Журнал выходит при информационной поддержке АМО ЗИЛ, ОАО "КАМАЗ", РУП "МАЗ", УП "МЗКТ", АЗ "Урал"

Учредитель
Открытое акционерное московское общество "Завод имени И. А. Лихачева" (АМО ЗИЛ)

Главный редактор
генеральный директор
Управляющей организации АМО ЗИЛ
К. В. Лаптев

Зам. главного редактора
И. А. Хороманская

Редакционный совет

Д. Х. Валеев
М. С. Высоцкий
А. П. Гурченко
А. В. Дмитриевский
В. А. Зорин
Н. А. Иващенко
А. Л. Карунин
Л. Г. Красневский
В. В. Корсаков
Ю. В. Кудрявцев
А. С. Кузнецов
В. Г. Мазепа
В. А. Марков
В. Ф. Платонов
А. П. Ракомсин
Г. Н. Рейзина
Е. Л. Рыбин
Г. А. Синеговский
А. Ф. Синельников
В. С. Устименко
Х. А. Фасхиев

Корпункты:
в Республике Беларусь (г. Минск), Я. Е. Карповский
Тел.: (10-375-17), 238-10-33, 217-90-38
в Украине (г. Харьков), В. Г. Дьяченко
Тел. (10-380-572) 707-68-48

Журнал зарегистрирован в Министерстве РФ по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций. Свидетельство о регистрации ПИ № 77-3346 от 10 мая 2000 г.

Адрес редакции
107076, Москва, Стромынский пер., 4/1
Тел.: (495) 269-49-97
E-mail: grouzovik@mashin.ru
http://www.mashin.ru

Адрес издательства
107076, Москва, Стромынский пер., 4/1
Тел. (495) 268-38-58

Подписной индекс
по каталогу "Роспечать" 72145,
по объединенному каталогу "Пресса России" 41302,
по каталогу "Почта России" 60262

© ОАО "Издательство "Машиностроение", "Грузовик &", 2008
Перепечатка материалов из журнала "Грузовик &" возможна при обязательном письменном согласовании с редакцией журнала. При перепечатке материалов ссылка на журнал "Грузовик &" обязательна.

За содержание рекламных материалов ответственность несет рекламодатель.

Грузовик &
с приложением

Ежемесячный научно-технический и производственный журнал
Выпускается с 1996 г.

В НОМЕРЕ

Конструкция

2 *Автомобили* КАМАЗ-5360, 53605, 5460, 6460, 6520, 65201 (Продолжение)

6 *Антипенко В. С., Лебедев С. А., Бородин В. С., Афанасьев С. Г.* Конструкция передвижного пускового устройства с энергоблоком

9 *Лепешкин А. В., Катанаев Н. К.* Описание скоростных характеристик двигателя

Исследование. Расчет

12 *Ходес И. В., Дербенцев А. Н., Пугачев С. Н.* Влияние подвески на управляемость АТС

16 *Бабурченков М. Ф.* Исследование технологических остаточных напряжений

Надежность

23 *Козловский В. Н., Малеев Р. А.* Анализ надежности электростартеров современных легковых автомобилей

Технология

25 *Михайлов В. А., Шершаков Н. А.* Моделирование технологической системы с управлением контроллером с нечеткой логикой

27 *Солоницын Б. М., Клепиков В. В.* Особенности подготовки колес с внутренними зубьями под шевингование

29 *Михайлов В. А., Шершаков Н. А.* Современные информационные технологии при конструкторско-технологической подготовке производства

33 *Солоницын Б. М., Клепиков В. В.* Повышение качества обработки зубчатых колес при шевинговании

35 *Солоницын Б. М., Клепиков В. В.* Особенности чистовой обработки закаленных зубчатых колес

Экономика

37 *Фасхиев Х. А.* Обеспечение конкурентоспособности изделий автостроения при разработке

Информация

46 *Ракетомобили*

49 *Дьячков А. Н., Щербаков В. Л.* Комплектный привод как основа модернизации станочного парка

Выставки, конференции, симпозиумы

53 *Московский* международный автомобильный салон-2008 и 4-я Международная автомобильная выставка "Интеравто"

58 *Технологические* аспекты развития современного российского автомобилестроения

63 *Развитие* российского автомобильного моторостроения

Журнал входит в перечень утвержденных ВАК РФ изданий для публикации трудов соискателей ученых степеней

11 '2008 (№ 148)

АВТОМОБИЛИ КАМАЗ 5360, 53605 5460, 6460 6520, 65201

(Продолжение. Начало см. журн. "Грузовик &". 2007, № 3—12; 2008, № 1—7, 10)

УСТРАНЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ

Внимание!

При проведении ремонта и устранении неисправностей необходимо остановить двигатель и отключить питание системы. Питание системы отключается при повороте ключа замка включения стартера и приборов в положение "Выключено" и выключения выключателя массы.

Категорически запрещается проводить сварочные работы на автомобиле при установленном электронном блоке. В этом случае электронный блок следует отключить и снять с автомобиля.

Возможные неисправности тормозной системы, причины и способы устранения

Неисправность	Возможная причина	Способ устранения
Ресиверы пневмосистемы не заполняются или заполняются медленно	Нарушена герметичность ресивера	Заменить ресивер
	Негерметичность соединений трубопроводов	Устранить неплотности в соединениях
	Нарушена регулировка регулятора давления	Отрегулировать регулятор давления
Часто срабатывает регулятор давления при заполненной пневмосистеме	Утечка воздуха в магистрали от регулятора давления до блока защитных клапанов	Устранить утечку
Неэффективное торможение или отсутствие торможения при полностью нажатой тормозной педали	Утечка воздуха в контурах I и II после тормозного крана	Устранить утечку
	Превышение допустимой величины хода штоков тормозных камер	Отрегулировать ход штоков
	Нарушение регулировки положения педали тормозного крана	Отрегулировать положение педали тормозного крана
Неэффективное торможение или отсутствие торможения стояночной или запасной тормозными системами	Превышение допустимой величины хода штоков тормозных камер	Отрегулировать ход штоков
При установке рукоятки крана управления стояночной системой в горизонтальное положение автомобиль не растормаживается	Утечка воздуха из трубок контура III, из атмосферного вывода ускорительного клапана	Устранить утечку
Отсутствие торможения при включении вспомогательной тормозной системы	Заедание заслонок механизмов вспомогательной системы	Разобрать механизм, очистить от нагара и промыть
	Утечка воздуха из магистрали вспомогательной тормозной системы	Устранить утечку

Причиной неисправности тормозной системы могут быть отказ в работе пневмоаппаратов, нарушение регулировок, а также утечки сжатого воздуха в пневмоприводе из-за негерметичности соединений трубопроводов и гибких шлангов. О негерметичности контуров пневмопривода сигнализируют зуммер и светящиеся лампы предупредительных сигналов, которые находятся на щитке приборов в блоках контрольных ламп.

При достижении давления в контурах выше 450—550 кПа (4,5—5,5 кгс/см^2) лампы должны погаснуть и одновременно должен прекратить звучание зуммер. Время заполнения ресиверов сжатым воздухом до номинального давления не должно превышать 8 мин при номинальной частоте вращения коленчатого вала двигателя.

Герметичность пневмопривода проверяется при номинальном давлении, включенных потребителях сжатого воздуха и неработающем двигателе. Места большой утечки воздуха определяются на слух. Незначительные утечки можно определить, покрывая соединения трубопроводов мыльной эмульсией.

При поиске неисправностей надо пользоваться схемами пневматического привода тормозных систем, на которых условно изображены тормозные аппараты и трубопроводы, соединяющие их.

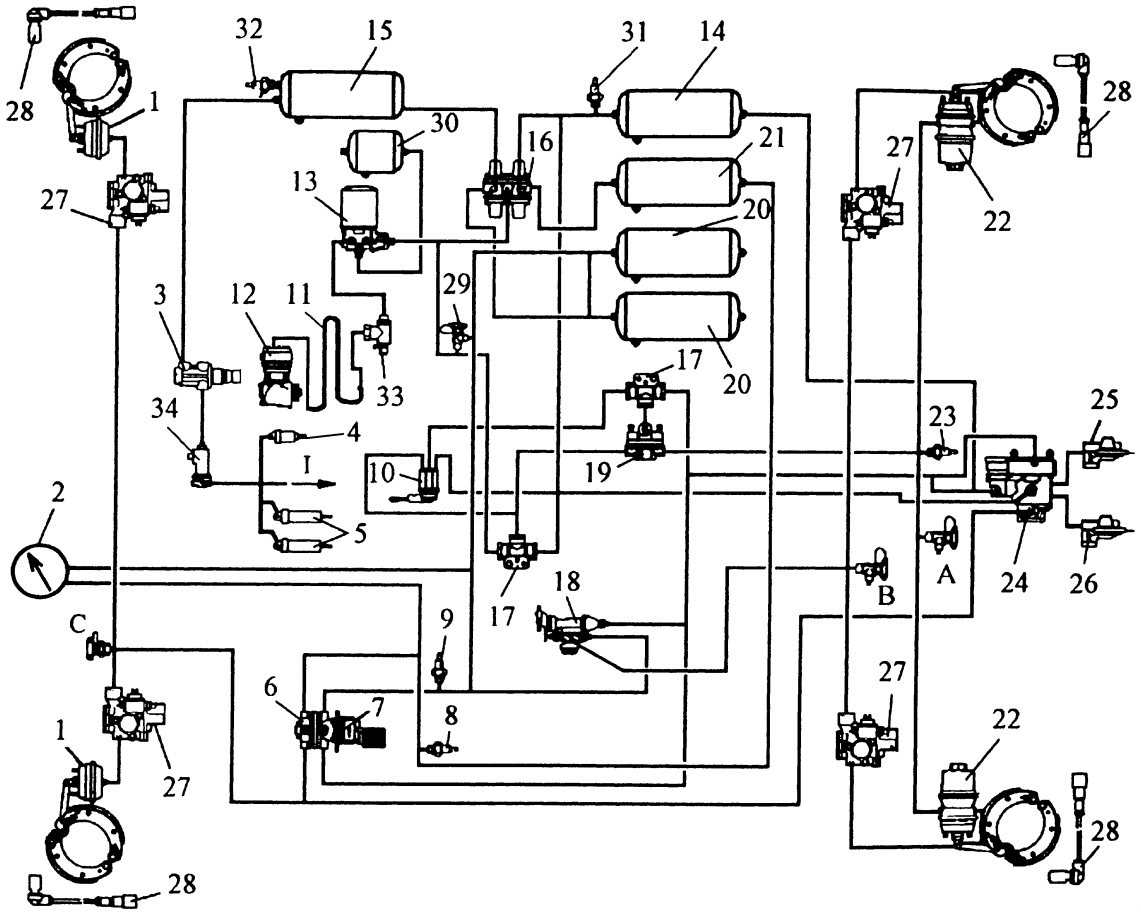
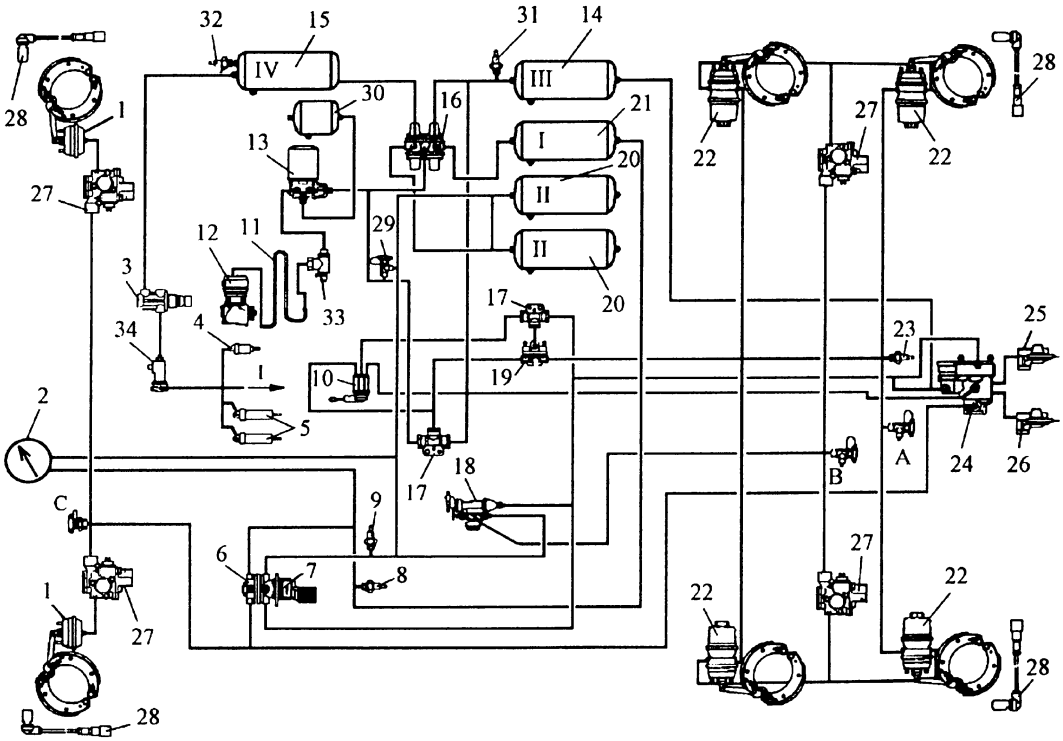


