществ. И при изменении каких-либо условий (давление, температура, распределение температуры газовой смеси по объему камеры сгорания) цепочки последовательного превращения веществ (окисления и восстановления) будут разными. От этого зависит и величина энергии, и количество вредных выбросов, получаемых в результате сгорания горючего. И получается, что эффективность работы нового двигателя зависит от знаний, таланта, интуиции специалиста, его сконструировавшего. Известно, что не каждому печнику удастся построить даже такую "простую" конструкцию, как печь. И тогда, сколько ни бросай сухие поленья, тепла не дождешься. Настоящий конструктор должен разработать такой двигатель, чтобы то, что предполагается сжигать в камере сгорания, горело максимально эффективно. Именно поэтому в двигателестроительных конструкторских бюро произошло разделение труда: появились специальные группы, специализирующиеся на проектировании только камер сгорания.

В предыдущей статье рассматривался процесс горения, описанный в виде совокупности химических формул. Но в действительности горит реальное горючее - дрова, солома, торф, уголь, нефть, газ или продукты переработки некоторых из них. И от того, что собой представляет то или иное горючее, зависит его горение и использование. Причем на каждом этапе развития человеческой цивилизации меняется отношение к тому или иному горючему.

Выбор горючего зависел от многих причин, но в первую очередь использовалось то, что было под рукой. Понятно, что первоначально роль горючего исполняли дрова. Их заменили угли, потом стали использовать жидкое и газообразное горючее. К 1913 г. в мировом энергетическом балансе дрова занимали около 10 %, уголь - 80 %, нефть - 5 %, природный газ - 1,5 %, торф - 0,5 %. Три процента приходилось на энергию, получаемую с помощью гидроэлектростанций. Понятно, что сейчас соотношение совершенно иное, к тому же появились новые источники энергии.

Как уже упоминалось, для каждого горючего нужна своя камера сгорания. И до тех пор, пока не созданы соответствующие конструкции, применение того или иного горючего сдерживается. Так, в свое время из нефти получали только керосин для освещения. Бензин и мазут были отходами производства. И только после того, как в 1880 г. В.Г. Шуховым была изобретена форсунка, способная эффективно распыливать мазут, была открыта дорога к массовому применению нефти и продуктов ее переработки в энергетике и на транспорте. Что же касается современных автомобилей, то они требуют все больше и больше бензина и дизельного топлива. Оно и понятно - двигатель внутреннего сгорания ни на каменном угле, ни на торфе работать не будет, - подавай ему жидкое или газообразное горючее. А что делать, если ни нефти, ни продуктов ее перегонки поблизости нет? Или не будет через зное число лет? Или будет (еще будет), но очень дорогое и только в соседнем государстве?

Любопытно, но еще только-только появились двигатели внутреннего сгорания и на дороги выехали первые машины, как научные мужи озадачились поиском горючего (и ищут до сих пор, причем к поиску подключились и простые автолюбители). А горючего требуется много и не только для автомобильных двигателей. ДВС используется везде: и на водном, и на железнодорожном транспорте, в авиации и энергетике. Причем под термин "двигатель внутреннего сгорания" подпадают не только поршневые, но и газотурбинные двигатели (ГТД).

В природе ни жидкого, ни газообразного горючего, годного к непосредственной заправке из скважины в топливный бак, нет (или почти нет). Требуется подготовка, а точнее - переработка. Долгое время почти единственным видом топлива были дрова и сельскохозяйственные отходы. С ростом населения площадь лесов уменьшалась, а потребность в топливе возрастала. Особенно быстро она стала увеличиваться с развитием промышленности: для выплавки чугуна и стали, производства пара, а затем и электроэнергии требовалось все больше и больше горючего. С каждым годом увеличивалось также количество топлива, сжигаемого в топках паровозов и пароходов. В связи с этим в дополнение к дровам начали использовать добываемый из недр Земли каменный уголь. Постепенно этот "горючий камень" стал основным видом топлива.

Во второй половине XIX века начала развиваться добыча нефти, а затем и природного газа. Однако роль этих видов топлива долгое время была сравнительно невелика. В настоящее время картина резко изменилась. С каждым годом растет добыча нефти, необходимой для обеспечения бензином и другими видами моторного топлива и смазочными маслами автомобилей и самолетов, тепловозов и теплоходов, сельскохозяйственной техники и т.д. Но роль и значение других видов горючего не уменьшились, а в настоящее время даже резко возросли. Вновь на повестку дня встают вопросы использования и дров, и сельскохозяйственных отходов, и угля, причем в двигателях внутреннего сгорания (конечно, не в привычном виде, а в виде продуктов их переработки).

Несмотря на все многообразие этих веществ, отличающихся по внешнему виду, физическим свойствам, запасу тепла и температуре горения, органическая масса, образующая горючее, состоит в основном лишь из трех элементов: углерода, водорода и кислорода. Причем, если углерод и водород в различных соотношениях присутствуют везде, то кислород кое-где отсутствует.

Многообразие видов горючего возрастает вследствие того, что почти все добываемое из недр не только используется непосредственно, но и в большей части подвергается сложной переработке. Например, из нефти получают бензин для авиационных и автомобильных двигателей, керосин для ракет, реактивных самолетов и тракторов, дизельное топливо для тепловозов, мазут для промышленных печей и котлов. Кроме того, в процессе переработки нефти получают углеводородные газы. Их используют в качестве сырья в химической промышленности и частично в виде го-

В 1870 г. во всем мире было добыто около 200 млн т угля; более половины добывалось в Англии - стране с наиболее развитой в то время промышленностью, а доля России в добыче каменного угля составляла менее одного процента. Через 20 лет мировая добыча угля возросла до 500 млн т. Теперь наряду с Англией много угля стали добывать другие страны Западной Европы и США, а доля России в добыче "горючего камня" продолжала оставаться на том же уровне, т.е. около 1%. В 1913 г., предшествовавшем Первой мировой войне, в Англии и США добывали на душу населения около 5 т, в Германии - 3,5, а в России - только 0,2 т, т.е. почти в 25 раз меньше, чем в Англии и США.

Угля, добываемого в России, не хватало для обеспечения потребности в топливе, и в том же 1913 г. пришлось импортировать, в основном из Англии, около 8 млн т каменного угля и 1 млн т вырабатываемого из него кокса. За ввезенные уголь и кокс пришлось заплатить 87 млн рублей золотом, почти в три раза больше, чем было выручено за экспортированное зерно (рожь и пшеница в то время были основными статьями экспорта).

рючего. Таким образом, из нефти получают несколько видов жидкого и газообразного горючего.

Каменный уголь также частично перерабатывают для получения кокса, широко применяемого при выплавке чугуна в доменных печах и для производства чугунного литья в вагранках. Попутно с коксом получают коксовый газ, который используют для обогрева сталеплавильных и других промышленных печей, а также как бытовое топливо и сырье для получения водорода. В процессе коксования, кроме того, получают каменноугольную смолу, используемую для выработки ряда химических продуктов - от взрывчатых веществ до духов и фармацевтических препаратов. Часть получаемой смолы применяют также в виде жидкого топлива в печах. Следовательно, переработка каменных углей позволяет одновременно получать как твердое, так и жидкое и газообразное топливо.

Важнейшей характеристикой горючего является теплота сгорания (или теплотворная способность), т.е. количество тепла, выделяемое при полном сгорании 1 кг. В технике за единицу принимают такое количество тепла, которое необходимо для нагревания 1 кг воды на 1°C. Эту единицу называют большой калорией, или килограмм-калорией и обозначают ккал. Следовательно, чтобы нагреть 1 кг воды от 0 до 100°C нужно затратить 100 ккал, для нагревания 10 кг воды на 50°C - 500 ккал и так далее. В международной системе единиц СИ за единицу тепла и энергии принимают джоуль, обозначаемый Дж (1 ккал = 4,187 Дж).

Чем же определяются различия в количестве тепла, выделяемого при сжигании различных видов горючего, и в температуре, получаемой в процессе горения?

Известно, что выделение тепла при сгорании горючего происходит в результате химического процесса взаимодействия углерода и водорода с кислородом воздуха. Поэтому, чем больше в горючем углерода и водорода, тем большее количество тепла выделяется при его сгорании.

Однако запас тепла в горючем, располагающем одинаковым суммарным содержанием углерода и водорода, не одинаков. Так, при сгорании 1 кг углерода, содержащегося в твердом или жидком топливе, с образованием углекислого газа (CO_2) выделяется 8100 ккал. А при сгорании 1 кг водорода с образованием в процессе горения водяного пара выделяется в 3 раза большее количество тепла (24 600 ккал). Отсюда следует, что соотношение между углеродом и водородом в горючем сильно сказывается на его теплоте сгорания.

Теплота сгорания горючего зависит также и от содержания в нем кислорода. При этом кислород является не только балластом, понижающим содержание горючих составных частей. Наличие кислорода в горючем указывает на то, что атомы углерода и водорода химически связаны с кислородом, т.е. частично уже окислены, и при сжигании такого горючего выделяется меньше тепла.

Большое влияние на теплоту сгорания горючего оказывает содержание в нем влаги, которая не только уменьшает количество горючих элементов, но и требует на испарение около 600 ккал/кг.

Наличие других примесей в горючем влияет не только на количество выделяемого тепла. Так, сера, содержащаяся в горючем, при сгорании образует сернистый газ, который отрицательно влияет на экологическую обстановку городов.

Изучением влияния состава топлива на теплоту его сгорания много занимался еще в конце позапрошлого столетия великий русский ученый Дмитрий

Иванович Менделеев. Он установил, что теплоту сгорания 1 кг горючего можно подсчитать по формуле $Q = 81 \cdot C + 246 \cdot H + 26 \cdot S - 26 \cdot O - 6 \cdot W$ ккал/кг, где буквами C, H, S, O, и W обозначено процентное содержание в топливе углерода, водорода, горючей серы, кислорода и влаги.

Коэффициенты при буквах C, H и S показывают, сколько килокалорий тепла выделяется при сгорании 1 % углерода, водорода и серы, содержащихся в килограмме горючего. А вот каждый процент кислорода, содержащегося в топливе, снижает его теплоту сгорания на 26 ккал/кг.

Наличие в горючем негорючих элементов учитывается в формуле автоматически, так как чем больше негорючих составных частей, тем меньше значение величин C и H.

Каждый процент влаги, уменьшая содержание горючих элементов в килограмме горючего, дополнительно понижает теплоту сгорания вследствие расходования тепла на испарение. Поэтому перед содержанием влаги в топливе, выраженном в формуле Менделеева в процентах по массе (W), стоит коэффициент 6.

С помощью этой формулы можно оценить теплоту сгорания древесины. Так, абсолютные сухие дрова дадут при сгорании 4382 ккал/кг. А дрова, содержащие 50 % влаги, - только 1891 ккал/кг.

Теплоту сгорания газообразного горючего подсчитывают по формуле, исходя из состава газа, причем оперируют процентами не по массе, а по объему (ккал/м³).

Как уже упоминалось, в ДВС используют жидкое или газообразное горючее. С наступлением эпохи массового использования ДВС в некоторых странах, прежде всего не имеющих месторождений нефти, начали интенсивные исследования, направленные на синтез искусственного топлива.

В 1902 г. П. Сабатье и Ж. Сандеран впервые синтезировали метан из CO и H₂ (строго говоря, еще в середине XIX века исследованиями Л. Монда, М. Бергло, С. Лозанича и Ж. Иоцича было положено начало промышленного использования CO). В 1908 г. русский ученый Е.И. Орлов в подтверждение теоретических представлений А.М. Бутлерова о существовании свободных метиленовых радикалов установил, что из CO и H₂ в присутствии катализаторов синтезируется также и этилен.

В 1913 г. на Баденской анилиновой фабрике (Германия) была осуществлена реакция оксида углерода с водородом в присутствии оксидов кобальта и осмия, активированных щелочью. В 1923 г. Ф. Фишер и Г. Тропш установили, что эту реакцию катализируют также стальные стружки, пропитанные щелочью. В 1934 г. фирма Ruhrchemie построила первую опытную установку производительностью 1000 т углеводородов в год, но промышленное производство углеводородов из CO и H₂ началось лишь в 1938 г.

Первоначально синтез Фишера - Тропша (ФТ-синтез) получил название "синтез минерального (нефтяного) горючего", а позднее "бензиновый синтез", что указывало на его основное назначение - предпочтительное производство моторного горючего из угля. На первых этапах развития этого процесса внимание исследователей было направлено на разработку максимальный выход бензина (фракция 36...150°C). В связи с все возрастающим применением дизельных двигате-



Для удобства сравнения различных видов твердого, жидкого и газообразного горючего введено понятие об условном горючем с определенной теплотой сгорания. За единицу принят каменный уголь с малым содержанием балласта, обладающий теплотой сгорания 7000 ккал/кг. Тогда, 1 кг бензина с теплотой сгорания 10 500 ккал/кг соответствует 1,5 кг условного горючего, а бурый уголь с теплотой сгорания 3500 ккал/кг - 0,5 кг условного горючего.