Рис. 1. Схема пневмопривода тормозных систем автомобилей КАМАЗ моделей 5360, 5460:

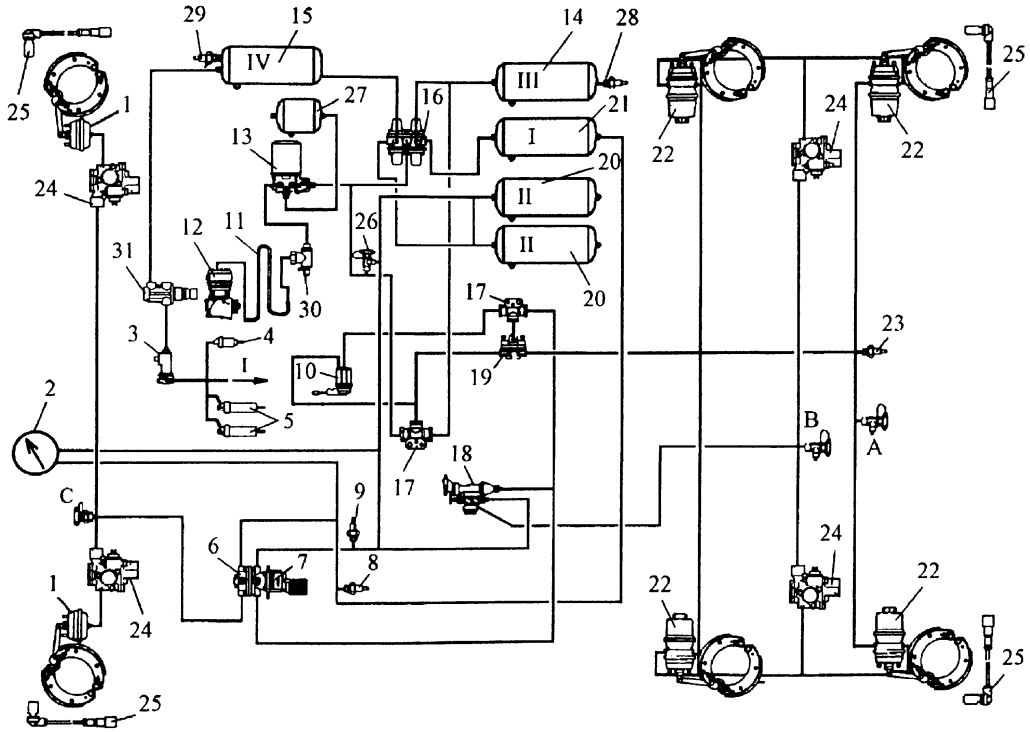
1 — передняя тормозная камера; 2 — манометр; 3 — кран управления вспомогательной тормозной системой; 4 — пневмоцилиндр привода рычага останова двигателя; 5 — пневмоцилиндр привода заслонок механизма вспомогательной тормозной системы; 6 — выключатель сигнала торможения; 7 — двухсекционный тормозной кран; 8 — выключатель контрольной лампы падения давления воздуха в контуре I; 9 — выключатель контрольной лампы падения давления воздуха в контуре II; 10 — кран управления стояночной тормозной системой; 11 — охладитель; 12 — компрессор; 13 — осушитель; 14 — ресивер контура III; 15 — ресивер контура IV; 16 — четырехконтурный защитный клапан; 17 — двухмагистральный перепускной клапан; 18 — автоматический регулятор тормозных сил; 19 — ускорительный клапан; 20 — ресивер контура II; 21 — ресивер контура I; 22 — задняя тормозная камера с пружинным энергоаккумулятором; 23 — контрольная лампа стояночной тормозной системы; 24 — клапан управления тормозами прицепа; 25, 26 — автоматические соединительные головки (питающая и управляющая); 27 — модулятор АБС; 28 — датчик скорости АБС; 29 — кран экстренного торможения; 30 — регенерационный ресивер; 31 — выключатель контрольной лампы падения давления воздуха в контуре III; 32 — выключатель контрольной лампы падения давления воздуха в контуре IV; 33 — клапан накачки шин; 34 — электромагнитный клапан; A, B, C — клапаны контрольных выводов; I — к потребителю сжатого воздуха

Рис. 2. Схема пневмопривода тормозных систем автомобилей КАМАЗ-6460 и самосвала КАМАЗ-6520, работающих с прицепом:



1 — передняя тормозная камера; 2 — манометр; 3 — кран управления вспомогательной тормозной системой; 4 — пневмоцилиндр привода рычага останова двигателя; 5 — пневмоцилиндр привода заслонок механизма вспомогательной тормозной системы; 6 — выключатель сигнала торможения; 7 — двухсекционный тормозной кран; 8 — выключатель контрольной лампы падения давления воздуха в контуре I; 9 — выключатель контрольной лампы падения давления воздуха в контуре II; 10 — кран управления стояночной тормозной системой; 11 — охладитель; 12 — компрессор; 13 — осушитель; 14 — ресивер контура III; 15 — ресивер контура IV; 16 — четырехконтурный защитный клапан; 17 — двухмагистральный перепускной клапан; 18 — автоматический регулятор тормозных сил; 19 — ускорительный клапан; 20 — ресивер контура II; 21 — ресивер контура I; 22 — задняя тормозная камера с пружинным энергоаккумулятором; 23 — контрольная лампа стояночной тормозной системы; 24 — клапан управления тормозами прицепа; 25, 26 — автоматические соединительные головки (питающая и управляющая); 27 — модулятор АБС; 28 — датчик скорости АБС; 29 — кран экстренного растормаживания; 30 — регенерационный ресивер; 31 — выключатель контрольной лампы падения давления воздуха в контуре III; 32 — выключатель контрольной лампы падения давления воздуха в контуре IV; 33 — клапан накачки шин; 34 — электромагнитный клапан; A, B, C — клапаны контрольных выводов; I — к потребителю сжатого воздуха

Рис. 3. Схема пневмопривода тормозных систем одиночного автомобиля-самосвала КАМАЗ-6520:



1 — передняя тормозная камера; 2 — манометр; 3 — кран управления вспомогательной тормозной системой; 4 — пневмоцилиндр привода рычага останова двигателя; 5 — пневмоцилиндр привода заслонок механизма вспомогательной тормозной системы; 6 — выключатель сигнала торможения; 7 — двухсекционный тормозной кран; 8 — выключатель контрольной лампы падения давления воздуха в контуре I; 9 — выключатель контрольной лампы падения давления воздуха в контуре II; 10 — кран управления стояночной тормозной системой; 11 — охладитель; 12 — компрессор; 13 — осушитель; 14 — ресивер контура III; 15 — ресивер контура IV; 16 — четырехконтурный защитный клапан; 17 — двухмагистральный перепускной клапан; 18 — автоматический регулятор тормозных сил; 19 — ускорительный клапан; 20 — ресивер контура II; 21 — ресивер контура I; 22 — задняя тормозная камера с пружинным энергоаккумулятором; 23 — контрольная лампа стояночной тормозной системы; 24 — модулятор АБС; 25 — датчик скорости АБС; 26 — кран экстренного растормаживания; 27 — регенерационный ресивер; 28 — выключатель контрольной лампы падения давления воздуха в контуре III; 29 — выключатель контрольной лампы падения давления воздуха в контуре IV; IV; 30 — клапан накачки шин; 31 — электромагнитный клапан; 32 — выключатель контрольной контрольной лампы падения давления воздуха в контуре; A, B, C — клапаны контрольных выводов; I — к потребителю сжатого воздуха