Во время Первой мировой войны спиртовые смеси получили самое широкое распространение. Во многих странах были даже введены законы об обязательном добавлении спирта к моторному горючему. Первый такой закон появился во Франции в 1923 г., по которому в качестве карбюраторного горючего были установлены смеси, содержащие до 50 % спирта. Импортеры, нарушающие этот закон, должны были платить штраф. Немного позже аналогичные законы были приняты в других странах Европы, Австралии, Индии, Бразилии.

Метанол известен с XVII в., когда он был впервые обнаружен в продуктах сухой перегонки древесины. Этот процесс долгое время и являлся основным способом его производства.

В начале 20-х годов нашего столетия был разработан процесс получения синтез-газа, а уже в 1923 г. получили первый промышленный метанол. Долгое время он служил топливом для хозяйственных нужд и являлся одним из первых видов горючего для двигателей внутреннего сгорания.

Цеолиты - группа породообразующих минералов, способных вступать при нагревании.

Газификация - высокотемпературный процесс взаимодействия углерода твердых видов горючего с окислителями, в качестве которых используют кислород, водяной пар, диоксид углерода или их смеси. В зависимости от соотношения исходных реагентов, температуры, продолжительности реакции и других факторов можно получать газовые смеси самого разного состава.

Впервые промышленная реализация газификации была осуществлена в 1835 г. в Великобритании. В СССР в 50-е годы прошлого века работало свыше 350 газогенераторных станций, на которых было установлено около 2500 газогенераторов. Эти станции вырабатывали ежегодно 35 млрд м³ энергетических и технологических газов.

лей к концу тридцатых годов все больший интерес стала представлять более высококипящая фракция (190...300 °С), выход которой повышается, если проводить процесс при среднем давлении (1...2 МПа). В 1935-1945 гг. в Германии было построено девять установок ФТ-синтеза, которые базировались на газификации каменного угля или кокса, и две установки - на газификации бурого угля. По лицензии фирмы Ruhrchemie до конца 1945 г. работали установки во Франции, Японии и Маньчжурии суммарной (вместе с германскими) мощностью около 1 млн т "первичных продуктов" в год.

В конце 40-х - начале 50-х гг. в связи с бурным развитием нефтедобычи интерес к синтезу углеводородов из СО и Н₂, как к способу получения моторных топлив, резко упал. После войны все заводы по синтезу углеводородов были постепенно демонтированы. Последняя установка прекратила работу в 1962 г. По существу, единственно применяемым оставался процесс, получивший название Sasol. Комплекс Sasol-I (г. Сасолбург, ЮАР), введенный в эксплуатацию в 1956 г., основывался на газификации бурого угля с получением смеси СО + Н₂, очистке синтез-газа и его подаче под давлением в реактор с катализатором. В 1981 г. осуществлен пуск модернизированного производства Sasol-II с годовой мощностью более 2 млн т валового продукта, а в конце 1984 г. пущена установка Sasol-III. Суммарная годовая производительность заводов составляла 5 млн т.

В конце 60-х - начале 70-х годов с началом топливно-энергетического кризиса и в связи с проблемами сырья для химической и нефтехимической промышленности в ряде стран вновь начали проводить интенсивные исследования синтеза Фишера-Тропша. Основной задачей этих исследований является разработка более высокопроизводительных катализаторов, дающих высокий выход углеводородов.

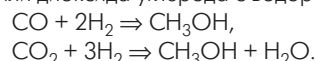
Очередной виток поиска альтернативного горючего для энергетики и транспорта начался на стыке двух тысячелетий. Большинство специалистов сходятся на метаноле, причем его рассматривают и как заменитель бензина, и как добавку к бензину, и как высокоэффективную антидетонационную присадку к бензину.

Метанол в сравнении с углеводородным горючим обладает рядом преимуществ. Исследованиями установлено, что двигатель на метаноле имеет к.п.д. на 20 % выше, чем у обычного бензинового двигателя благодаря более высокой степени сжатия (1:13), более полному сгоранию и более высокой скорости горения. Но достичь этого удалось путем существенной переделки двигателя. Кроме того, метанол обладает высокой агрессивностью по отношению к конструкционным материалам и токсичностью. Поэтому метанол стали использовать только как добавку к бензину. При добавлении небольшого количества метанола (3...5 %) наблюдается повышение октанового числа смеси, рост к.п.д. двигателя, снижение вредных выбросов.

После того, как были открыты кремниевые цеолиты, был разработан метод получения из метанола высокооктанового бензина (октановое число 93). Термический к.п.д. такого процесса достигает 90 %.

По мнению специалистов, основным сырьем для производства метанола будет природный газ. В течение многих лет считалось, что в основе синтеза мета-

нола лежат каталитические превращения смеси оксида или диоксида углерода с водородом:



Однако на основании исследований, проведенных в начале 70-х гг. в Институте нефтехимического синтеза АН СССР, был предложен и экспериментально доказан принципиально новый механизм синтеза метанола, согласно которому на оксидных медь-цинк-алюминиевых катализаторах метанол образуется из диоксида углерода, который присутствует в исходной смеси или образуется по реакции $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \Rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2$.

Термодинамические расчеты показывают, что если при атмосферном давлении из синтез-газа можно получить лишь 2 % метанола, то с увеличением давления до 6,8 МПа и температуры до 300 °С выход метанола может достичь 100 %, хотя на практике получают немного меньше.

Любопытно, но при синтезе метанола наряду с основной реакцией протекают и побочные, в том числе с образованием диметилового эфира: $2\text{CO} + 4\text{H}_2 \Rightarrow \text{CH}_3\text{-O-CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$, который в настоящее время рассматривается как один из перспективных видов горючего. Интерес к нему обусловлен тем, что в молекуле диметилового эфира присутствует кислород, который разрывает связь углерод-углерод, в результате чего при его сгорании в дизельном двигателе автомобиля из выхлопной трубы нет выбросов сажи.

Как видно, для получения метанола требуется большое количество СО и Н₂, которые, в свою очередь, можно получать путем газификации.

Известно, что в последующие 20-25 лет в мировом энергетическом балансе происходили изменения, обусловленные ростом добычи и потребления нефти, попутных и природных газов. Вследствие этого конкурентоспособность искусственных энергетических и технологических газов, получаемых из твердых топлив, резко снизилась, и их производство практически повсеместно (за исключением ЮАР) было прекращено. Однако в последние годы в связи с сокращением ресурсов нефтяного и газового сырья процесс газификации твердых горючих ископаемых вновь привлек к себе внимание, искусственные газы опять начинают рассматриваться как одна из существенных составляющих теплового баланса. Например, к 2000 г. в США 23 % (250 млрд м³) потребности этой страны в энергетических и технологических газах удовлетворялись производством горючих газов.

Газификация особенно эффективна при использовании сернистых углей. При этом в атмосферу не выбрасываются оксиды серы, а полученный в ходе реакции сероводород перерабатывается в товарную серу или серную кислоту.

Газификации может быть подвергнуто большинство известных видов твердых горючих ископаемых. При этом можно получить газ заданного состава или заданной теплоты сгорания, так как эти показатели в значительной степени определяются технологией (температурой, давлением и составом окислителей).

Существующие и разрабатываемые способы газификации позволяют превратить в горючие газы 60...70 % углерода, имеющегося в твердых горючих ископаемых. Остальной углерод расходуется в процессе горения для получения тепла, необходимого для осуществления эндотермических реакций газификации, для получения кислорода, а также теряется. □

(Продолжение следует).

ПОДВОДНЫЙ УДАР

Сергей Леонидович Мальчиков

Шла русско-турецкая война 1877-1878 гг. В ночь на 14 января 1878 года на Батумском рейде стояла турецкая эскадра. Морозный туман стелился над водой. Вахтенные на кораблях не заметили, как недалеко от входа на рейд появился русский пароход "Великий князь Константин", которым командовал капитан 2-го ранга Степан Осипович Макаров. С парохода спустили на воду паровые катера "Чесма" и "Синоп" под командой лейтенантов В.М. Зацаренного и А. Шешинского. Они с трудом нашли вход в бухту и только в первом часу ночи попали на рейд. Из-за облаков выглянула луна и русские моряки увидели семь кораблей, стоявших кормой к берегу. Правее расположился довольно большой сторожевой пароход с разведенными парами. Командиры катеров решили атаковать его. Малым ходом катера приблизились на расстояние 60 м и одновременно выпустили по одной самодвижущейся мине Уайтхеда. Раздались два взрыва, высоко поднялись огромные столбы воды. Взорванный турецкий пароход с громким треском разломился пополам. Тишина ночи огласилась отчаянными криками тонущих, и в течение двух минут корабль затонул. В этот момент по катерам открыла огонь береговая батарея, и к ним направилось какое-то судно. Катера поспешно повернули назад и вскоре были подняты на борт "Константина". 16 января пароход благополучно пришел в Севастополь. Как вскоре выяснилось, был потоплен авизо "Интибах" водоизмещением 700 т. Так, первыми в мире русские моряки осуществили успешную атаку с применением нового оружия - самодвижущейся мины.

Устройство ее постоянно улучшалось. В наши дни это грозное наступательное оружие известно под названием "торпеда". Боевые действия на море трудно сейчас представить без широкого применения минно-торпедного оружия - одного из наиболее мощных оборонительных и наступательных средств, что привело к существенным изменениям тактики ведения морских боевых операций и к появлению новых типов боевых кораблей. Так что же такое торпеда?

Торпеда - самодвижущийся подводный снаряд для нанесения удара в наименее защищенную подводную часть корабля. Торпеда состоит из зарядного отделения, резервуара со сжатым воздухом, двигателя, гребных винтов и рулей управления. Масса торпеды достигает 2200 кг, а взрывчатого вещества - до 400 кг. Самый распространенный калибр, т.е. диаметр, торпед составляет 533 мм, длина - около 7,5 м. Винты торпеды приводятся в движение машиной, работающей на парогазовой смеси, электродвигателем, питающимся от аккумуляторов (в электрических торпедах), либо другими типами двигателей. Дальность хода может превышать 17 км. Скорость хода зависит от дистанции стрельбы.

После применения оборонительных морских минных заграждений в период Крымской войны 1853-1856 гг. русская мина была принята на вооружение многих иностранных флотов. Якорные мины стали на-

дежным средством для защиты портов и гаваней от нападений вражеских кораблей. Они также применялись для активных минных постановок у баз противника. Однако стало очевидным, что в боевых действиях на море необходимо не только оборонительное оружие. Флоту требовалась мина, которая явилась бы наступательным оружием. В 60-х годах XIX века на вооружении ряда флотов появилась шестовая мина. К носовой части корабля прикреплялась насаженная на длинный шест мина. Для атаки корабля противника надо было подойти к нему почти вплотную и ударить миной в борт. Однако взрыв мины был опасен и для атакующего судна.

После поражения в Крымской войне по Парижскому мирному договору, действовавшему в 1856-1871 гг., Россия была лишена права иметь военный флот на Черном море. По предложению С.О. Макарова в декабре 1876 г. пароход РОПиТ "Великий князь Константин" был переоборудован под транспорт для четырех минных катеров. Кроме катеров на вооружении парохода были собственные шестовые мины и артиллерия. Особенно важным было устройство для быстрого спуска и подъема катеров. Чтобы ускорить подготовку машин катеров их сначала прогревали паром из котлов парохода, а затем заправляли кипятком, что позволяло сократить время на подготовку силовых установок катеров с двух часов до 15 минут. Для повышения мореходности катеров Макаров предложил 12-метровые минные шесты держать в специальных уключинах вдоль бортов. Во время атаки с помощью системы рычагов шест выдвигали наклонно вперед.

Чтобы обеспечить катера более мощным оружием, Макаров разработал буксируемую "мину-крылатку" с зарядом пороха массой 48 кг. Своё название она получила за специальные крылья, отводившие мину в сторону, не позволяя ей идти в кильватер катеру. При длине буксира 35...40 м мина отклонялась на 30...40° от диаметральной плоскости катера-буксировщика. Направление движения мины зависело от скорости катера и натяжения буксирного троса, что требовало от моряков значительных навыков, но экипаж подвергался меньшей опасности. Контактный автоматический взрыватель заменили электрическим запалом.

Уже 30 апреля 1877 г. состоялась первая ночная атака минных катеров. Командиру "Чесмы" Зацаренному удалось подвести мину-"крылатку" под машинное отделение стоявшего на Батумском рейде турецкого парохода, но электрический взрыватель не сработал, и всем четырем катерам пришлось вернуться на корабль-базу без результата. Следующая атака произошла на Дунае через две недели, когда в Мачинский рукав Дуная прошли минные катера "Джигит", "Ксения", "Царевич" и "Царевна", воору-

Авизо (устар.) - посыльное судно.

РОПиТ - Российское общество пароходства и торговли.

Репродукция с картины Л. Лагорио "Потопление катерами парохода "Великий князь Константин" турецкого парохода "Интибах" на батумском рейде в ночь на 14 января 1878 г."





Атака турецкого судна на Дунае минным катером "Шутка" (репродукция с картины А. Боголюбова)

1 фут = 12 дюймов = 304,8 мм. Таким образом, реальный калибр "двенадцатидюймовки" не равен в точности 305 мм, как обычно считают. Аналогично - калибр стандартного 152-миллиметрового, или шестидюймового, орудия на самом деле составляет 152,4 мм.

Катер "Шутка", атаковавший турецкий пароход "Эрекли" на Дунае 8 июня 1877 г.



женные шестовыми минами. В 2 ч. 30 мин. катера обнаружили турецкий монитор "Сейфи", броненосную канонерскую лодку и вооруженный пароход. Первым в атаку вышел "Царевич" под командой лейтенанта В.Ф. Дубасова. Турки попытались обстрелять катер из орудий, но безуспешно, и "Царевич" нанес удар миной в левый борт кормовой части монитора. После взрыва монитор накренился, но остался на плаву. Турки вели по катерам сильный ружейный огонь, дважды выстрелили из орудий. Однако лейтенант А.П. Шестаков, командир "Ксени", нанес удар миной под днище в центре турецкого корабля, и монитор затонул. 28 мая катера с "Константина" на рейде румынского порта Сулин взрывом "крылатки" повредили броненосец "Иллалие", а 8 июня там же потопили бриг "Османие" и три парохода. В июле "Константин" совершил три похода к Босфору, где было потоплено несколько грузовых судов. 11 октября 1877 г. катера Макарова тремя минами-"крылатками" нанесли тяжелые повреждения броненосцу "Ассари-Шевкет".

И шестовые мины, и "крылатки" были как бы привязаны к катеру, что существенно затрудняло ведение боевых действий. Изобретатели пытались разработать мину, которая под водой могла быть самодвижущимся снарядом. Первой свободной самодвижущейся миной явилось "торпедо" русского изобретателя Ивана Федоровича Александровского.

Александровский родился в 1817 г. в городе Митава Курляндской губернии. С юношеских лет он имел склонность к изобретательству. После окончания Митавского технического училища будущий изобретатель переехал в Петербург, где занимался в Академии художеств. Его работы становятся популярными. В дальнейшем он увлекся фотографией и достиг положения придворного фотографа. Однако увлечение техникой и изобретательством было сильнее.

Самым крупным изобретением Александровского была подводная лодка, строительство которой завершилось в 1865 г. Александр II, посетивший лодку в 1866 году, признал, что "чрезвычайно умно придумано". Спустя несколько дней "Высочайшим приказом по Морскому ведомству" изобретатель был награжден орденом Св. Владимира 4-й степени и зачислен на службу вольным механиком в чине титулярного советника с мундиром и годовым жалованьем 5000 рублей. Создавая подводную лодку, Александровский думал об оружии для нее, не требующем сближения с целью вплотную, и в 1865 г. представил управляющему Морским ведомством адмиралу Н.К. Краббе проект самодвижущегося торпедо.

Он писал, что "сущность торпедо ничего более, как только копия в миниатюре с изобретенной мною подводной лодки. Как и в моей подводной лодке, так и в моем торпедо главный двигатель - сжатый воздух, те же горизонтальные рули для направления на желаемой глубине... с той лишь разницей, что подводная лодка управ-

ляется людьми, а самодвижущееся торпедо... автоматическим механизмом. По представлению моего проекта самодвижущегося торпедо Н.К. Краббе нашел его преждевременным, ибо в то время моя подводная лодка только строилась". Александровский объявил о своем изобретении за год до англичанина Роберта Уайтхеда.

Получив отказ, изобретатель не пал духом и продолжал заниматься испытаниями подводной лодки. После неоднократных успешных испытаний лодки он снова представил проект своей торпеды в 1868 г. В России уже было известно о торпедах Уайтхеда, сообщение о которых было в январском номере "Морского сборника" за 1868 год. Во время одного из своих посещений Н.К. Краббе сообщил Александровскому об изобретенной в Австрии подводной самодвижущейся мине, на что Иван Федорович ему ответил, что подводная мина уже давно им придумана.

В 1869 г. руководство Морского министерства приняло следующее решение по второму предложению Александровского: "Дабы не стеснять в исполнении автора, изобретателю разрешается создать торпеду на собственные средства с последующим возмещением". Испытания подводной лодки поглощали все время Александровского, и к изготовлению торпед он смог приступить лишь в 1873 г. Работы проводились вручную в одной из частных мастерских на Казанской улице. К началу 1874 г. было подготовлено два опытных образца.

Торпеды Александровского представляли собой сигарообразные снаряды с притупленной носовой частью. Они были сделаны из листового железа толщиной 3,2 мм. Одна торпеда была калибром 610 мм и длиной 5,82 м, другая - 560 мм и 7,34 м, соответственно. Источником энергии в обоих образцах служил сжатый воздух, для которого внутри корпуса имелся специальный резервуар объемом 0,2 м³, рассчитанный на рабочее давление 60 атм. Для равномерного движения торпеды давление снижалось редуктором до 5...10 атм. Двигателями в торпедах были одноцилиндровые машины двойного действия с прямой передачей на вал. Точность хода по направлению достигалась вертикальными стабилизаторами, по глубине - водяным балластом.

Первые испытания, проведенные в 1874 г. с неполным давлением сжатого воздуха, показали, что торпеды трижды проходили расстояние в 2500 футов с большой точностью, имея на отрезке 1000 футов начальную скорость 8 узлов, а конечную - 5 узлов. Дальнейшие стрельбы, проводившиеся с полным давлением вплоть до окончания навигации, выявили, что главный недостаток торпеды - ее малая скорость, составившая 6...8 узлов на дистанции 2...2,5 км. Она была тяжелой, громоздкой и по своим характеристикам уступала торпедо Уайтхеда. С учетом этого Морское министерство поручило Александровскому создать новую усовершенствованную подводную самодвижущуюся мину и изготовить ее в слесарной мастерской Нового Адмиралтейства к 15 марта 1875 г. Сроки изготовления новой торпеды были нереальны. Александровский при содействии начальника минного отряда контр-адмирала К.П. Пилкина выдал Кронштадтскому пароходному заводу заказ "на мелкие исправления к старой мине". На испытаниях 1875 г. была достигнута скорость 10...12 уз. Однако Новое Адмиралтейство сорвало установленные сроки, и новая торпеда была готова лишь к концу 1875 г. Внешний вид ее и конструкция корпуса почти не изменились: калибр 610 мм и длина 6,1 м. Ос-

новые изменения состояли в установке более мощного двухцилиндрового двигателя и замене устройства регулирования глубины хода с водяным балластом на работающее от гидростатов. В составе торпеды было четыре части: зарядное отделение, отделение носового гидростатического аппарата с горизонтальными рулями, резервуар сжатого воздуха с редуктором и отделение с двигателем и гидростатом, управляющим кормовыми горизонтальными рулями.

Однако испытания новой торпеды в 1876 г. не состоялись, поэтому Морское министерство, признав предыдущие испытания малообнадеживающими и учитывая назревавшую войну с Турцией, было вынуждено рассмотреть сделанное в 1873 г. предложение Уайтхеда о поставке его торпед для русского флота. В начале 1876 г. на завод Уайтхеда в Австро-Венгрии выехала комиссия, в состав которой входил и Александровский. На акте комиссии с рекомендацией о приобретении торпед стояла и его подпись.

За рубежом попытку создания мины с двигателем предпринял фрегаттен-капитан австрийского флота Луппис, которому достались чертежи умершего в 1859 г. австрийского офицера, фамилия которого осталась неизвестной. Идея корабля-снаряда увлекла Лупписа, и в 1860 г. он изготовил действующую модель, приводившуюся в движение пружинным механизмом наподобие часового и управляемую с помощью двух длинных тросов. Пять лет работы не приносили желаемого результата, так как модель упорно не слушалась хозяина, технические знания которого оставляли желать лучшего. Однако посланный в 1864 г. на завод морских машин в Фиуме для приемки заказа для флота, Луппис взял с собой чертежи неизвестного изобретателя, чтобы попросить помощь у владельца завода, англичанина Роберта Уайтхеда...

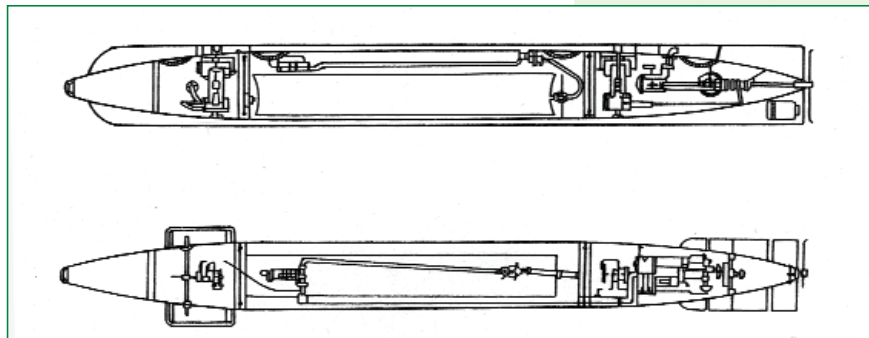


Схема торпеды И.Ф. Александровского образца 1875 г.

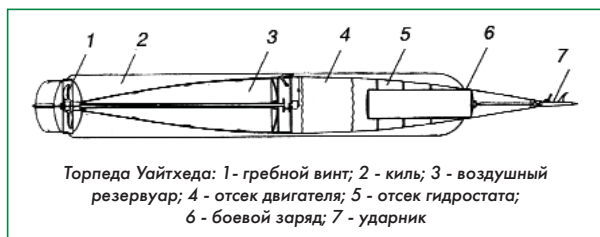
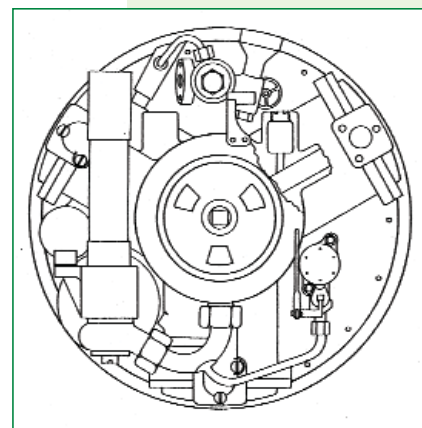
гараобразный корпус длиной 3,53 м и калибром 355 мм. В передней части ее помещался заряд из 18 кг пороха. Двухцилиндровый пневматический двигатель работал на сжатом воздухе, поступавшем из резервуара под давлением 25 атм. Со скоростью 6 узлов торпеда преодолевала 200 м. Особой частью торпеды было устройство, обеспечивающее постоянство ее хода на заданной глубине, которое управляло горизонтальными рулями. В устройстве были соединены реагирующий на изменение глубины гидростатический аппарат и чувствительный к дифференту маятник. Долгое время оно называлось "секретом Уайтхеда". Испытания также показали, что взрыв заряда пироксилина массой 20 кг на глубине около трех метров образует пробоину площадью около 9 м². Уайтхед увеличил массу заряда до 27 кг и предложил торпеды австрийскому флоту и право на полное и единственное владение ее секретом за 50 тысяч фунтов стерлингов. После переговоров сошлись на 20 тысячах. Уайтхеду предоставлялось право продавать торпеды другим странам.

Работа над проектами торпед велась также в ряде стран. Так, американский адмирал А. Хоуэлл в 1870 г. предложил свой вариант. Его первая торпеда с инерционным двигателем имела дальность действия лишь 182 м. Хоуэлл использовал насаженный на вал внутри торпеды маховик массой 60 кг, которому за минуту до пуска от паровой или электрической машины передавался мощный импульс, обеспечивавший разгон до 10 тысяч оборотов в минуту. Постоянную скорость торпеды поддерживал специальный регулятор, увеличивавший шаг гребных винтов. После доработки торпеда калибром 360 мм имела длину 3,4 м, заряд взрывчатки массой 45 кг и проходила 500 м со скоростью 15,6 узлов. Гироскопический эффект от вращения маховика позволял четко выдерживать заданный курс. Торпеда была бесследной и стоила в два раза меньше снаряда Уайтхеда. Сравнительные испытания показали, что при 250 пусках торпед Хоуэлла и Уайтхеда первая обеспечивала 98 % попаданий, а вторая - только 37 %.