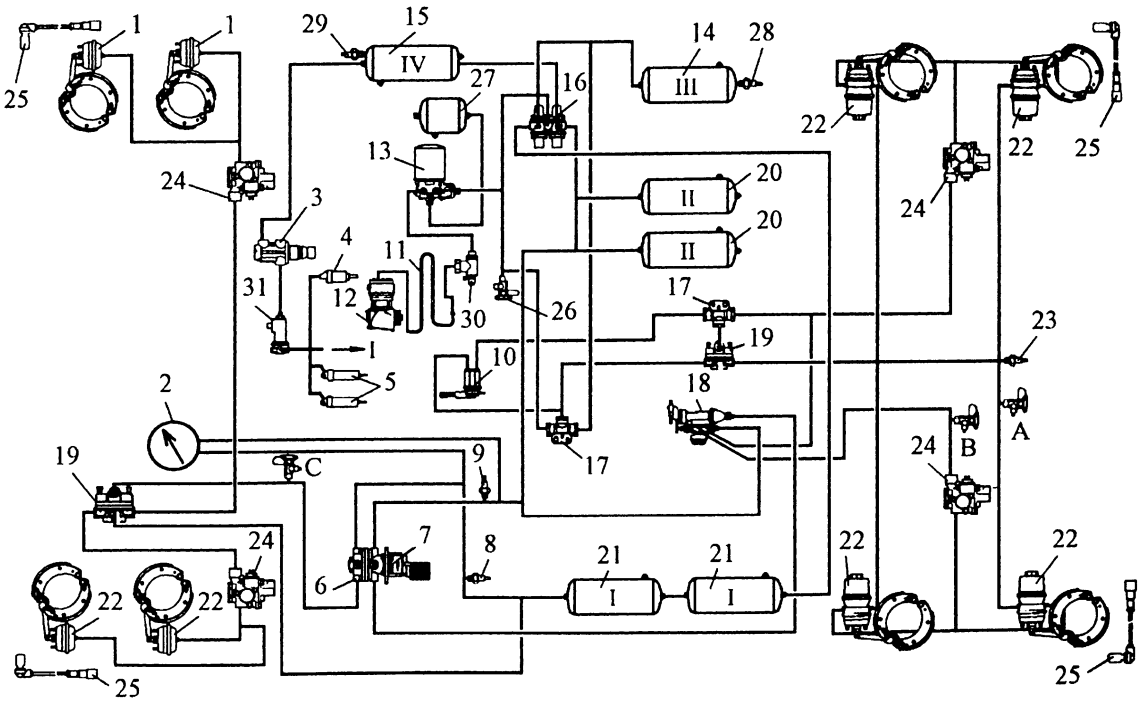
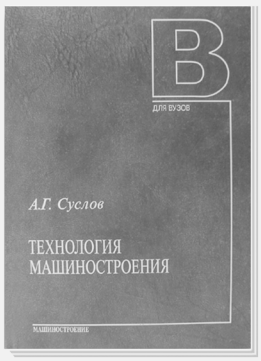


Рис. 4. Схема пневмопривода тормозных систем автомобиля КАМАЗ-65201:

1 — передняя тормозная камера; 2 — манометр; 3 — кран управления вспомогательной тормозной системой; 4 — пневмоцилиндр привода рычага останова двигателя; 5 — пневмоцилиндр привода заслонок механизма вспомогательной тормозной системы; 6 — выключатель сигнала торможения; 7 — двухсекционный тормозной кран; 8 — выключатель контрольной лампы падения давления воздуха в контуре I; 9 — выключатель контрольной лампы падения давления воздуха в контуре II; 10 — кран управления стояночной тормозной системой; 11 — охладитель; 12 — компрессор; 13 — осушитель; 14 — ресивер контура III; 15 — ресивер контура IV; 16 — четырехконтурный защитный клапан; 17 — двухмагистральный перепускной клапан; 18 — автоматический регулятор тормозных сил; 19 — ускорительный клапан; 20 — ресивер контура II; 21 — ресивер контура I; 22 — задняя тормозная камера с пружинным энергоаккумулятором; 23 — контрольная лампа стояночной тормозной системы; 24 — модулятор АБС; 25 — датчик скорости АБС; 26 — кран экстренного растормаживания; 27 — регенерационный ресивер; 28 — выключатель контрольной лампы падения давления воздуха в контуре III; 29 — выключатель контрольной лампы падения давления воздуха в контуре IV; 30 — клапан забора воздуха для накачивания шин; 31 — электромагнитный клапан; A, B, C — клапаны контрольных выводов; I — к потребителю сжатого воздуха



Суслов А.Г. **Технология машиностроения**: учебник для студентов машиностроительных специальностей вузов. 2-е изд., 2007. – 430 с., тв. пер., 70×100 1/16

ISBN 978-5-217-03371-3

Цена с НДС 440 руб.

Изложены основы и специальная часть технологии машиностроения. Основное внимание уделено обеспечению и повышению качества изделий машиностроения, снижению технологической себестоимости их изготовления, методологии разработки технологических процессов, технологии изготовления и сборки типовых деталей и соединений, оформлению технологической документации.

Второе издание (1-е изд. 2004 г.) исправлено и дополнено главой по технологии восстановления деталей машин.

Для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров и магистров «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств» и направлению подготовки дипломированных специалистов «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств».

Приобрести книгу можно непосредственно в издательстве "Машиностроение", прислав заявку в отдел реализации по факсу: (495) 269-48-97; по e-mail: realiz@mashin.ru; по почте: 107076, Москва, Стромынский пер., 4. ООО "Издательство Машиностроение". Справки по тел. (495) 269-66-00. http://www.mashin.ru

В. С. Антипенко,
С. А. Лебедев,
В. С. Бородин,
С. Г. Афанасьев,
кандидаты техн. наук

Конструкция передвижного пускового устройства с энергоблоком

Рассмотрено передвижное пуско-зарядное устройство в качестве вспомогательного внешнего источника электрической энергии при пуске ДВС автомобильной техники в полевых условиях и паркового (гаражного) хранения.

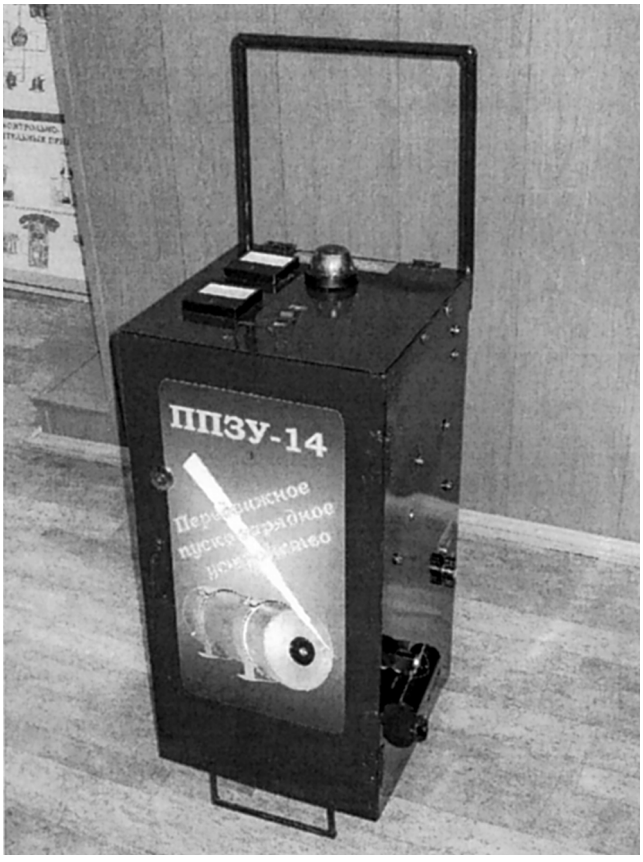


Рис. 1. Общий вид передвижного пуско-зарядного устройства ППЗУ-14

При низких температурах окружающего воздуха от минус 20 °С и ниже и большой силе стартерного тока свинцовая стартерная аккумуляторная батарея может отдавать лишь 10—15 % запасенной энергии, т. е. большая ее часть не может быть израсходована на пуск двигателя внутреннего сгорания (ДВС). При низких температурах отдача аккумуляторной батареи по энергии и мощности может снизиться на столько, что пуск ДВС становится невозможным. Это связано с резким увеличением ее внутреннего сопротивления.

Повысить частоту вращения коленчатого вала ДВС автомобиля в начальный период пуска при неизменных параметрах аккумуляторной батареи или вращать коленчатый вал с той же средней частотой при использовании этой батареи меньшей емкости позволяет подключение параллельно аккумуляторной батареи молекулярного накопителя энергии, способного быстро накапливать и отдавать накопленную энергию. Применение комбинированного источника тока, построенного по такой схеме, в пусковом устройстве позволяет сделать его мобильным и высокоэффективным.

Передвижное пуско-зарядное устройство (ППЗУ-14) предназначено для использования в качестве вспомогательного внешнего источника электрической энергии при пуске ДВС автомобильной техники (АТ) с номинальным напряжением бортовых сетей 12 В в полевых условиях и в условиях паркового (гаражного) хранения, а также для предпускового заряда аккумуляторной батареи (рис. 1). Устройство ППЗУ-14 обеспечивает пуск ДВС образцов АТ совместно со штатными батареями или независимо от них. Оно сопрягается со всеми образцами АТ с номинальным напряжением бортовой сети 12 В. Электрооборудование ППЗУ-14 выполнено по двухпроводной схеме. Источником электри-

ческой энергии для питания системы электропуска автомобиля при пуске ДВС является энергоблок, состоящий из свинцовой стартерной аккумуляторной батареи типа 6СТ-55А, и накопитель энергии типа МНЭ-660/12. Номинальное напряжение заряда энергоблока 12 В. Соединение молекулярного накопителя энергии и аккумуляторной батареи в энергоблоке параллельное. Размещается энергоблок в металлическом контейнере с колесным ходом.

Контейнер имеет три функциональных отсека. Компоновка основных элементов пускового устройства в контейнере показана на рис. 2. В нижнем отсеке размещаются молекулярный накопитель энергии, диод и "Выключатель накопителя энергии". В среднем отсеке расположены: аккумуляторная батарея, зарядное устройство и "Выключатель аккумуляторной батареи". Третьим функциональным элементом является панель управления, которая включает: вольтметр, амперметр, контрольную лампу заряда молекулярного накопителя энергии и выключатель контрольной лампы.