Уайтхед усовершенствовал свое изобретение, и к 1876 г. его торпеда калибром 355 мм имела заряд в 36 кг и преодолевала 370 м со скоростью 20 узлов. Флоты ведущих морских держав приняли самодвижущуюся мину на вооружение. Австрия сделала это в 1871 г., Англия и Франция - в 1872 г., годом позже - Германия и Италия. Эти страны приобрели патенты на изобретения Уайтхеда и наладили свое собственное производство торпед.

В России производство торпед по лицензии Уайтхеда началось в 1884 г. на Обуховском заводе, заводе Лесснера и в мастерских Николаевского порта. До этого момента на вооружении флота имелись только торпеды, закупленные за рубежом.

Трехцилиндровый двигатель торпеды образца 1876 г. со "звездным" расположением цилиндров



Торпеда Уайтхеда: 1 - гребной винт; 2 - киль; 3 - воздушный резервуар; 4 - отсек двигателя; 5 - отсек гидростата; 6 - боевой заряд; 7 - ударник

Уайтхед родился в 1823 г. в английском графстве Ланкашир. В 14 лет он отлично закончил школу в Болтон-ле-Мур. Влечение к технике заставило его уехать в Манчестер, где он шесть лет работал на заводе и одновременно учился в Механическом институте, по окончании которого уехал во Францию. После трех лет работы чертежником на заводе в Марселе Уайтхед перебрался в Милан и работал там конструктором шелкопрядильных машин. Его изобретения позволили значительно улучшить машины и принесли ему деньги и известность. Два года он проработал главным конструктором на заводе в Триесте, затем стал директором другого завода в этом же городе, выпускающего машины для австрийского флота. В 1858 г. он становится владельцем завода в портовом городе Фиуме (ныне Риека), главным заказчиком было военное министерство. Со временем количество заказов уменьшалось. Уайтхед уже думал о закрытии завода, но подключение его к разработке идеи Лупписа резко изменило направление работ. Он начал воплощать эту идею в чертежи и расчеты, сразу оценив ее перспективность.

Уже через два года, в 1866 г., была изготовлена из листового железа первая торпеда (название - от латинского *torpedo marke* - электрический скат), имевшая си-

ВЕК ПАРА. МАШИНЫ ТРОЙНОГО РАСШИРЕНИЯ (ТРОЙНИКИ)

Виктор Сергеевич Шитарев, капитан дальнего плавания

Появлению паровых поршневых машин тройного расширения пара способствовало стремление инженеров к дальнейшему наращиванию мощности, экономичности и повышению коэффициента полезного действия паровых машин. Так появился на свет трехцилиндровый компаунд с одним цилиндром высокого (ЦВД) и двумя цилиндрами низкого давления (ЦНД). Машина хорошо работала, когда судно шло полным ходом, но на малом и, особенно, на самом малом ходу второй ЦНД работал плохо, практически не увеличивая мощности машины. Поэтому было решено средний ЦНД заменить цилиндром среднего давления (ЦСД). Так получилась машина с тройным расширением пара. Часто механики ее называли просто - тройник.

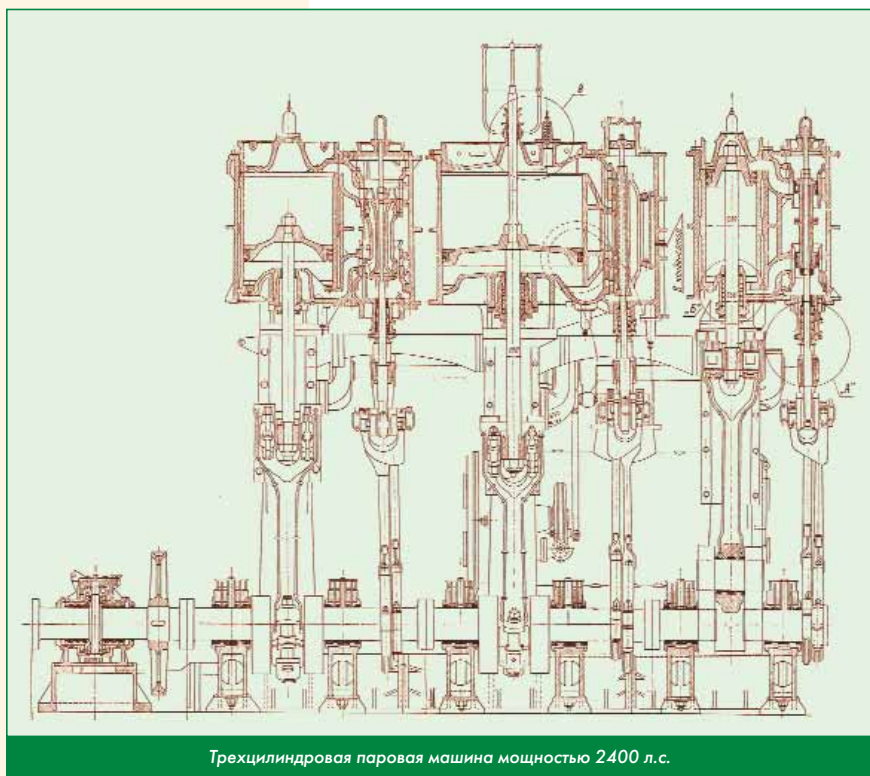
Надо отметить, что в течение XIX века проектировщикам удалось добиться заметных успехов в деле совершенствования паровых поршневых машин. Вот конкретные примеры. В 1820 году удельная масса составляла 800 кг/л.с., а удельный расход топлива - 6,0 кг/(л.с.ч). Сведения о максимальной агрегатной мощности отсутствуют. В 1850 году эти характеристики выглядели уже заметно лучше - соответственно 180...300; 4,8...6,0; максимальная мощность машины 1000 л.с. В 1870 году удельная

масса уменьшилась до 120...200 кг/л.с., удельный расход топлива - до 1,1...1,8 кг/(л.с.ч). В 1890 году значения соответствующих параметров составляли 60...120 и 0,7...1,1, а максимальная агрегатная мощность достигла 17 500 л.с.

Увеличивалось и водоизмещение судов, для которых предназначались паровые машины. Так, построенный в 1903 году на штеттинской судовой верфи "Вулкан Верфт" для судовладельца "Норддейтчер Ллойд" трансатлантический лайнер "Кайзер Вильгельм Второй" имел водоизмещение 19 215 т, его длина составляла 215,48 м, ширина 21,96 м, осадка 8,84 м, а брутто регистровый тоннаж - 20 000 регистровых тонн. Этот гигант приводился в движение с максимальной скоростью 23,5 узла двумя паровыми поршневыми машинами мощностью по 22 000 и.л.с. и брал на борт 1888 пассажиров. Размеры его машин впечатляют: длина - 22 м, высота - 12,8 м; скорость хода поршня не превышала 3 м/с. Такие лайнеры работали на линии Европа - Америка, поэтому судовладельцы были весьма заинтересованы в увеличении их скоростных возможностей.

Но иметь скоростные суда хотели и моряки ВМФ, особенно после того, когда появилась самодвижущая мина Уайтхеда (торпеда). Ее изобретение привело к созданию нового класса боевых кораблей - миноносцев. Их основные козыри - торпедное вооружение и высокая скорость, которая компенсировала отсутствие брони. Корабли этого класса должны были иметь малые размеры (их водоизмещение составляло около 100 тонн). Для них потребовались мощные, экономичные и легкие машины. Основными недостатками миноносцев той поры были неважная мореходность, малый радиус действия, из-за чего они не могли действовать в составе эскадры боевых кораблей (основных сил ВМФ). Поэтому в начале 90-х годов XIX века встал вопрос о создании миноносцев, способных вести боевые действия в составе эскадры. Несколько позже их стали называть эскадренными миноносцами или просто эсминцами.

Главная практическая трудность заключалась в создании энергетической установки мощностью около 4000 и.л.с. В 1891 году английский инженер и предприниматель Э. Ярроу спроектировал и начал постройку для английского ВМФ эсминцев водоизмещением 220 тонн. Головной эсминец "Хэвок" показал на ходовых испытаниях скорость хода более 27 узлов. Английское адмиралтейство, не посчитавшись с интересами фирмы Э. Ярроу, разослало чертежи машин "Хэвока" различным предприятиям и за-



Трехцилиндровая паровая машина мощностью 2400 л.с.

казало на них более 40 подобных кораблей. Это стало известно командованию Балтийского флота России из донесений морского атташе в Англии капитана 1 ранга З.П. Рожественского.

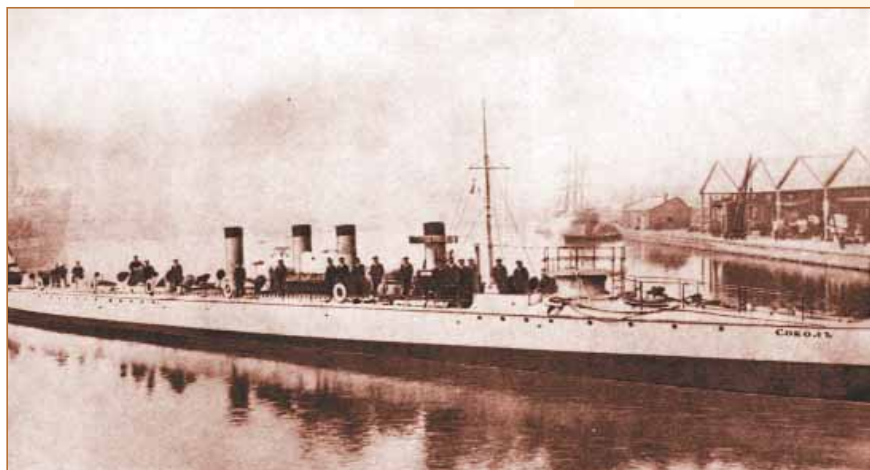
В начале января 1894 года Э. Ярроу обратился с письмом на имя начальника Главного управления кораблестроения и снабжений П.П. Тыртова, в котором сообщалось, что его фирма была бы "рада построить такое судно" для русского флота. Надо заметить, что паровые машины тройного расширения пара и паровые котлы для них были спроектированы самим Э. Ярроу. Рассчитывая на крупный заказ, он значительно усовершенствовал предлагаемый России эсминец, назначив за него цену 38 000 фунтов стерлингов. В проекте контракта на строительство впервые в мировой практике оговаривалась контрактная скорость полного хода "истребителя" (от английского *destroyer*), равная 29 узлам. Контракт на строительство "уничтожителя миноносцев" был подписан 30 мая 1894 года в Лондоне.

С учетом пожеланий заказчика эсминец должен был иметь нормальное водоизмещение 220 т, длину 58 м, ширину 5,3 м, осадку носом 1,45 м, кормой - 1,55 м, с винтами - 2,24 м. Винты были бронзовыми трехлопастными диаметром 1,98 м. Две вертикальные паровые машины тройного расширения должны были при 400 об/мин развивать суммарную индикаторную мощность 3800 и.л.с. Восемь водотрубных паровых котлов треугольного типа системы Ярроу обеспечивали давление пара 14 атмосфер, имели поверхность нагрева 96,7 м² каждый. Они размещались в двух котельных отделениях, каждые два соседних котла имели одну общую дымовую трубу высотой 3 м и диаметром 0,76 м.

Проектом предусматривались жилые помещения для 43 матросов и унтер-офицеров, четырех офицеров и командира корабля (отдельная каюта). И так, 18 января 1895 года эсминец был включен в списки флота под названием "Сокол". Предварительные ходовые испытания на мерной миле проводились 17 августа, эсминец на протяжении 2,5 ч шел со скоростью 29,35 узла. Официальные ходовые испытания состоялись 25 августа. При соблюдении всех контрактных условий "Сокол" показал среднюю скорость 29,77 узла; при этом машины давали 405 оборотов в минуту, развивая мощность 3900 и.л.с. при давлении пара в котлах 12 ати. Когда же машинам дали 418 оборотов в минуту, эсминец развил среднюю скорость хода 30,285 узла без особой форсировки котлов и механизмов.

Так впервые в мире с помощью паровой поршневой машины тройного расширения пара был покорен 30-узловой рубеж скорости хода морского судна. Благополучно совершив переход из Англии, "Сокол" 16 октября 1895 года пришел в Кронштадт, а через 10 дней был подписан акт о его приеме в казну. В последующие годы корабль, отличавшийся высокой надежностью механизмов, использовался для опытов в минном деле и обучения машинных команд строившихся эсминцев этого типа. В марте 1902 года "Сокол" переименовали в "Прыткий", однако и в дальнейшем корабль, построенные в 1896 - 1904 годах на отечественных заводах по его чертежам, продолжали называть эсминцами типа "Сокол".

До начала Первой мировой войны "Прыткий" плавал в составе VI дивизиона минной дивизии Балтийского флота, а затем использовался в качестве



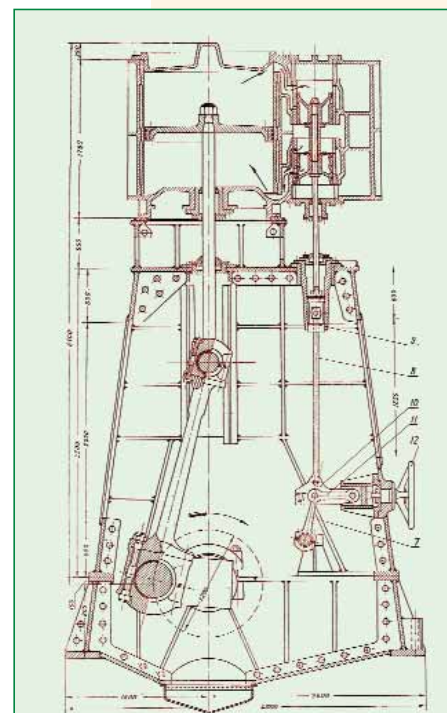
Контрминоносец "Сокол"

посыльного судна. В январе 1916 года его переоборудовали в быстроходный минный тральщик. Во втором дивизионе траления он находился до конца компании 1917 года. Летом 1918 года по указанию В.И. Ленина "Прыткий" с тремя однотипными кораблями по внутренним водным путям перегнали на Волгу в состав Волжской военной флотилии, где он был переклассифицирован в миноносец. С 31 июля 1919 года он действовал в составе Волжско-Каспийской флотилии, затем 5 июля 1920 года был передан в третий дивизион миноносцев Морских сил Каспийского моря. Корабль принимал активное участие в боевых действиях. С завершением Гражданской войны, 16 августа 1922 года "Прыткий" был исключен из списков ВМФ и сдан на слом.

Паровые вертикальные машины тройного расширения получили самое широкое распространение на всех типах морских судов. Наиболее часто они строились в трехцилиндровом варианте: ЦВД, ЦСД и ЦНД. Машины мощностью до 1000 л.с. устанавливались на морских рыболовных траулерах. Использовались такие энергетические установки и на ледокольных судах. Например, линейный ледокол "И. Сталин" имел три машины по 3800 л.с. Для отечественных пассажирских судов была спроектирована машина мощностью 6000 л.с. Грузовые суда оснащались машиной мощностью 2800 л.с. Для буксиров были созданы машины мощностью 500...800 л.с. Одним словом, ряд этих машин был весьма значительным.

В погоне за экономичностью и высоким к.п.д. машины тройного расширения строили и четырехцилиндровыми. Например, на легендарном крейсере "Варяг" стояли три "тройника" мощностью около 7000 л.с. каждый. Машины имели четыре цилиндра: один ЦВД, один ЦСД и два ЦНД. Практика их эксплуатации показала, что на малом и самом малом ходах один из ЦНД работал неэффективно. Был другой вариант: машина имела четыре цилиндра - ЦВД, ЦСД, далее устанавливали цилиндр малого давления (ЦМД), а за ним ЦНД. Но эти машины в серийное производство не пошли, поэтому давать на них какой-либо отзыв затруднительно.

В общем, паровые поршневые машины оставили свой достойный след в истории мирового морского флота.



Машина трехкратного расширения

МОНГОЛЬФЬЕР КАК ТЕПЛОВАЯ МАШИНА

Дмитрий Власенко, школа "Интеллектуал"
Михаил Будашкин, студент СТАНКИИ
Лариса Чижова, школа № 1130

Александр Роговской, школа № 1130
Илья Зайцев, школа № 1128
Александр Владимирович Ефимов, руководитель группы

До начала 20-х гг. XX века термин "воздухоплавание" обозначал передвижение по воздуху вообще. Зарождение научных основ воздухоплавания и первые попытки подняться в небо, используя законы аэростатики, относятся к XVIII веку. Как свидетельствует летопись, в России попытка подъема на большом шаре, наполненном дымом, была предпринята в 1731 г. (записки С.М. Боголепова, воспроизведенные в рукописи А.И. Сулукадзева "О воздушном летании в России с 906 лета после Р.Х."). В 1783 г. член Петербургской академии наук Л. Эйлер вывел формулы для расчета подъемной силы аэростата. В том же году французы братья Ж. и Э. Монгольфье построили аэростат, названный воздушным шаром. На этом шаре, наполненном теплым воздухом, в Париже 21 ноября 1783 г. Пилатр де Розье и д'Арланд поднялись и совершили 25-минутный полет. Позднее по предложению французского ученого Ж. Шарля воздушные шары стали наполнять водородом, подъемная сила которого более чем втрое превышает подъемную силу нагретого воздуха одинакового объема. Первый полет длительностью 2,5 ч на наполненном водородом воздушном шаре совершили Ж. Шарль и Робер 1 декабря 1783 г. Воздухоплаватели измерили давление и температуру воздуха на высоте 3400 м. В России первые полеты на воздушном шаре, наполненном водородом, совершил француз Ж. Гарнерен (он летал 20 июня и 18 июля 1803 г. в Петербурге и 20 сентября 1803 г. в Москве).

Использование тепловых шаров, да и аэростатов, практически прекратилось в середине прошлого века. И, казалось бы, навсегда, но в середине семидесятых годов XX века воздухоплавание возродилось вновь уже в виде спорта и развлечения. Сегодня мы довольно часто можем наблюдать на различных праздниках (ником образом не связанных с воздухоплаванием) одиночные или групповые полеты шаров-монгольфьеров со ставшим теперь стандартным 16-метровым диаметром оболочки. Реже можно увидеть полеты дирижаблей-монгольфьеров, которых легко узнать по периодически включаемой горелке внутри оболочки.

Теперь обратимся к некоторым определениям.

Итак, тепловая машина - устройство, преобразующее внутреннюю энергию какого-либо рабочего тела в механическую работу. Двигатель - энергосиловая машина, преобразующая какой-либо вид энергии в механическую работу.

Немного поразмыслив, легко убедиться в том, что монгольфьер можно рас-

сматривать как двигатель или как тепловую машину, работающую против силы тяжести. Попытаемся определить хотя бы в первом приближении его к.п.д., а также прояснить особенности поведения дирижаблей-монгольфьеров и предложить способы повышения их эффективности.

Как создается подъемная сила в монгольфьере? Очень просто. Находящийся в оболочке нагретый воздух имеет плотность меньшую, чем плотность окружающей среды. Вследствие этого возникает архимедова сила, подобная той, которая действует со стороны жидкости на корпус судна или, что более точно, на корпус подводной лодки в погруженном положении. По величине эта сила равна разнице весов холодного и нагретого воздуха в оболочке объемом V . Воспользуемся уравнением Клапейрона-Менделеева

$$P V = (m/M) R T,$$

где P - давление газа (в данном случае оно равно атмосферному);

V - объем оболочки;

m - масса газа внутри оболочки;

M - молярная масса газа (для воздуха $M = 29$ г/моль);

R - молярная газовая постоянная (8,31 Дж/(моль·К));

T - абсолютная температура газа.

Массу холодного воздуха в оболочке при температуре T_1 нетрудно определить из того же уравнения Клапейрона-Менделеева:

$$m_1 = P V M / (R T_1). \quad (1)$$

Выражение для массы нагретого воздуха при температуре T_2 имеет вид

$$m_2 = P V M / (R T_2). \quad (2)$$

Вычтем из (1) уравнение (2) и домножим левую и правую часть полученного выражения на ускорение свободного падения:

$$(m_1 - m_2) g = P V M g / R (1/T_1 - 1/T_2) = P V M g \Delta T / (R T_1 (T_1 + \Delta T)),$$

где ΔT - величина подогрева воздуха.

В левой части полученного уравнения записан вес вытесненного из оболочки воздуха. В соответствии с законом Архимеда он численно равен подъемной силе. Итак, как и следовало ожидать, подъемная сила прямо пропорциональна объему оболочки и атмосферному давлению. Кроме того, подъемная сила является нелинейной функцией величины подогрева воздуха ΔT . Если разница между подъемной силой и весом оболочки с корзиной оказывается положительной, то шар взлетает.

В клубе "Крылатское" была изготовлена целая серия шаров-монгольфьеров, отличавшихся размерами (диаметр оболочки - от 1,5 до 3,8 м). Шары использовались в качестве демонстраторов на различных выставках. В целях безопасности применялся электрический способ подогрева воздуха. Наиболее широкое распространение получил полиэтиленовый "черный шар", диаметр которого составлял 1,5 м. При демон-

Запишем уравнение Клапейрона-Менделеева дважды для двух значений температуры (T_1 - температура атмосферы на данной высоте; T_2 - температура нагретого воздуха в оболочке) и приравняем правые части (считая атмосферное давление и объем оболочки неизменными):

$$(m_1/M) R T_1 = (m_2/M) R T_2$$

где m_1 - масса холодного воздуха в оболочке;

m_2 - масса нагретого воздуха в оболочке.

Выясняется, что произведение массы воздуха на его температуру в незамкнутой оболочке объемом V есть константа:

$$m_1 T_1 = m_2 T_2.$$

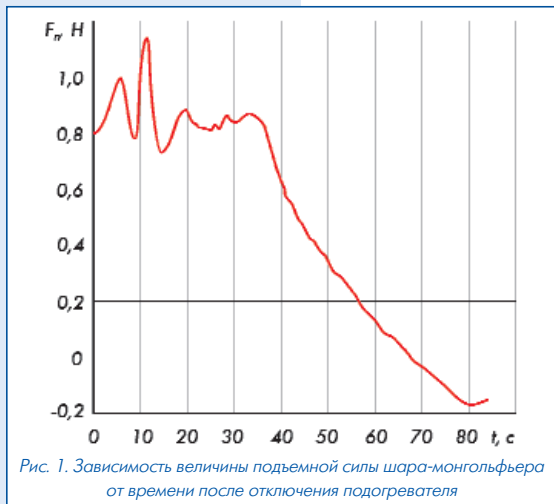


Рис. 1. Зависимость величины подъемной силы шаров-монгольфьера от времени после отключения подогревателя

страционных полетах на НТТМ-2005 такой шар наполнялся горячим воздухом и взлетал под крышу павильона на высоту примерно 10 м. Повисев некоторое время, он медленно опускался вниз по мере остывания воздуха в оболочке.

Для определения "летно-технических" характеристик шара использовался комплекс "Архимед", развернутый на базе карманного ПК Palm. Предварительно воздух внутри шара был подогрет до максимально допустимой температуры. Компьютерный комплекс позволял с помощью динамометра, подсоединенного к шару, непрерывно фиксировать изменение подъемной силы шара (за вычетом веса оболочки и корзины) во времени. Полученная зависимость показана на рис. 1.

Изменения величины подъемной силы на начальном участке (после выключения подогрева) связаны, скорее всего, с процессами теплообмена между разными слоями воздуха в оболочке. Действительно, ведь температура внутри шара неодинакова по высоте. Поэтому имеет смысл говорить о средней температуре подогрева. В среднем воздух внутри шара подогревался перед полетом на 38,4 °С. Атмосферный воздух имел температуру 20 °С, поэтому среднюю начальную температуру нагретого воздуха можно считать равной 58,4 °С. Время существования подъемной силы составило приблизительно 60 с. Если учесть время снижения шара, то общая продолжительность полета не превышала 75...80 с.

Помимо шаров большой интерес вызывал воздухоплавательный аппарат более сложной формы - дирижабль-монгольфьер. В клубе была создана и опробована модель такого аппарата. Опытным путем удалось разработать оболочку, способную поднимать не только себя, но и минимальный груз - горловину и стабилизатор. Характеристики оболочки получились такие: диаметр миделя - 1,9 м; длина 3,3 м; объем - 6,29 м³; площадь поверхности - 17,3 м².

Добившись того, что дирижабль стал летать, мы перешли к исследованиям. Задача экспериментаторов состояла в определении температурного поля внутри оболочки хотя бы в первом приближении. Кроме того, мы попытались измерить тепловой поток через поверхность и определить другие характеристики термодинамических процессов, протекающих в оболочке дирижабля-монгольфьера. Измерения проводились с помощью того же комплекса "Архимед" на базе карманного ПК Palm. Контролировалось изменение температуры в корме, верхней точке и носу оболочки в зависимости от времени при нормированном подогреве (электрическая мощность нагревателя составляла 3,5 кВт) и последующем выключении подогревателя. Результаты измерений приведены на рис. 2.

Как и предполагалось, поле температур в объеме оболочки оказалось анизотропным. Так, в кормовой части оболочки максимальная температура воздуха лишь немного превысила 38 °С, в верхней части она достигала 54 °С, а в носовой части составляла 46 °С. Встал вопрос, как объяснить разницу в температурах воздуха в корме и носу оболочки? Если вам повезет увидеть в полете дирижабль-монгольфьер, то обратите внимание, что он часто летает с дифферентом на нос или корму. Это связано с неустойчивым положением наиболее нагретого воздуха в оболочке дирижабля. Как нетрудно заметить, поверхность верхней части имеет меньшую кривизну, чем поверхность у шара-монгольфьера одинакового объема. Поэтому теплый воздух имеет возможность по тем или иным причинам перетекать либо в сторону кормы, либо в сторону но-

са. Это и вызывает соответствующий дифферент. Причем, если этот процесс возникнет, то он будет способствовать дальнейшему перетеканию теплого воздуха в тот объем оболочки, который окажется выше - возникнет своеобразная положительная обратная связь. Избавиться от нее можно, подогревая воздух в опустившейся кормовой или носовой части, что, кстати, снизит и неравномерность температуры в оболочке.