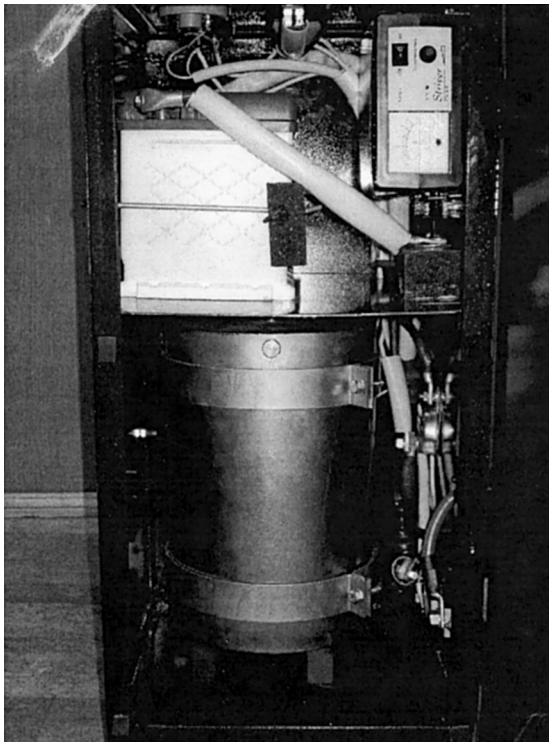


Рис. 2. Компоновочная схема пуско-зарядного устройства ППЗУ-14

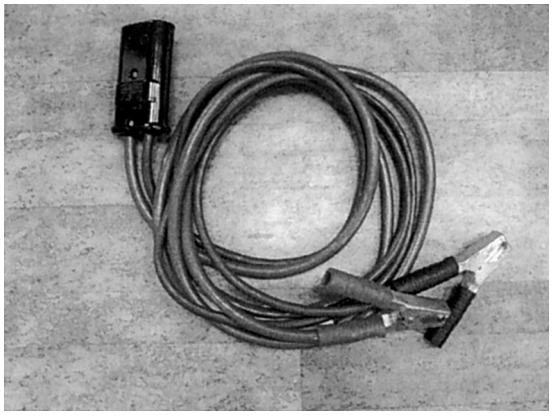


Рис. 3. Пусковой провод

Горение контрольной лампы информирует о заряженном состоянии молекулярного накопителя энергии. При постановке ППЗУ-14 на длительное хранение накопитель энергии необходимо разрядить с помощью контрольной лампы.

На правой стенке контейнера размещена розетка для подключения пускового провода. Пусковой провод (рис. 3) представляет собой двухпроводный кабель с одной кабельной вилкой типа ПС-315 и двумя контактными зажимами типа "крокодил" красным (+) и черным (–).

Устройство ППЗУ-14 может производить пуск двигателя в двух режимах:

— от молекулярного накопителя энергии и штатных аккумуляторных батарей автомобиля;

— от энергоблока и штатных аккумуляторных батарей автомобиля.

Выбор схемы соединения осуществляется с помощью переключателей "Выключатель аккумуляторной батареи" и "Выключатель накопителя энергии".

В первом режиме заряд молекулярного накопителя энергии производится от аккумуляторной батареи автомобиля, если ее напряжение не менее 11 В. Для этого необходимо подключить ППЗУ-14 к аккумуляторной батарее автомобиля с помощью пускового провода и включить "Выключатель накопителя энергии". Включив контрольную лампу и наблюдая за показаниями вольтметра, производят контроль за зарядом молекулярного накопителя энергии. Накопитель энергии будет заряжаться до напряжения аккумуляторной батареи, при

Рис. 4. Автоматическое зарядно-предпусковое устройство

этом яркость горения контрольной лампы будет возрастать. При пуске двигателя основную токовую нагрузку возьмет на себя молекулярный накопитель энергии, что повысит эффективность пуска и разгрузит аккумуляторную батарею, а в дальнейшем продлит ее срок службы.

Если же аккумуляторная батарея автомобиля разрядилась и ее напряжение менее 11 В, заряд молекулярного накопителя энергии производится от аккумуляторной батареи пускового устройства. В этом случае необходимо включить "Выключатель аккумуляторной батареи" и "Выключатель накопителя энергии". После заряда накопителя энергии пуск двигателя осуществляется от энергоблока ППЗУ-14.

Для подзаряда аккумуляторной батареи пускового устройства или предпускового заряда этой батареи автомобиля в состав ППЗУ-14 включено автоматическое зарядно-предпусковое устройство модели PW415 (рис. 4).

Данное зарядно-предпусковое устройство позволяет производить заряд автомобильных аккумуляторных батарей номинальным напряжением 12 и 24 В, в том числе полностью разряженных (до нуля), любого типа и емкости в автоматическом режиме с возможностью ручной регулировки силы зарядного тока. Кроме этого, возможно использование зарядно-предпускового устройства как многоцелевого источника постоянного тока для питания автомобильной аппаратуры и других устройств и приборов. Это устройство можно также использовать в неавтоматическом режиме для заряда молекулярного накопителя энергии.

Компактность, мобильность и высокие технические характеристики данного пускового устройства позволят найти ему широкое применение, начиная от частных владельцев автомобилей и заканчивая крупными автомобильными предприятиями. Наибольший технический эффект от его применения будет достигнут в зимние периоды эксплуатации, а экономический можно будет оценить уже через 2—3 года, когда отпадет необходимость в использовании аккумуляторных батарей.

Техническая характеристика зарядно-предпускового устройства

Напряжение питающей сети частотой 50—60 Гц, В	180—240
Диапазон плавной регулировки выходной силы тока, А	Не менее 0,4—15
Выходное напряжение в режиме стабилизации силы тока, В (равно напряжению на выводах аккумуляторной батареи, 24 В/руч.)	От 0 до 15 От 0 до 30
Выходное напряжение в режиме стабилизации напряжения, В (при силе тока потребления меньшей силы тока, заданной регулятором)	14,9—15,1 29,8—30,2
Диапазон рабочих температур, °С	От –10 до +40
Габаритные размеры, мм	155 × 85 × 200
Масса, кг	1,2
Тип амперметра	Стрелочный

Техническая характеристика передвижного пуско-зарядного устройства ППЗУ-14

Габаритные размеры, мм, не более:	
длина	350
ширина	350
высота (с ручкой)	1100
Масса, кг, не более	70
Напряжение заряда, В:	
номинальное	$12{,}0^{+0{,}5}$
максимальное	$14{,}0^{+0{,}5}$
Электрическая емкость :	
молекулярного накопителя энергии, Ф	660^{+100}
аккумуляторной батареи, А • ч*	55^{-60}
Максимальное время заряда МНЭ при напряжении аккумуляторной батареи 12 В, мин, не более	5
Рабочее положение	Вертикальное

* ППЗУ-14 может комплектоваться аккумуляторными батареями номинальной емкостью от 50 до 100 А • ч.

А. В. Лепешкин,
Н. К. Катанаев,
кандидаты
техн. наук

Описание скоростных характеристик двигателя

Рассматривается идентификация внешней и частичных скоростных характеристик двигателя в классе экспоненциальных функций, хорошо согласующихся с физическими процессами, протекающими в объекте.

Динамика продольного движения автомобиля определяется внешними и частичными скоростными характеристиками двигателя, представляющими собой зависимость эффективной мощности и крутящего момента от частоты вращения коленчатого вала двигателя и угла открытия дроссельной заслонки. При этом наблюдается существенная деформация максимумов кривых эффективной мощности и крутящего момента относительно частоты вращения вала двигателя, а также нелинейность характеристик в зависимости от угла открытия дроссельной заслонки $\beta_д$ и другие явления.

Будем исходить из того, что эффективная мощность двигателя формируется как результат вычитания мощности механических потерь и индикаторной. Механические потери связаны с частотой вращения вала двигателя. Действительно, анализ составляющих механических потерь показывает, что они зависят от коэффициента демпфирования и частоты вращения вала двигателя.

Рассмотрим типовую внешнюю скоростную характеристику карбюраторного двигателя (рис. 1). Увеличение эффективного крутящего момента начинается при ненулевых начальных условиях, соответствующих $M_{eн}$. В формировании кривой $M_e(n)$ используется составляющая, связанная с механическими потерями, которые определяются как произведение коэффициента демпфирования $r(\beta_д)$ на частоту вращения n двигателя. Начало отсчета для составляющей $r(\beta_д)n$ лежит на асимптоте M_{e0}, и направление оси ординат вниз совпадает с увеличением ее отрицательных значений (см. рис. 1).

В соответствии с рис. 1 уравнение текущего значения эффективного момента можно записать в виде алгебраической суммы:

$$M_e(n, \beta_д) = f(n) + M_{eн} - r(\beta_д)n. \quad (1)$$

Увеличение момента начинается со значения $M_{eн} = M_{e0}k$ (здесь k — коэффициент, зависящий от начальных условий: $0 \leqslant k \leqslant 1$; M_{e0} — максимальный момент, полученный в идеальных условиях при отсутствии потерь в двигателе).

Кривая $f(n)$ апериодически носит характер, близкий к экспоненциальному закону:

$$f(n) = \beta M_{e0}(1 - k)\left(1 - e^{-n/T_n(\beta_д)}\right), \quad (2)$$

где $T_n(\beta_д)$ — постоянная, характеризующая интенсивность увеличения момента в зависимости от частоты вращения вала двигателя при фиксированном положении дроссельной заслонки.

Практически увеличение момента прекращается за интервал, при котором $n_T \approx 3T_n$. Это свойство

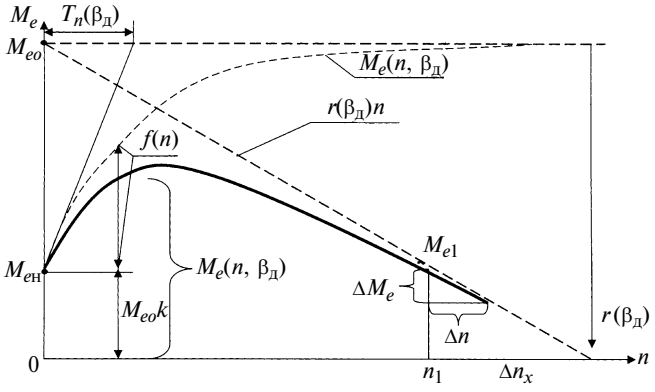


Рис. 1. Внешняя скоростная характеристика двигателя

экспоненты можно использовать (см. рис. 1) для определения коэффициента демпфирования $r(\beta_д)$, являющегося постоянным при фиксированном значении $\beta_д$,

$$r|_{\beta_д = \text{const}} = \Delta M_e/\Delta n|_{n1 > nT}. \quad (3)$$

Предельное значение частоты вращения n_k, при которой индикаторный момент ($M_e = 0$) полностью компенсируется механическими потерями,

$$n_k = n_1 + \Delta n_x. \quad (4)$$

Увеличение частоты вращения в Δn_x (см. рис. 1):

$$\Delta n_x = M_{e1}\Delta n/\Delta M_e. \quad (5)$$

Тогда момент M_{e0} может быть вычислен по выражению:

$$M_{e0} = r\Delta n_k, \quad (6)$$

где r — коэффициент демпфирования, полученный при $\beta_д = 1$.

Значения M_{e1}; n_1; ΔM_e и Δn_x находятся при обработке полученной в эксперименте внешней скоростной характеристики двигателя.