После прекращения подачи тепла температура воздуха в оболочке начинает уменьшаться, что естественно. Через оболочку в окружающую среду уходит некоторое количество тепла, величину которого можно установить, определив градиент изменения температуры по времени. Воспользовавшись простыми соотношениями, определим тепловой поток из оболочки:

$$dQ/dt = c_p m \Delta T/\Delta t,$$

где dQ/dt - тепловой поток;

c_p - теплоемкость воздуха при постоянном давлении;

m - масса воздуха в оболочке;

ΔT - изменение температуры за время Δt .

Масса воздуха в оболочке в общем случае не постоянна, так как имеется открытая горловина, но в первом приближении этим можно пренебречь.

Анализ экспериментальных значений позволил установить, что тепловой поток через оболочку исследованного дирижабля в момент выключения подогрева составлял 704 Вт. С одного квадратного метра оболочки за одну секунду в атмосферу передавалось примерно 40,7 Дж.

Данные величины ориентировочные, но они позволяют оценить то количество тепла, которое необходимо подводить к воздуху внутри оболочки для поддержания плавучести дирижабля-монгольфьера.

Измерения, выполненные с помощью водяного пьезометра, свидетельствуют о незначительном уровне избыточного давления в оболочке - примерно 2...9 мм водного столба.

Тем не менее, этот результат важен: он позволяет считать процесс изобарным и упрощает расчет условного к.п.д. дирижабля-монгольфьера. Под условным к.п.д. мы понимаем отношение величины механической работы, производимой при подъеме оболочки с воздухом на высоту h , к величине тепловой энергии, необходимой для подогрева воздуха в оболочке от температуры T_1 до T_2 :

$$\eta = (m + m_{об}) g h / (c_p m (T_2 - T_1)),$$

где $m_{об}$ - масса оболочки с горловиной и стабилизатором.

Подставив значения, присущие нашей модели дирижабля-монгольфьера, получаем значение условного к.п.д., равное приблизительно 0,4 %.

Мы планируем продолжить исследования. Требуется объяснения неодинакового поведения температуры при охлаждении воздуха в кормовой и носовой части. Разумеется, мы считаем целесообразным создание математической модели процессов, происходящих в монгольфьере.



Процесс наполнения горячим воздухом шара-монгольфьера



Модель дирижабля-монгольфьера первые испытания проходила в комнате



Еще минута - и шар поднимется в небо

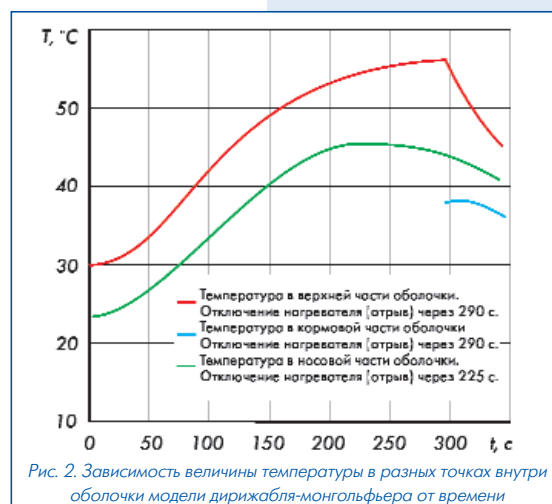


Рис. 2. Зависимость величины температуры в разных точках внутри оболочки модели дирижабля-монгольфьера от времени

"БУДУ ЛЮБИТЬ ВСЕГДА"

Анатолий Маркуша

(Продолжение. Начало в № 1 - 6 - 2005, № 1 - 3 - 2006)

Пал Василич потребовал Леху и так его понес - что из трубки дым! Мол он, Леха, - сукин сын и предатель. Пока все было тип-топ, трескал отцов хлеб, а теперь у родного отца "неустойка", так норовит из дому сбежать, отворачивается... А под конец велел: одна нога там, другая здесь! Чтобы немедленно был дома. Или пусть вообще на глаза не показывается.

- Придется идти, - сказал тоскливо Леха и сразу засобирился.

А мне сделалось его жутко жалко, но я, конечно, не стал у него на плече всхлипать и вообще демонстрировать чувства. Проводил до дверей. Попрощались мы почему-то за руку.

Леха ушел, а я думаю: как это все получается в жизни? Наверняка Пал Василич Леху любит, на свой лад о нем заботится. Может, когда свои махинации прокручивал, и для Лехи старался?

Только, видно, от неправды хорошая жизнь не получается. Ну а как узнать, где кончается правда и начинается неправда?

Вот мы, ребята, все пусть понемногу, а врем.

Кто причаает и кто вынуждает? Серьезный вопрос. И если не обманывать себя, надо ответить так: первыми заставляют нас уклоняться от истины взрослые. Возьмем того же Леху. Сам слышал, как отец велел ему объяснять кому-то по телефону, вроде он в командировке, вроде домой вернется дней через десять... А когда учитель требует: "Немедленно отвечай, кто набезобразничал? Кто подбил всех с урока смотреться?" Что нам остается, если не врать и выкручиваться... Вот и получается, жизнь идет в дробях: четверть правды, половина, а когда, например, ноль целых восемь десятых правды, так это же о-го-го сколько считается!

Мне Пал Василич всегда не нравился, теперь и подавно. Но Леху мне жалко. Все-таки в Лехе хорошего куда больше, чем плохого. Судите сами: жадности в Лехе ноль! Злости, не считая отдельных редких вспышек, совсем мало. Товарища он не заложит. Что обещает, обязательно исполнит. Хитрован? Это есть. А как он к хитрованству своему пришел? Я не думаю, что у папаши научился магнитофонными записями торговать или эти нелегальные фотографии печатать, но влияние дома, уверен, сказалось! Теперь он сильно переживает, думаю, не только за отца, но и за себя тоже...

Некоторые, не моргнув, говорят: доктором хорошо, а водопроводчиком гораздо хуже; другие считают: сварщиком отлично, а закройщиком - не дай бог! Это ерунда! Почему? А вот почему: сапожник-художник - прекрасно, а художник-сапожник - никуда не годится. Объяснить короче невозможно.

Вот мой отец, он шофер. Пусть первого класса, пусть еще и дальнбойщик - на международных линиях ездит, в глазах очень многих людей он только водитель, современный извозчик, так сказать. Но я отца на двух академиков не променяю! И не потому только,

что родитель. Отец человек справедливый, живет исключительно по правде, никогда меня не унижает, мы с ним вроде товарищи. Конечно, я у него спрашивал: почему он такую профессию выбрал?

- А какая разница, что за работа у человека? - ответил вопросом на вопрос отец. - Важнее в сто раз, какой человек сам.

Знаю: в детстве папа собирался стать летчиком. Очень ждал, когда дорастет. А дорос - и все лопнуло: не прошел медицинскую комиссию авиационного училища. Тогда и рванул в шоферы. Почему именно в шоферы, он объясняет просто:

- Мне нравится движение. В дороге водитель один - ты и шоссе. Это здорово! Едешь - думаешь о чем хочешь, никаких над тобой погонял, никаких начальников, если не считать инспекторов ГАИ. Пусть шофер - не летчик и почета нам меньше, но все равно - общего много. Мы работаем в аналогичных системах: человек - машина. И самое главное - эта работа мне по характеру.

Что же получается? Если хочешь хорошо, как говорят, удачно выбрать профессию, надо сперва узнать свой характер. А иначе могут не сойтись твои данные и требования ремесла...

Какой, например, характер у меня? Сразу скажу: на отцовский совершенно не похож. Папа спокойный, выдержанный, а я не только заводной, но даже психоватый. Одна мама знакома говорит про меня - дитя своего века! И всегда за меня заступается, дескать, это не он "искрит" - это нервы играют! Мило. Но от этого не легче. Надо что-то с собой делать. Понимаю, - но как?

Ребята часто обещают: с первого числа или с Нового года начинаю заниматься физзарядкой, бросаю курить или буду по двадцать пять немецких слов в день учить. Это детство, и первое число или даже Новый год тут совершенно ни при чем. Даты - мелкая хитрость, а на самом деле обыкновенная оттяжка. Решил - так давай! Цель назначил? Командуй себе: ша-а-агом марш! И выше ножку, тверже шаг! А остановился, лень идти - в шею себя, в шею. Да-а, сам себя в шею!

Большинство ребят про то, как будет в жизни, не очень охотно разговаривают, а если кто и говорит, получается, что будущее само по себе, а мы сами по себе. И остается неясным, где и когда должна происходить стыковка между нами и светлым будущим...

- А-а-а, не бери в голову! - махнул рукой Леха, когда примерно такой разговор у нас, между прочим, после классного часа получился. - Никто ни от чего не разваливается... Все так или иначе приспосабливаются.

- Это правильно. Не стоит философию разводить, - сказала Оля. - Делай свое дело и радуйся - жив!

Примерно дня через три или четыре, после урока физкультуры, Мурад Саидович вдруг предлагает:

- Дамы и господа, леди и джентльмены, у кого есть желание посетить со мной, - называет число, - музей пожарной охраны?

Никто от Мурада Саидовича такого не ожидал. Аплодисментов, как нетрудно догадаться, по этому случаю не последовало. Но в назначенный день Дима Аверкин, Крохина, Миша Вольнов, мы с Олей и Валька Сажина составили временный коллектив энтузиастов пожарного дела. Во-первых, я думаю, никто особенно не спешил после школы домой; во-вторых, всякая возможность потусоваться лучше сидения в одиночестве, в-третьих, мне лично и, наверное, Оле, да и кому-то еще из ребят было неудобно не пойти, раз Мурад Саидович позвал. А он, между прочим, пришел в этот день в школу не в своем обычном темно-синем тренировочном костюме с тройными лампасами на обвисающих штанах, а в черной паре - так, кажется, называется это торжественное мужское одеяние? - в белой крахмальной рубашке, при модном узком галстуке. Сроду мы его таким не видели!

Валька Сажина, перестав чавкать жвачкой, не утерпела - спросила:

- А что это вы, Мурад Саидович, таким трефовым королем нарядились? Как бы вас не украли по дороге...

- Сегодня столетие со дня рождения моего отца, - ответил Мурад Саидович. - Все-таки впечатляющая дата, Валя.

Мы даже растерялись: надо или не надо поздравлять со столетием, очевидно, покойного папаши? И Ленки Коротеевой, чтобы толкнуть торжественную речь, не оказалось под рукой. Мурад Саидович уловил нашу растерянность и сказал:

- Слова не требуются, ребята, вы и так оказали мне честь, согласившись именно сегодня посетить музей, а цветы мы купим по дороге, я знаю где.

Вот так финт! В музей с цветами? Как я понимал, цветы возят на кладбище. Но прежде, чем мы доехали до музея, прежде, чем я разгадал этот странный ход нашего Мурада Саидовича, случилось еще кое-что неожиданное.

Трясемся мы в троллейбусе. Время послеобеденное, относительно спокойное, в машине, можно сказать, просторно. У светофора троллейбус тормозит, спадает шум, и все слышат высокий женский голос:

- Эти евреи - умники, в свой Израиль мотают. А кому их места в торговле? - вещает толстая тетка своей нехуленькой попутчице. - То-то и оно - хитрые армяне, как тараканы, лезут...

- Хрен редьки не слаще! - тут же поддакивает попутчица. - А русскому человеку никакого ходу...

Ехал бы я один, услышал бы такой разговор и... И ничего, просто пропустил бы мимо ушей. Я человек русский, да? Такой же, как все люди. О чем тут рассуждать? Но Мурад Саидович встал с места, подошел к теткам и тоже очень громко, чтобы все слышали, сказал:

- Неуважаемые сударыни, позвольте передать вам пламенный привет с того света от господина Геббельса!

Тетки, опешив, потешно дергаются, видно, не понимая, что им делать, а Мурад Саидович толкает дальше.

- А еще вам низко кланяется покойный Розенберг. Нет-нет, это не умотавший в Израиль жулик-завмаг из уважаемых вами жидов, ни в коем случае, а приятель и сотрудник Адольфа Гитлера. Последнее имя, полагаю, вам все-таки известно...

Первая тетка приходит в себя и рвется в бой, в контратаку, но Мурад Саидович обращается к нам и велит:

- Джентльмены, помогите, пожалуйста, сударыням покинуть салон... Только вежливо, мальчики. Сейчас остановка, вынесите их сумки - авоськи на тротуар, а фигуры они вынесут следом за имуществом сами - сударыни не расстанутся со своим. Надо очистить воздух...