Выражение (1) записано для случая полного открытия дроссельной заслонки ($\beta_д = 1$). Угол частичного открытия дроссельной заслонки $\beta_д$ зависит от угла положения педали управления $\alpha_п$. Это преобразование связано соотношением

$$\beta_д = \left(1 - e^{-\alpha_п/T_\alpha}\right). \quad (7)$$

Это соотношение может быть использовано при задании в качестве входной координаты угла положения педали управления $\alpha_п$ (T_α — постоянная угла α).

Кроме того, при уменьшении $\beta_д$ происходит сдвиг максимальных значений эффективных моментов в сторону уменьшения текущих значений частоты вращения двигателя. Это объясняется тем, что постоянная $T_n(\beta_д)$ сохраняет свое значение только при фиксированных положениях дроссельной заслонки. С уменьшением $\beta_д$ постоянная $T_n(\beta_д)$ уменьшается. Эту особенность можно выразить следующим выражением:

$$1/T_n(\beta_д) = (1 - k_c + k_c/\beta_д)/T_n, \quad (8)$$

где T_n — постоянная, полученная для внешней скоростной характеристики ($\beta_д = 1$); k_c — коэффициент, учитывающий сдвиг максимальных значений эффективного момента в зависимости от $\beta_д$.

Кроме того, с уменьшением $\beta_д$ в результате понижения давления цикла и уменьшения количества теплоты, выделяющийся при сгорании и более медленном его протекании, увеличиваются относительные механические потери. Это приводит к тому, что рассеяние энергии возрастает с уменьшением $\beta_д$:

$$r(\beta_д) = r(1 - k_\beta + k_\beta/\beta_д), \quad (9)$$

где k_β — коэффициент влияния $\beta_д$ на рассеяние энергии в двигателе.

Коэффициенты k_c и $k_{\beta_д}$ определяются в результате обработки экспериментальных частичных скоростных характеристик двигателя.

Следует заметить, что в уравнении (1) отражен баланс составляющих моментов. Спад скоростной характеристики при относительно высокой частоте вращения носит практически линейный характер. В реальных характеристиках наблюдается более крутое снижение эффективного момента. Это связано с влиянием еще одной составляющей, пропорциональной квадрату угловой скорости. Учитывая этот фактор, введем в уравнение (1) дополнительный член:

$$M_e(n, \beta_д) = f(n) + M_{eн} - r(\beta_д)n - k_w n^2, \quad (10)$$

где k_w — коэффициент воздушно-капельной среды.

Подставив выражения (2), (8), (9) в уравнение (1), получим

$$M_e(n, \beta_д) = \beta_д M_{e0}(1 - k) \times$$
$$\times \left(1 - e^{-n(1 - k_c + k_c/\beta_д)/T_n}\right) + kM_{e0} -$$
$$- rn(1 - k_\beta + k_\beta/\beta_д) - k_w n^2. \quad (11)$$

С учетом изложенного внешняя скоростная характеристика в общем виде принимает вид, показанный на рис. 2.

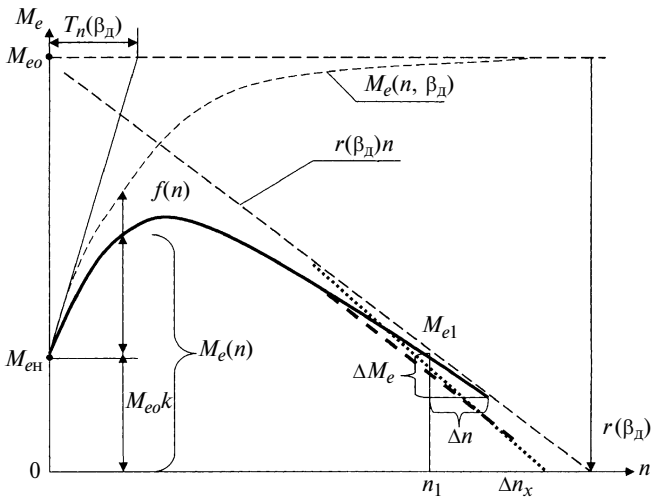


Рис. 2. Внешняя скоростная характеристика двигателя с учетом сопротивления воздушно-капельной среды

Полученное уравнение (11) описывает область возможных значений эффективного момента в зависимости от угла положения дроссельной заслонки и частоты вращения коленчатого вала двигателя. Если в качестве входной координаты используется координата $\alpha_д$, то уравнение (11) дополняется выражением (7).

В качестве примера рассмотрим зависимость крутящего момента от угла открытия дроссельной заслонки $\beta_д$ и n двигателя ЗМЗ-24-01. В результате обработки экспериментальных внешних и частичных характеристик получены исходные данные для расчетных исследований: $M_{e0} = 32$ кгс · м; $T_n = 1481$ мин$^{-1}$: $r = 0{,}0027$ (кгс · м)мин$^{-1}$; $k = 0{,}3$; $k_c = 0{,}3$; $k_{\beta_д} = 0{,}3$; $k_w = 4 \cdot 10^{-8}$ кгс · м(мин$^{-1}$)^2.

В расчетных исследованиях при переходе к угловой скорости вала двигателя, а также с учетом рассеяния энергии в зависимости от квадрата угловой скорости использовались данные: $M_{e0} = 32$ кгс · м; $T_n = 116{,}26$ рад/с; $r = 0{,}028$ (кгс · м)(с/рад); $k = 0{,}3$; $k_c = 0{,}3$; $k_{\beta_д} = 0{,}3$; $k_w = 6{,}25 \cdot 10^{-6}$ (с/рад)^2. Внешняя и семейство частичных характеристик этого двигателя, вычисленные по уравнению (10), совместно с экспериментальными характеристиками при различных углах $\beta_д$ открытия дроссельной заслонки представлены на рис. 3.

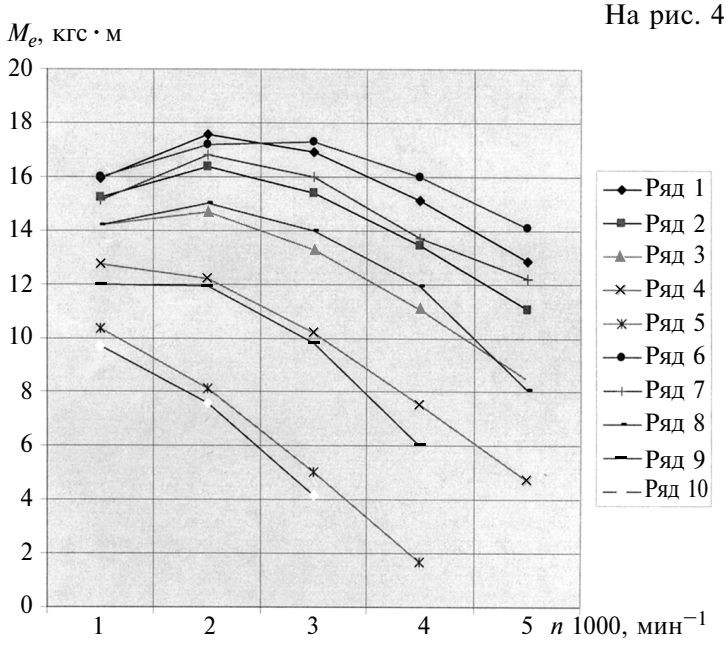


Рис. 3. Идентифицированные скоростные характеристики двигателя ЗМЗ-24-01 (ряды 1—5 при $\beta_д = 1$; $\beta_д = 0{,}8$; $\beta_д = 0{,}6$; $\beta_д = 0{,}4$ и $\beta_д = 0{,}2$) и экспериментальные характеристики с соответствующими значениями $\beta_д$ (ряды 6—10)

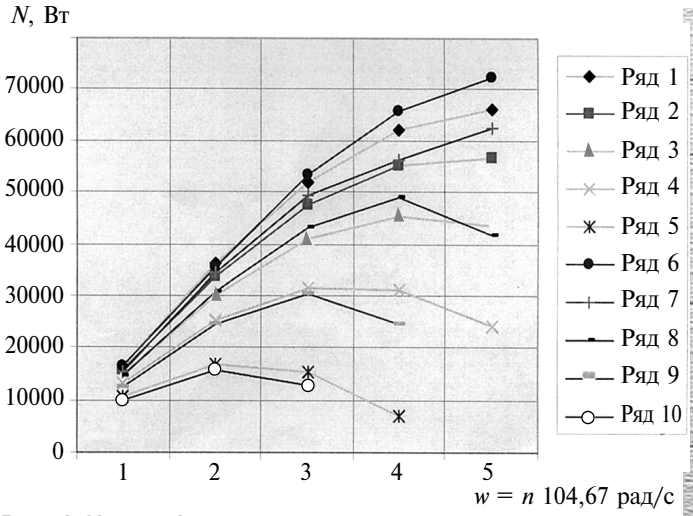


Рис. 4. Идентифицированные мощностные характеристики двигателя ЗМЗ-24-01 (ряды 1—5 при $\beta_д = 1$; $\beta_д = 0{,}8$; $\beta_д = 0{,}6$; $\beta_д = 0{,}4$ и $\beta_д = 0{,}2$) и экспериментальные характеристики с соответствующими значениями $\beta_д$ (ряды 6—10) в функции угловой скорости ω вала двигателя

На рис. 4 даны идентифицированная и экспериментальная мощностные характеристики двигателя ЗМЗ-24-01 при тех же углах $\beta_д$ открытия дроссельной заслонки в функции угловой скорости ω вала двигателя.

Анализируя сравнительные мощностные и скоростные характеристики двигателя ЗМЗ-24-01 (см. рис. 3 и 4), отметим не только качественное, но и достаточно хорошее количественное совпадение результатов.

Таким образом, полученное математическое описание скоростных характеристик двигателя отражает основные физические процессы и может быть использовано как составная часть уравнений движения автомобиля.

И. В. Ходес,
д-р техн. наук;
А. Н. Дербенцев,
инж.;
С. Н. Пугачев,
инж.

Влияние подвески на управляемость АТС

В настоящее время факт влияния деформации подвески на угол доворота колес передней и задней осей и управляемость АТС широко известен в научных информационных источниках. Однако аналитического описания с учетом кинематических связей в конструктивной схеме, нелинейности деформаций и жесткости подвески в них не приводится или оно недоступно для широкой инженерной аудитории, например, программные комплексы ADAMS, ФРУНД, Virtual.lab.

Эти характеристики, оцениваемые зависимостью изменения углов доворота к приращению боковой силы, образующей крутящий момент в поперечной плоскости, оказываются необходимы для получения характеристик управляемости и устойчивости. Такими характеристиками по мнению разработчиков ВолгГТУ являются: 1) воспроизводимая динамическая траектория АТС, сопоставляемая с задаваемой периодической тестовой траекторией при обусловленных периоде, амплитуде, скважности возмущения; 2) критическая скорость движения по проявлению заноса или опрокидывания. Характеристики учитывают внешние условия (силу сцепления, дорожный профиль, боковой воздушный поток и др.); управляющие воздействия водителя (повороты управляемых колес с учетом частоты, амплитуды, скважности, задаваемых ускорений при разгоне, замедлений при торможении); запаздывание реакции водителя и технической системы; технические данные АТС (колесная формула, массогеометрические параметры и упругодемпфирующие свойства, в том числе подвески, шины, расположение центра масс и др.).

Рассмотрим аналитический метод оценки свойств АТС в зависимости от дополнительного поворота за счет бокового увода шин передней и задней осей (шинный доворот) и дополнительного поворота за счет деформации подвески на этих осях (креновый доворот), приводящих к изменению кривизны движения, смещению-сносу. В качестве примера использовались свечная подвеска (автомобиль ВАЗ-2108) передней оси (рис. 1) и продольно-рычажная подвеска задней оси.

Пусть под действием поперечной тестовой силы $P_т$, приложенной в центре подрессоренной массы АТС на высоте оси крена $h_{кр}$, возникает поперечный момент $M_{кр}$. Считая кузов жестким телом, получим на внешней и внутренних сторонах подвески относительно центра кривизны разнонаправленные деформации (в м) (рис. 1)

$$h_п = \frac{0{,}08 P_т h_{кр} B u_\beta}{C_\beta}, \qquad (1)$$

где B — поперечная база, м; u_β = = (1—1,4) — коэффициент усиления

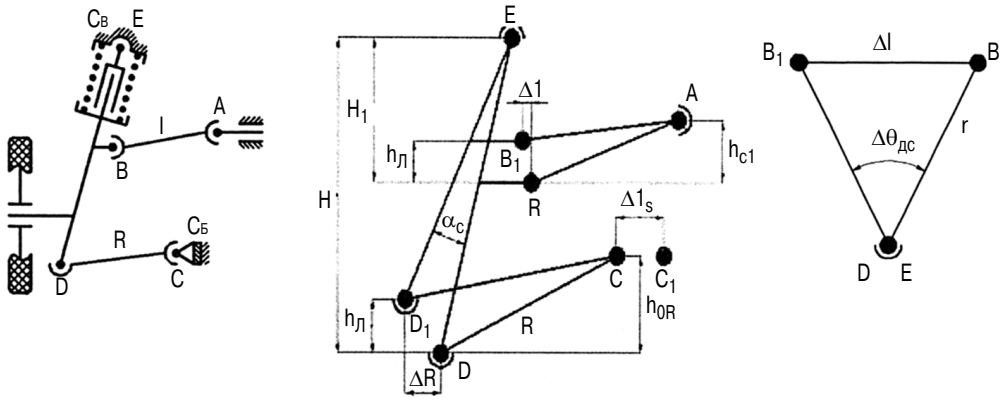


Рис. 1. Схемы передней подвески

при наличии поперечных угловых колебаний (зависит от частот собственных и вынужденных колебаний, коэффициента демпфирования $\psi \approx 0{,}25$—$0{,}5$); $C_\beta = 0{,}5C_\Sigma B^2 + C_{ст}$ — угловая поперечная жесткость подрессоренной массы, Н · м, C_Σ — суммарная линейная жесткость подвески обеих осей, Н/м; $C_{ст}$ — суммарная угловая жесткость поперечных стабилизаторов, Н · м.

Разнонаправленные деформации $h_п$ вызовут следующие поперечные смещения шарниров в передней подвеске (рис. 1).

Поперечное смещение шарниров рулевых тяг

$$\Delta l = \sqrt{l^2 - (h_{ol} - h_п)^2} - \sqrt{l^2 - h_{ol}^2}, \qquad (2)$$

а угол доворота $\theta_l = \Delta l / r$, соответственно коэффициент изменения угла доворота по деформации подвески

$$\frac{d\theta_l}{d(\Delta h_п)} = \frac{2(h_{ol} - h_п)}{r\sqrt{l^2 - (h_{ol} - h_п)^2}}.$$

С учетом выражения (1) имеем

$$d(\Delta h_п) = \frac{2h_{кр}Bu_\beta}{C_\beta}\, dP_т.$$

В результате получим коэффициент изменения угла доворота в связи со смещением шарниров рулевых тяг по тестовому поперечному усилию, $Н^{-1}$

$$D_l = \frac{d\theta_l}{dP_т} = \frac{0{,}16(h_{ol} - h_п)}{r\sqrt{l^2 - (h_{ol} - h_п)^2}} \frac{h_{кр}Bu_\beta}{C_\beta}. \qquad (3)$$

От изменения положения нижнего рычага длиною R зависит положение точки D (рис. 1), которая переместится в положение D_1. Это изменит расстояние в поперечном направлении между точками C и $D \to D_1$ на величину (м)

$$\Delta R = \sqrt{R^2 - (h_{OR} - h_п)^2} - \sqrt{R^2 - h_{OR}^2}, \qquad (4)$$

что приведет к изменению наклона диска колеса и вызовет дополнительный поворот на угол $\theta_R = 0{,}8\Delta R / H$.

В результате коэффициент изменения угла доворота из-за положения нижнего рычага

$$D_R = \frac{d\theta_R}{dP_т} = \frac{0{,}16(h_{OR} - h_п)}{H\sqrt{R^2 - (h_{OR} - h_п)^2}} \frac{h_{кр}Bu_\beta}{C_\beta}. \qquad (5)$$

Изменение развала вызовет дополнительно смещение шарнира рулевой тяги на цапфе относительно шарнира, связанного с остовом. Смещение шарнира приведет к дополнительному довороту на угол $\theta_{Rl} = -(\Delta R H_l / rH)$, но в обратную сторону. Тогда коэффициент изменения угла доворота из-за изменения развала и соответствующего смещения рулевой тяги

$$D_{Rl} = \frac{d\theta_{Rl}}{dP_т} = \frac{0{,}16(h_{OR} - h_п)}{rH\sqrt{R^2 - (h_{OR} - h_п)^2}} \frac{h_{кр}Bu_\beta}{C_\beta}. \qquad (6)$$

Вследствие упругих деформации сайлент-блоков нижнего рычага (рис. 1, точка $C \to C_1$) $\Delta l_\delta = P_т / C_\delta$, корпуса опорного верхнего подшипника стойки, резиновых втулок крепления рулевого механизма к кузову произойдет дополнительное смещение плоскости колеса с изменением угла развала $\alpha_\delta = \Delta l_\delta / H$, что вызовет доворот на угол $\theta_\delta = 0{,}8\Delta l_\delta / H$. При этом коэффициент доворота из-за изменений развала от деформации сайлент-блоков

$$D_\delta = d\theta_{\delta l} / dP_т = 0{,}08 / C_\delta H, \qquad (7)$$

где C_s — суммарная жесткость упругих элементов, Н/м, при действии поперечной силы $P_т$.

Деформация упругих элементов в поперечном направлении Δl_δ и изменение угла развала θ_δ вызовут смещение шарниров рулевых тяг на цапфах, что дополнительно приведет к появлению угла доворота $\theta_{\delta l} = -\Delta l_\delta H_l / (Hr)$. Учитывая $\Delta l_\delta(P_т)$, получим коэффициент доворота из-за деформаций упругих элементов и смещения шарниров рулевых тяг

$$D_\delta l = \frac{d\theta_{\delta l}}{dP_т} = -\frac{H_l}{rHC_\delta}. \qquad (8)$$

При продольно-рычажной задней подвеске (рис. 2), где роль стабилизатора выполняет поперечная балка, жестко прикрепленная к рычагам осей колес в точке O_2, из-за вертикальной деформации $h_п$ от мо-

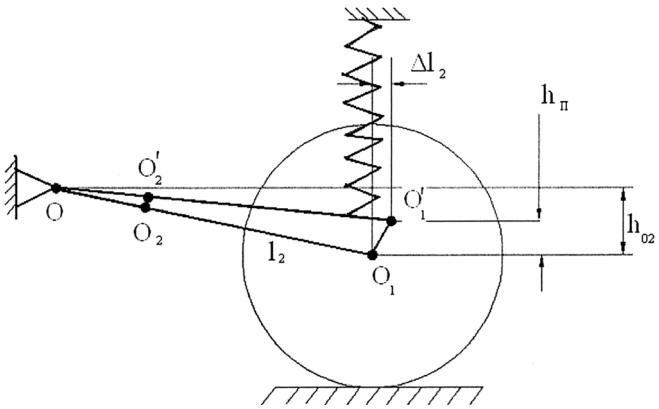


Рис. 2. Схема задней подвески

мента, образуемого силой $P_т$, на догружаемой стороне ось колеса O_1 переместится в точку O_1', что вызовет угловое смещение общей оси колес на угол θ_{O2} $= = 2\Delta l_2/B$, где $\Delta l_2 = \sqrt{l_2^2 - (h_{O2} - h_п)^2} - \sqrt{l_2^2 - h_{O2}^2}$. Учитывая, что коэффициент дополнительного поворота (доворота) является производной от угла поворота по усилию $P_т$, получим

$$D_{O2} = \frac{(l_{02} - l_п)}{\sqrt{l_2^2 - (h_{02} - h_п)^2}} \frac{h_{кр} u_\beta}{C_\beta}. \qquad (9)$$

Суммируем коэффициенты доворота, названые выше, по всем составляющим с учетом их знака. Если угол поворота увеличивает задаваемый поворот, то будем считать его в общей сумме углов поворота со знаком "+", т. е. соответственно все коэффициенты доворота колес, вызывающие увеличение кривизны траектории АТС

$$D_{\Sigma к} = D_l + D_R - D_{Rl} - D_\delta + D_{\delta l} + D_{O2}. \qquad (10)$$

Кроме кренового доворота имеет место шинный доворот в результате увода эластичных шин передней и задней осей. Этот фактор можно учесть коэффициентом шинного доворота (изменение кривизны траектории) вводом величины

$$D_{\Sigma ш} = \frac{\lambda_2}{K_{02}} - \frac{\lambda_1}{K_{O1}}, \qquad (11)$$

где λ_1, λ_2 — коэффициенты, учитывающие распределение нормальной нагрузки на оси колес с учетом продольных сил, зависящих от угла подъема α при движении АТС, ускорения $\dot{V}$ или замедления, сопротивления воздушного потока P_w, т. е.

$$\lambda_1 = \frac{bmg \pm \Delta R_{пр} h}{a + b}; \lambda_2 = \frac{amg \pm \Delta R_{пр} h}{a + b}, \qquad (12)$$

где $\Delta R_{пр} = m\dot{V} + \alpha mg + P_w - P_c \operatorname{tg}\beta$ (при торможении и спуске имеем $-\dot{V}$ и $-\alpha$); a, b — расстояния от центра массы до осей передней и задней; P_c — амплитуда центробежной силы, $\operatorname{tg}\beta = b/(a + b)$).