Ну, а музей оказался до того чистым, что шаг ступить боязно. Все сверкало и блестело кругом - от паркетных полов до медных касок. И вообще экспонаты были замечательные, и старинные и современные... Ну, видели ли вы, например, тряпочный рукав, через который можно эвакуировать живого человека хоть с десятого этажа горящего дома? Вот то-то!

Но Мурад Саидович привел нас сюда не для того, чтобы агитировать: давайте, ребята, в пожарники! Во втором зале мы увидели большой фотографический портрет... Мурада Саидовича, то есть мы так подумали - он. Но быстро разобрались. Наш Мурад Саидович был как две капли воды похож на своего отца. Это раз. А два - отец его погиб давно, и на снимке, что хранил музей, отец был, наверное, в возрасте своего живого сына. Отец долго служил в пожарной охране, он был потомственным бойцом "огненного фронта", как торжественно сообщал стенд.

Не успели мы ступить в зал, как к Мураду Саидовичу подошла присматривавшая здесь за порядком женщина, поздоровалась за руку, пошептала и тут же приволокла вазу, уже налитую на треть водой. Нам осталось только распушить и поставить в воду гвоздики. Красные-красные, краснее огня. Интересно, в музее в такой день Мурад Саидович не строил постной физиономии, не изображал мировую скорбь, он был, как всегда, довольным и хлопотливым.

Потом, когда мы уже топали домой, Оля сказала: - А правда, хорошо, что мы пошли с ним? Мураду Саидовичу было приятно... не одному...

Мы опустили по улице Дурова к бульвару. А там, хотите - верьте, хотите - нет, гулял... слон. Настоящий, живой! Как мы поняли, из театра зверей. Театр рядом. Мне очень хотелось познакомиться с этим живым чудом, погладить хобот, но не решился.

20. Вполне отдаю себе отчет: воспоминания и мой несовершеннолетний возраст - вещи совершенно несовместимые. Ясно всякому: мемуары - утеха и дело стариков, проживших свою тысячу лет, воевавших или летавших в космос, пехом добровольшихся до полюса или под парусом перешагнувших в одиночку Атлантику. Принцип простой: отличись, будь не как все люди, доживи до такой черты, чтобы все главное у тебя осталось позади, вот тогда, берясь писать свои мемуары, и поторапливайся!

Но что делать, если в моем маленьком прошлом есть моменты, которые мне очень, невозможно как хочется включить в эту книгу?

Думаю, вы согласитесь - с человеком редко что-нибудь просто так случается. Это только говорится:



иду, тут бац - и... На самом деле, в настоящей жизни всякое бац имеет свою причину.

Мы тогда учились только в третьем классе. Зима уже кончилась. Снег превратился из белого в серый и покрылся черными плешинами грязи. Ледяная горка, с которой каталась вся школа, за какой-нибудь день стала такой блестящей и скользкой, что влезть на нее сделалось в пять раз труднее, чем скатиться. Давно прошло двадцать третье февраля (Оля подарила мне солдатскую звездочку). В школе провели праздник. Приходили шефы и показывали кино про войну... Все это прошло, и приближалась весна, а с ней - Восьмое марта.

По этому поводу вливает в класс Фаина Исааковна и объявляет своим базарным голосом:

- Все быстро достают чистые двойные... повторяю: двойные листочки в линейку! Живо, живо, живо! Все на первой странице сложенного тетрадного листа пишут... Тихо! Еще тише! Пишем на шестой... повторяю: шестой строчке сверху... Открываем кавычки, с большой буквы: "Моя мама". Закрываем кавычки. Под названием сочинение ученика или ученицы третьего класса, дальше фамилия, имя... Готово? Алексей, Дима, выгнано! Не вертись. Кирилл! Распустились... Пишем сочинение. Начинаем на первой строчке внутренней - смотрите все: вот здесь - левой страницы. Ясно? Первую, заглавную, букву рисуем в квадрате... повторяю: в квадрате два на два сантиметра и украшаем узором. Показываю на доске. Такое изображение называется...

Кто-то звучно пискнул:

- Буквица!

- Правильно, буквица, но я пока никого не спрашивала. Даманова вылезла? Вымою язык мылом, что бы не болтала лишнего!

Вообще-то вступление было гораздо длиннее, но я его сократил: главное произошло немного позже. Третий класс писал сочинение про своих мам. Каждый доказывал, что его мама самая-самая лучшая... Это мы твердо усвоили еще в детском садике. Раз мама - значит, лучше всех на свете, и по-другому не бывает.

В классе было тихо, никто не баловался, все писали... Нет, оказалось, не все. С нами училась Инга Зеликова - тощая, тихая девочка. Никто ее не замечал, никуда она не лезла, никогда не выставлялась. Спросят - ответит, а так - все молчком и сторонкой. Прицелила Инга глаза в одну точку, сидит и не пишет. Фанька ее засекала и подкатывает:

- Почему не пишешь, Зеликова? В чем дело? Время идет! Все сегодня должны написать очень хорошие сочинения, теплые и сердечные, чтобы я смогла на родительском собрании поздравить ваших мам и вручить им эти работы, как дорогой, праздничный сувенир. А ты ворон ловишь, Зеликова! В чем дело?

- Не знаю, про что писать...

- Не знаешь? И вытарацилась в

окошко... А там ничего не написано! Не знаешь, что мама - самый близкий, самый родной человек? Интересно! Кто больше всех отдавал тебе своего времени, кто не спал у твоей кровати, когда ты болела? Мама! Правильно я говорю? Правильно! Вот и пиши, пиши, как все было. Давай, Зеликова, времени мало остается.

Прошло минут пять. Фанька снова подкатывает к Ингиной парте и как рявкнет - мы аж подскочили!

- В чем дело, Зеликова? Я же сказала - работай! А ты? Почему не пишешь?

- Не знаю, что писать, - говорит Инга, а сама как смотрела в окошко, так и продолжает смотреть.

Ну, уж тут загремело, что в Бермудском треугольнике! Неблагодарная, черствая девчонка!.. Кто не находит доброго, теплое слова для родной матери, не достоин звания человека! Жаль, нет детской каторги для таких, чтобы они с утра до ночи камни ворочали, и...

Что еще ожидало недостойных на детской специализированной каторге, кроме камней, мы не узнали. Тихая, незаметная всегда Инга вышагнула из-за своей парты и двинула напряженно-деревянным шагом вдоль прохода к двери. И получилось - Инга наступает, а Фанька пятится. Это было бы смешно, если б Зеликова не выговаривала на каждом шаге: "Ненавижу, не-на-ви-жу, не-на-ви-жу!" Мы все растерялись и притихли. Такого еще в нашем классе не случалось. Что же будет?

До двери оставалось не больше трех шагов, когда Фаина Исааковна, вроде очнувшись, громыхнула:

- А ну!.. На место! Марш! И без фокусов! Зеликова, я кому говорю?

- Я не собака, - совсем тихо ответила Инга и повторила: - Не-на-ви-жу.

И сразу же двери за Ингой закрылись. Навсегда. Больше в наш третий класс она не вернулась. Мы были малы и скоро забыли Зеликову, а зря! Надо бы нам помнить и чтить. Если бы я писал мемуары на самом деле, по всем правилам, то эту малюсенькую главку назвал бы "День рождения ненависти".

По-моему, я уже говорил: чтобы жизнь для всех сделалась лучше, взрослые должны перестать просто командовать ребятами, а научиться понимать нас.

Фаина чуть не силой требовала от Инги выражения любви, теплых чувств и нежных слов в адрес матери. Так? А за неделю до этого Ингину маму в принудительном порядке поместили в больницу - лечиться от пьянства. Инга уже перебивала в разных учреждениях, где с ней разговаривали чужие люди, они решали - лишать Ингину мать прав на дочь или нет. Может, это и законно, не знаю. Но в третьем классе человеку бывает только еще десять лет... Мы же еще очень мало понимаем, мы только умеем все чувствовать!..

Хорошо, в мире есть и добрые люди. Инге помогали и соседи, и сослуживцы матери (отца в доме вообще не знали). А Фанька разорялась: кто тебе больше всех дал..., кто не спал ночей у твоей постельки... И не говорите, что учительница могла и не знать, какие обстоятельства у Инги дома. Должна знать, на то она и учительница, чтобы все понимать и учитывать.

А мемуары - штука, оказывается, не безобидная. Для меня, во всяком случае, не все люкс получилось. Пока я про Ингу Зеликову и всю эту историю вспоминал, думал, писал, Фаина Исааковна, как кость в горле, у меня торчала. Хотя теперь у нас с ней никаких дел. Она малышко дрессирует, в наш класс никогда не заходит. Но тут, на свою бе-



ду, напоролся я на Фаньку в метро. Да где! Почти на том же самом месте, где я с военным патрулем сцепился. И черт меня дергает за ниточку: смотрю на бывшую свою училку и делаю вид, будто я ее в упор не вижу. На, мол, получай за свое презрение к нам, малышне, сдачу!

И что же вы думаете? Фаина Исааковна оставалась, манит и окликает меня: "Подойди!" Что делать? Музыка во мне затихает, приближаюсь. А она на весь вестибюль - не слабо? - как тот майор, орет:

- Почему не здороваешься, Каретников?

Мог я вильнуть: не заметил, мол, извините, задумался. Но я уже признался - черт меня за ниточку потащил, и я скорчил рожу идиота и доверительно произнес:

- Тошнит меня...

- Что-о-о? Как понимать?

- Обыкновенно понимать. Как погляжу на вас..., - И я громко, по Лехиному рецепту, рыгнул на заказ.

Кто-то даже отскочил от меня. В милицию Фанька меня не сволокла, но к директору я попал.

Первым делом он спросил; что случилось?

- И по возможности, Кирилл, пожалуйста, коротко - только самую суть!

Я подумал и процитировал почти забытую Ингу Зеликову:

- Не-на-ви-жу! И объяснить короче, Матвей Семенович, не могу.

- За что, Каретников? Суть.

- Если подчиненный обижает начальника, это плохо стыдно, некрасиво и так далее, но когда начальник обижает подчиненного, это всегда подло... - Я хотел объяснить и обосновать, почему подло, но Дир сказал:

- Мысль ясна!

Кажется, он готов был согласиться со мной, но воздержался. Помолчал и спросил, напуская суровость и хмурясь:

- Что, ты считаешь, в этой ситуации должен делать я? Фаина Исааковна ставит вопрос так: или она, или ты остаешься в школе. Кого же мне сохранить?

- Наверное, тот, кто нужнее, должен быть сохранен, - сказал я. - Или можно еще иначе рассудить: от кого вреда меньше, вот того и оставить.

Дир смотрит на меня, наверное, целых двести лет. И вот-вот - это я печенкой чувствую - должен улыбнуться, но тут, как слон, врывается в кабинет Роман Абрамович, труд и завхоз, и начинает лепить:

- Вызвал... ноль - три... приступ... уже едут...

Хватануло, к сожалению, не Фаньку, а тетю Клаву - буфетчицу. Но все равно - на какое-то время Диру сделалось не до меня.

Пока он отсутствовал, пытаюсь определять, как вести себя дальше. Диру, конечно, не просто: училку как выгонишь? И меня, думаю, ему вышибать тоже не хочется, но и сделать вид, вроде ничего такого не произошло, ему невозможно...

Матвей Семенович - человек приличный, никто спорить против этого не станет: никогда не орет, старается действовать по справедливости. Вот если бы не вилял еще хвостом перед деятелями, когда они посещают нашу образцово-показательную и экспериментальную школу, совсем клевым мужиком мог наверняка быть. В чем-то мне его иногда бывает даже жалко.

Если директор школы научится сам, научит всех учеников на ухах стоять и делает из каждого Архимеда, все равно ему при жизни памятника не поставят. Как - почему? А тараканы в буфете? А ковровую до-

рожку из пионерской комнаты свистнули? А что на дверях в уборной изображено?..

Когда Дир наконец возвратился в свой кабинет, я, не дожидаясь понуканий, сказал:

- Ладно, я перед Фаиной извинюсь. Черт с ней! Но вы бы ей для пользы дела объяснили...

Слушать меня дальше Матвей Семенович почему-то отказался. "Душеспасительные наставления", как он выразился, велел оставить при себе и очень выразительно распорядился слинять, исчезнуть, улетучиться из... его кабинета. Чувствуете? Вон из кабинета - не из школы!

Все-таки Матвей Семенович с пониманием. Если меня когда-нибудь сделают министром надо всеми школами, я его возьму в первые заместители.

21. Перемена. Стою около окошка, ни про что особенно не думаю, ничего такого не ожидаю, вдруг подходит парень, вроде из десятого, и спрашивает, я ли - Каретников.

- Ну я.