Коэффициенты сопротивления уводу осей определяем по формуле

$$K_{O1} = K_{O2} = \left(2 - \frac{\Delta R_z}{mg}\right) K_y q_R q_\varphi q_F, \qquad (13)$$

где $\Delta R_z = P_т h/B$ — перераспределение сил в поперечной плоскости; K_y — номинальный коэффициент увода; q_R, q_φ, q_F — поправочные коэффициенты на догружаемой стороне от нормальных реакций, силы сцепления, тангенциальных сил.

Учитывая одновременно креновый и шинный довороты, получаем суммарный коэффициент

$$D_\Sigma = D_{\Sigma к} + D_{\Sigma ш}. \qquad (14)$$

С учетом суммарного коэффициента доворота, угла поворота управляемых колес θ_0, задаваемого водителем, размещения груза, режима движения по скорости V, ускорению $\dot{V}$, уклона α, конкретной схемы подвески можно определить центробежную силу

$$P_c = F\theta_0/(1 - FD_\Sigma), \qquad (15)$$

где $F = m\dot{V}^2/L$ — постоянная.

Например, при V=30 м/с, m = 1000 кг, L = 2,5 м, повороте рулевого колеса на 10° (передаточное число рулевого привода 20), $D_\Sigma = 0$ получим P_c = 3222 Н; при $D_\Sigma = -0{,}496 \cdot 10^{-6}$, P_c = 2658 Н, при D_Σ $= +0{,}496 \cdot 10^{-6}$, P_c = 4028 Н.

Одновременно с рассмотрением кренового и шинного доворотов, проявляющихся в изменении динамической траектории, целесообразно определить коэффициенты смещения АТС от среднего значения угла увода и кренового поворота передней и задней осей, т. е., приняв за "+" довороты передней и задней осей в сторону, противоположную действию тестовой силе $P_т$, можно найти среднее значение этих углов при шинном довороте

$$\theta_{сш} = (\theta_{1ш} + \theta_{2ш})/2$$

и креновом

$$\theta_{ск} = (\theta_{1к} + \theta_{2к})/2.$$

Дифференцируя эти выражения по силе $P_т$, найдем соответствующие коэффициенты смещения

$$D_{сш} = \frac{d\theta_{сш}}{dP_т}; D_{ск} = \frac{d\theta_{ск}}{dP_т}. \qquad (16)$$

При возмущающем периодическом перемещении управляемых колес $\theta = \theta_0 \sin\frac{2\pi}{T_0} t$, где θ_0 — амплитуда, T_0 — период с учетом рассмотренного выше примера, получим периодическую силу $P = P_c \sin\frac{2\pi t}{T_0}$ и соответствующие динамические искажения траектории АТС в боковом направлении:

смещение — снос за счет шинного и кренового доворотов

$$\left.\begin{aligned} \Delta Y_{сш} &= \frac{P_c u_п V T_0}{4\pi} D_{сш} \sin^2\frac{\pi}{T_0} t; \\ \Delta Y_{ск} &= \frac{P_c u_п V T_0}{4\pi} D_{ск} \sin^2\frac{\pi}{T_0} t; \end{aligned}\right\} \quad (17)$$

и смещение от неодинакового значения шинного и кренового доворотов передней и задней осей

$$\left.\begin{aligned} \Delta Y_{\Sigma ш} &= \frac{P_c u_п V^2 T_0}{2\pi L} D_{сш}\left(t - \frac{T_0}{2\pi} + \sin\frac{2\pi t}{T_0}\right); \\ \Delta Y_{\Sigma к} &= \frac{P_c u_п V^2 T_0}{2\pi L} D_{\Sigma к}\left(t - \frac{T_0}{2\pi} + \sin\frac{2\pi t}{T_0}\right). \end{aligned}\right\} \quad (18)$$

Учитывая кинематически задаваемую траекторию

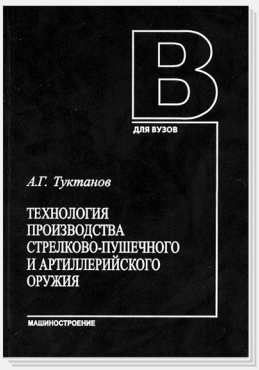
$$Y_S = \frac{V^2 T_0 \theta_0}{2\pi L}\left(t - \frac{T_0}{2\pi} + \sin\frac{2\pi t}{T_0}\right) \quad (19)$$

и динамические искажения относительно нее, получим динамическую траекторию

$$Y_д = Y_S - (\Delta Y_{сш} + \Delta Y_{\Sigma к} + \Delta Y_{\Sigma ш} + \Delta Y_{\Sigma к}). \quad (20)$$

Приведенный пример и последующий метод аналитической оценки динамических искажений показывают значимость учета доворотов АТС по шинной и креновой поворачиваемости. При этом следует учитывать не только изменение кривизны траектории по $\Delta Y_{\Sigma ш}$ и $\Delta Y_{\Sigma к}$, но и смещение — снос $\Delta Y_{сш}$, $\Delta Y_{ск}$ за счет тех же факторов, но различно проявляющихся в аналитических выражениях. Это существенно меняет картину сил и динамическое воспроизведение траектории в 1,5 и более раза.

Считаем желательным в процессе проектирования подвески, рулевого привода АТС на основе представленного метода целенаправленно формировать свойства управляемости с минимизацией динамических искажений. Это позволит повысить активную безопасность проектируемых АТС на уровне современных требований.



Туктанов А.Г. **Технология производства стрелково-пушечного и артиллерийского оружия**: учебник для студентов вузов. 2007. – 375 с., тв. пер., 60×88 1/16

ISBN 5-217-03336-3

Цена с НДС 385 руб.

В основу учебника положено описание технологических процессов и операций по изготовлению и испытаниям основных командных деталей стрелкового оружия. Приведены требования к деталям в части материалов, точности их изготовления. Даны описания наиболее важных станков, чертежи специальных инструментов и приспособлений для основных операций технологических процессов изготовления и контроля, а также режимы выполнения операций, проведен анализ затрат времени на эти процессы.

Учебник предназначен для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности "Стрелково-пушечное, артиллерийское и ракетное оружие" направления подготовки дипломированных специалистов "Оружие и системы вооружения".

Приобрести книгу можно непосредственно в издательстве "Машиностроение", прислав заявку в отдел реализации по факсу: (495) 269-48-97; по e-mail: realiz@mashin.ru; по почте: 107076, Москва, Стромынский пер., 4. ООО "Издательство Машиностроение". Справки по тел. (495) 269-66-00. http://www.mashin.ru

М. Ф. Бабурченков

Исследование технологических остаточных напряжений

Рассматриваются результаты исследования остаточных касательных напряжений в цилиндрических деталях, а именно основы методики расчета; установка для исследований; поле напряжений при токарной обработке в зависимости от геометрии инструмента и режимов резания; приближенный механизм формирования остаточных касательных напряжений, основанный на представлении об остаточном сдвиге.

Инженерная практика показывает, что одним из решающих факторов увеличения ресурса работы агрегатов является качество поверхностного слоя деталей после механической обработки. В настоящее время этому вопросу уделяется особое внимание. Выявлена и подтверждена связь между остаточными напряжениями и эксплуатационными свойствами деталей.

Механическая обработка всегда сопровождается пластическим деформированием поверхностных слоев деталей, что создает условия для формирования остаточных напряжений. Знак и интенсивность остаточных напряжений зависят от метода обработки, кинематики и режимов резания, геометрии и конструкции инструмента, охлаждения и некоторых других факторов.

Установлено, что остаточные растягивающие напряжения снижают усталостные характеристики, а сжимающие, наоборот, увеличивают. Сущность вопроса трудно устанавливается вследствие многих сложных условий, присущих данному явлению. Действие остаточных напряжений, возникающих в результате неоднородного пластического течения, может быть замаскировано, по крайней мере, частично упрочнением или сопутствующим старением материала. С другой стороны, повышение прочностных свойств с помощью термообработки трудно разделить на улучшение из-за изменения структуры материала и улучшение от действия остаточных напряжений. Кроме того, что может быть более важно, влияние остаточных напряжений определяется законами течения и разрушения материала, не изученными полностью до настоящего времени.

Практическое значение остаточных напряжений зависит от их влияния на несущую способность деталей и на степень их короблений. С этой точки зрения важно отметить влияние остаточных касательных напряжений.

Постановка задачи. Рассматриваются остаточные напряжения в цилиндрической детали, когда причина формирования их одинакова во всех сечениях, в частности при точении. Для исследования использован метод травления колец [1]. При этом регистрируются радиальное перемещение δ (изменение диаметра D) и взаимное перемещение концов u_z^k вдоль оси z в результате разрезки и последующего снятия наружного слоя электротравлением (рис. 1). Известно, что радиальное перемещение δ происходит под действием остаточных нормальных напряжений, а взаимное перемещение u_z^k — касательных как следствие нарушения силового равновесия в кольце в результате удаления напряженных слоев металла. Каждая из этих групп сил самоуравновешена [2], что позволяет рассматривать их раздельно, а к полученным результатам применить принцип суперпозиции.