- Нам Юрий Павлович говорил - ты вундеркинд, все даты помнишь и вообще можешь пол-учебника без остановки рассказывать. Это правда?

- Юрий Павлович - шутник. Мы, когда он урок ведет, всегда смеемся...

- Но он же точно говорил, что ты про все знаешь. Вот скажи чего-нибудь, хотя бы, хотя бы... например, про Врангеля. Можешь?

- Он самым главным противником революции был..., а что тебя конкретно интересует? Звали его Петр Николаевич. Был бароном. Воинское звание нужно? Генерал-лейтенант. В восемнадцатом году организовал Добровольческую армию - белую, понятно. Командовал. С двадцатого стал главкомом русской армии в Крыму, тоже ясно - белой. Из Крыма бежал за границу. Жил во Франции, в Париже, создал Российский общевоинский союз и был его председателем. Умер пятидесяти лет... Еще надо?

- Ну, ты даешь! "Петр Николаевич"! Вроде у него в родственниках записан! И ты про все вот так, с ходу граммофонить можешь? Тебе, выходит, и учиться не надо. На любой вопрос - любой ответ!

Он ушел, а мне смешно: да ничего я толком не знаю. Из головы могу, конечно, вытащить много чего, но это... как бы сказать?.. не мое, а чужое имущество, я вроде камеры хранения - берегу! Для чего, куда девать, когда использовать?.. Темновато.

Подумаете, Врангель Петр Николаевич! У нас, между прочим, и почище Врангель был - Фердинанд Петрович. Тоже барон и адмирал, знаменитейший мореплаватель! На судне "Кроткий" в кругосветку ходил. Создал Русское географическое общество, вычислил положение острова, который потом, когда в натуре обнаружили, назвали островом Врангеля, управлял русскими поселенцами в Америке. Два года был морским министром России...

В башке пошарить - так всегда можно много чего еще найти. Только для чего это мне?

Другие ребята, я просто удивляюсь, с детского садика - в моряки, и больше никуда! Или там в летчики, а кто-то совсем даже наоборот, - в артисты, в доктора... Кому, понятно, что нравится. А я никак не разберусь - куда после школы лучше двигать? Знал бы точно - можно подготовку начать, читать про свое дело, запоминать нужные сведения, научиться что-то полезное делать.

И тут меня тоже взрослые удивляют!

(Продолжение в следующем номере).



ISUAAAT 2006

XI Международный Симпозиум по нестационарной аэродинамике, аэроакустике и аэроупругости турбомашин
г. Москва, 4 - 8 сентября 2006 г.

Организатор: Центральный институт авиационного моторостроения им. П.И. Баранова.

Место проведения: Центр международной торговли - член Международной ассоциации конгрессов и конференций (ICCA) и Международной ассоциации конгресс-центров (AIPC).

Рабочий язык: английский.

Научная тематика:

- аэродинамика турбомашин;
- методы измерения нестационарных параметров течения в турбомашине;
- аэроакустика;
- численное моделирование нестационарных течений в турбомашине с экспериментом;
- аэроупругость турбомашин.

Международный научный комитет:

H.M. Atassi (США), P. Ferrand (Франция), T.H. Fransson (Швеция), J.P. Grisval (Франция), K.C. Hall (США), M. Imregun (Великобритания), R.E. Kielb (США), M. Namba (Япония), T. Nagashima (Япония), V.E. Saren (Россия), S. Zhou (КНР).

Почетные члены: D.S. Whitehead (Великобритания), J.M. Verdon (США), Y. Tanida (Япония).

Оргкомитет:

В.А. Скибин, Генеральный директор ЦИАМ - председатель,
В.Э. Сарен, ЦИАМ - зам. председателя,
Н.М.Савин, ЦИАМ,
В.Б. Курзин, Институт гидродинамики СО РАН.

Адрес оргкомитета:

Россия, 111116, Москва, ул. Авиамоторная, д. 2

Телефон: (495) 362-9323.

Факс: (495) 267-1354, 361-6696.

E-mail: isuaaat@ciam.ru,

www.isuaaat.ciam.ru



Турбомашин имеют широкое распространение в современной энергетике и промышленности благодаря разнообразию возможностей их использования.

Создание новых объектов и обеспечение современных требований к условиям их эксплуатации в значительной мере сдерживается недостатком знаний о газодинамике рабочей части при устойчивой тенденции к увеличению нагруженности элементов конструкции и роли нестационарности (периодичности) энергообмена между лопатками и потоком.

В сентябре 1976 г. по инициативе французского учёного Роберта Лежандра в Париже был организован первый Международный Симпозиум по нестационарной аэродинамике и аэроупругости турбомашин, поддержанный большинством технически развитых стран. Предстоящий симпозиум впервые будет проводиться в России.

Тематика Симпозиума выделяет круг вопросов, относящихся к процессам в проточной части компрессоров и турбин, где реализуется широкий диапазон скорости течения и содержатся источники возбуждения вибраций элементов конструкций, генерации шума и гидродинамических потерь, связанных с периодичностью потока и его взаимодействием с упругими лопатками. Несомненным достоинством Симпозиумов является традиция участия в них значительного числа специалистов из фирм, проектирующих и производящих турбомашин.

Оргкомитет публикует отдельным томом на английском языке расширенные тезисы принятых докладов в издательстве TORUS PRESS.

Графические станции Arbyte сертифицированы под Autodesk Inventor® 11

Arbyte - первый российский производитель, прошедший сертификацию Autodesk.

18 июля 2006 г. группа компаний Arbyte объявила об успешном завершении сертификации графических станций Arbyte для работы с программным приложением Autodesk Inventor® 11. Сертификацию проходили однопроцессорные графические станции Arbyte CADStation с профессиональными графическими картами NVidia Quadro FX, показавшие

лучшую производительность среди графических станций на базе процессоров Intel Pentium 4 (по данным на 14.06.2006).

Arbyte специализируется на производстве профессиональных графических станций с 2003 г. Тесно сотрудничая с производителями и поставщиками программного обеспечения CAD/CAM/CAE, Arbyte создает графические станции, отличающиеся не только производительностью в 3D-приложениях, но и уровнем комфорта работы с ни-

ми. Рост продаж графических станций Arbyte за первое полугодие 2006 г. составил 23 %.

Теперь высокую эффективность графических станций Arbyte CADStation подтверждает сертификация для Autodesk Inventor - одного из самых популярных пакетов для машиностроительного проектирования.

Подробные результаты прошедшего тестирования можно увидеть на сайте: http://www.inventor-certified.com/graphics/cert_ws.php

Соб. инф.



ARBYTE

ПАМЯТЬ

19 августа 2006 года после тяжелой болезни скончался выдающийся российский ученый доктор технических наук, профессор Эдгар Борисович Дулгаков.

По окончании МАДИ в 1952 году, Эдгар Борисович работал инженером в различных организациях, а с 1962 г. и до последних дней жизни - сотрудником ЦИАМ. Здесь, в отделении 200 он прошел путь от ведущего инженера до начальника отдела и главного научного сотрудника. В 1963 году Эдгар Борисович защитил кандидатскую, а в 1974 году - докторскую диссертации. В 1979 году ему было присвоено звание профессора. Являлся лауреатом премии им. А.Г.Ивченко.

Основная научная деятельность Эдгара Борисовича была направлена на развитие теории зубчатых передач и ее практическое применение в машиностроении. Результаты его работ, многократно примененные на практике, были изложены в монографиях "Соосные зубчатые передачи", 1987, "Теория эвольвентных зубчатых передач", 1995 и в ряде статей.

В 1993 году по его инициативе начал издаваться информационно-аналитический, научно-технический и общественный журнал ученых и инженеров "Конверсия в машиностроении", в котором за прошедшие годы были опубликованы сотни статей, касающихся наиболее острых проблем перестройки различных отраслей оборонной промышленности России с целью выпуска изделий гражданского применения.

Эдгар Борисович никогда не замыкался в науке. Он хорошо знал русскую, советскую и мировую литературу, следил за новинками, любил читать стихи, собрал прекрасную библиотеку.. Любовь к литературе позволила ему, уже будучи больным, написать в последние годы большой роман о жизни своего поколения, используя как эпизоды из собственной биографии, так и представив широкую картину различных пластов общества. Роман принят к печати одним из московских издательств.

Друзья, соратники и ученики Эдгара Борисовича надолго сохранят о нем светлую память.



GRIND-X

Okamoto

OKAMOTO PRECISION SYSTEMS

ПРЕЦИЗИОННЫЕ ШЛИФОВАЛЬНЫЕ И ДОВОДОЧНЫЕ СИСТЕМЫ

От высокоточных
инструментальных
решений
до нанотехнологий



**70 лет
инноваций
и лидерства**



Группа "Содиком-Элиском"
www.okamoto-euro.ru
tel.: +7 495 786-9841, 614-9801
725-3603, 746-2910
fax: +7 495 786-9842, 614-1842
sodicom@sodick-euro.ru

Линейные электроискровые станки

от пионера и лидера
нанотехнологий
в металлообработке



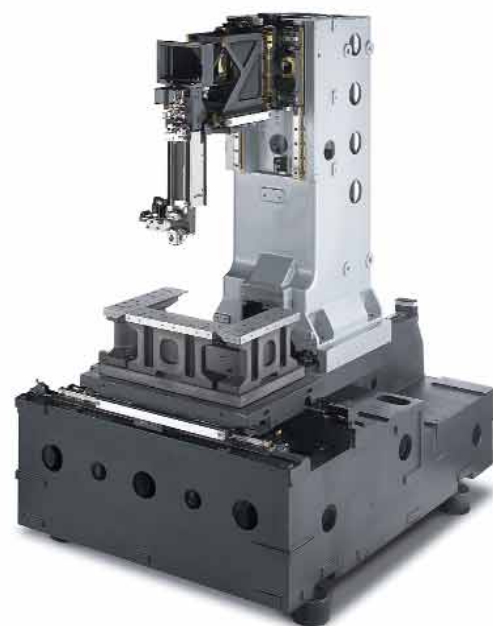
Экспонат № 1 на выставках
"РОСПРОМТЕХ"

(Москва, "Крокус Экспо", 19 - 22.09.2006 г., стенд Д1-1)

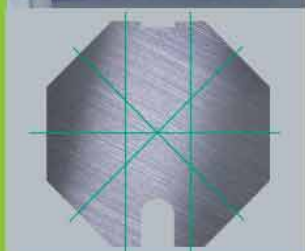
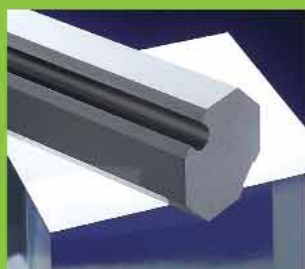
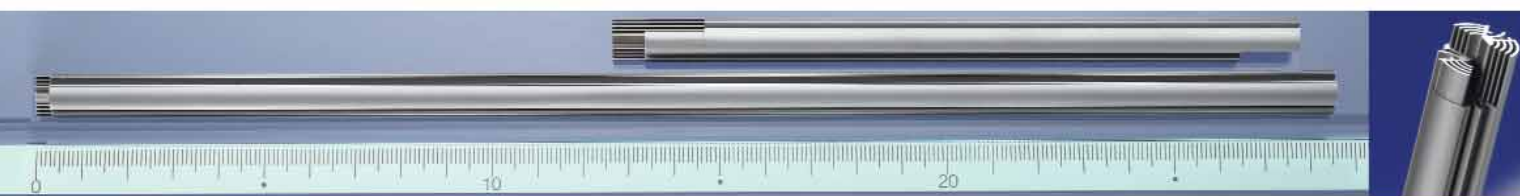
и "РОССИЙСКИЙ ПРОМЫШЛЕННИК"

(Санкт-Петербург, ВК "Ленэкспо", 25 - 28.09.2006г., павильон №7)

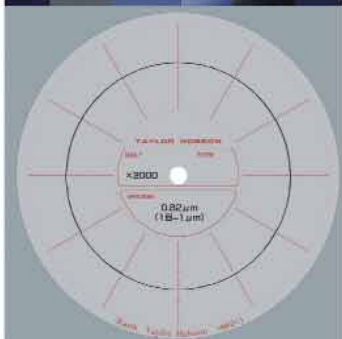
- ✓ Линейные приводы по осям XY и UV
- ✓ Линейные датчики 10 нм (0,01 мкм)
- ✓ Керамическая рабочая зона
- ✓ Шероховатость $Ra=0,1$



Sodick *Premium* **AQ327L**



Круглость = 0.82мкм!
сталь SKD-11, t=40мм;
проволока диам. 0,2 мм



верх середина низ

1	20.001	19.999	20.001
2	20.000	20.000	20.001
3	20.001	19.999	20.001
4	20.002	20.001	20.002
5	20.002	20.001	20.002

Q³vis - впервые!!!
3D CAD/CAM
в ЧПУ ЭИ станка