Для определения связи между перемещениями и остаточными касательными напряжениями рассматривается нагружение кольца, эквивалентное вырезке из трубы, разрез-

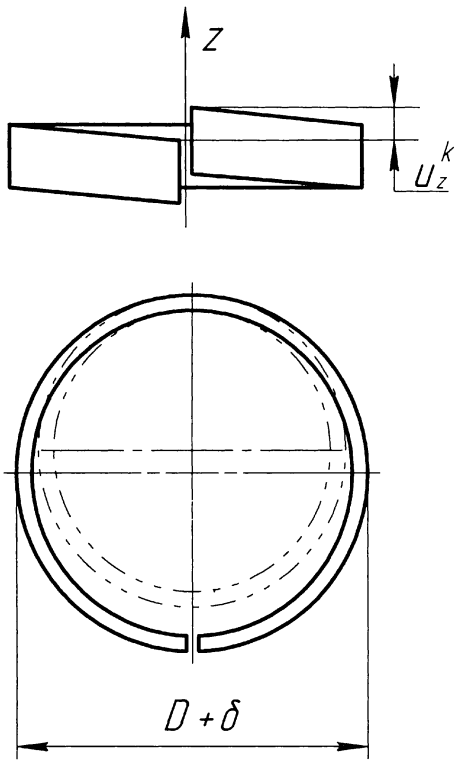


Рис. 1. Разрезанное кольцо:

δ — радиальное перемещение (изменение диаметра); u_z^k — перемещение концов кольца

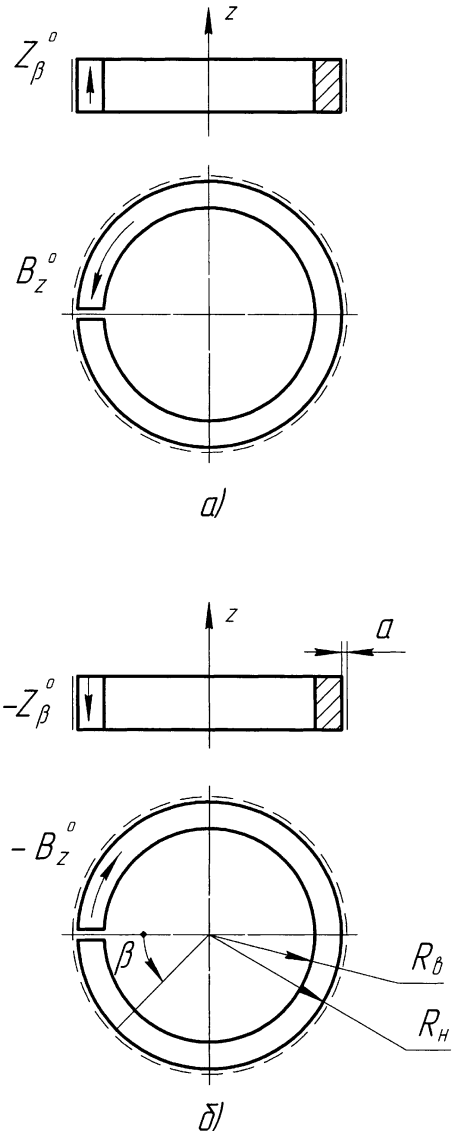


Рис. 2. Нагружение колец:

а — напряжениями B_z^o во всех сечениях, нормальных оси z; б — напряжениями $-B_z^o$ по торцам кольца

ке и снятию наружного слоя толщиной a (рис. 2).

В первом случае (рис. 2, а) во всех сечениях кольца, перпендикулярных оси z, действуют одинаковые напряжения. Такое состояние можно получить нагружением плоских поверхностей кольца с остаточными касательными напряжениями нагрузкой, изменяющейся по закону остаточных касательных напряжений трубы B_z^o. Так как в трубе вследствие осевой симметрии касательные напряжения $R_z = R_\beta = 0$, то и перемещение $u_z^k = 0$.

Во втором случае (рис. 2, б) кольцо без начальных напряжений нагружено по торцам усилиями, изменяющимися по закону остаточных касательных напряжений, действующих в первом кольце, но с обратным знаком.

Очевидно, что определяемые остаточные касательные напряжения в кольце после вырезки равны сумме напряжений в двух указанных случаях. Принцип суперпозиции применим и для перемещений. Но в первом случае перемещение $u_z^k = 0$. Следовательно, чтобы установить связь между перемещениями u_z^k и напряжениями B_z^o, достаточно построить решение для второго случая.

Основы методики. Если поставить вопрос об упругом состоянии кольца при указанных условиях во всей полноте, то он сводится к задаче механики деформируемого твердого тела, которая представляет значительные математические трудности. Решение упрощается, если удовлетворяются граничные условия по сечениям разреза коль-

ца интегрально, а по торцам и цилиндрическим поверхностям — точно. Это допустимо с точки зрения принципа Сен-Венана, так как имеем дело с криволинейным брусом. Кроме того, задание главного вектора и главного момента усилий, действующих на одном из оснований, определяет эти элементы и для другого, так как их совокупность должна быть равна нулю, исходя из условия равновесия кольца как твердого тела. При этом напряженное состояние изменяется вдоль контура поперечного сечения кольца и не зависит от угловой координаты β. Перемещения же точек кольца, наоборот, зависят от β.

Разрешающую функцию напряжений принимаем в виде

$$\Psi = Gn(z^2 - b^2/4) + \sum_{k=1}^{\infty} A_k \frac{ch\mu_k^o}{ch(\mu_k^o b/2)} r^2 J_2(\mu_k^o r) +$$

$$+ \sum_{k=1}^{\infty} \left[B_k r^2 \frac{I_2(\lambda_k r)}{I_2(\lambda_k^o)} C_k r^2 \frac{K_2(\lambda_k r)}{K_2(\lambda_k^o)} \right] \sin\lambda_k(z + b/2),$$

где G — модуль сдвига; b — ширина прямоугольного сечения кольца; A_k, B_k, C_k — коэффициенты; r, z — цилиндрические координаты; n — коэффициент, подлежащий определению; ch — гиперболический косинус; J_2 — функция Бесселя первого рода 2-го порядка; I_2, K_2 — модифицированные функции Бесселя 1-го и 2-го рода соответственно (обе второго порядка); μ_k — корни уравнения $J_2(r) = 0$; $\mu_k^o = \mu_k/(R_н - a)$ ($R_н$ — наружный радиус); $\lambda_k = \pi k/b$; $\lambda_k^o = \lambda_k(R_н - a)$.

При этом касательные напряжения определяются соотношениями

$$B_r = -\frac{1}{r^2}\frac{\partial\Psi}{\partial z}; \; B_z = -\frac{1}{r^2}\frac{\partial\Psi}{\partial r},$$

а остальные компоненты напряжения равны нулю, что следует из уравнений равновесия для осесимметричной цилиндрической задачи [3].

Неизвестные коэффициенты A_k, B_k и C_k функции напряжений $\Psi(r, z)$ определяются последовательно, удовлетворяя граничным условиям:

по торцам

$$B_z(r, \pm b/2) = -B_z^o \; (R_в \leqslant r \leqslant R_н - a);$$

по цилиндрическим поверхностям

$$\left.\begin{aligned} B_r((R_н - a), z) &= 0 \\ B_r(R_в, z) &= 0 \end{aligned}\right\} \; (-b/2 \leqslant z \leqslant b/2),$$

где $R_в$ — внутренний радиус.

Усилия, распределенные по поверхностям разреза, приведем к началу координат оси z и вычислим главный момент M и проекции главного вектора Q_r, Q_z. Оказывается при заданном нагружении кольца необходимо удовлетворить лишь одному ненулевому условию для компоненты Q_z.

Из уравнений совместности деформаций следует, что для данной задачи перемещение u_z зависит от координат r, z и имеет место соотношение

$$u_z = n\beta,$$

где n — величина, подлежащая определению из последнего интегрального условия для усилия

$$Q_z = -b \int_{R_в}^{R_н - a} B_z^o \, dz + \frac{2b}{(R_н - a) + R_в^2} \int_{R_в}^{R_н - a} r^2 B_z^o \, dr.$$

С другой стороны, по определению

$$Q_z = \iint \frac{1}{r^2}\frac{\partial\Psi}{\partial r} \, dzdr.$$

Разрешая два последних соотношения относительно n, получаем интегральное уравнение Вольтерра (Vito Volterra, 1860—1940, Italian) первого рода [4]

$$u_z(a) = \frac{\beta}{k} H(r, a) B_z^o(r) dr,$$

где $H(r, a)$ — ядро уравнения (не приводится из-за громоздкости); $k = k(a)$.

Уравнение устанавливает зависимость между определяемыми остаточными касательными напряжениями B_z^o и перемещениями сечений кольца u_z, как функцию от толщины снятого слоя a при травлении и угла отсчета β.

В работе [5] дано сходное уравнение, но построенное при условии, что толщина кольца значительно меньше диаметра. Приведенная выше методика снимает это ограничение и может быть использована для оценки границ применимости более простых решений.

Установка для исследований. Она представляет собой устройство (рис. 3) для электрохимического полирования наружных напряженных поверхностей образцов-колец с регистрацией перемещений в зависимости от толщины снятого слоя $u_z = f(a)$.

В испытуемых кольцах первоначально измеряется осевое перемещение концов кольца после разрезки $u_z^k(0)$. Для этого на внешней цилиндрической поверхности шлифуется площадка шириной 5—6 мм, а затем полируется. Алмазной иглой наносится риска перпендикулярно образующей цилиндрической поверхности. После электрохимической разрезки

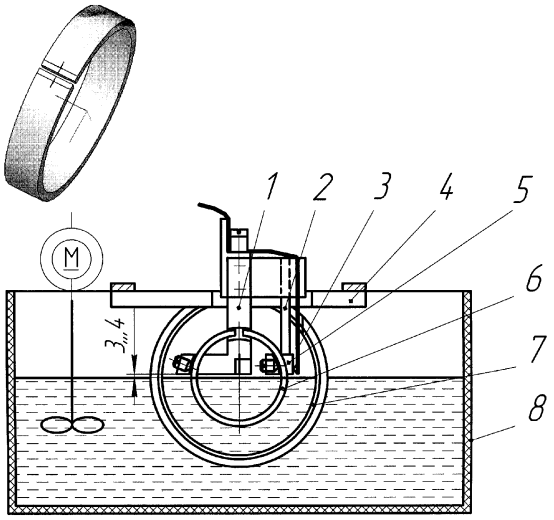


Рис. 3. Установка для исследований:

1 — держатель; 2 и 3 — пластинчатые пружины для регистрации перемещений осевых и радиальных; 4 — корпус; 5 — опора; 6 — кольцо; 7 — катод (свинцовая оболочка); 8 — ванна с электролитом

с помощью оптического микроскопа с ценой деления 1 мкм измеряется значение $u_z^k(0)$.

Разрезанное кольцо закрепляется в кольцевом вырезе держателя 1. Предварительно на кольце устанавливается опора 5. Кольцо фиксируется таким образом, чтобы под действием опоры пластинчатая пружина с наклеенными тензодатчиками получала прогиб в месте касания, приблизительно равный $u_z^k(0)/2 + 20$ мкм. Затем все поверхности нижней половины кольца, кроме наружной, покрываются хлорвиниловым лаком. В таком положении держатель закрепляется в корпусе 4. Внутренняя цилиндрическая поверхность корпуса армирована свинцовой оболочкой 7 (катод). Держатель не должен касаться электролита.

Для углеродистой стали процесс электрополирования протекает удовлетворительно в электролите следующего состава:

	Массовый состав, %
Серная кислота	15
Ортофосфорная кислота	65
Хромовый ангидрид	6
Дистиллированная вода	14

Режим электрополирования подбирается таким, чтобы плотность тока не превышала 50 А/дм^2. При такой плотности тока и объеме электролита около 10 л температура его практически не меняется. Концентрация теплоты в зоне электрополирования устраняется перемешиванием электролита винтом с электроприводом. При этих условиях скорость травления примерно одинаковая и рассчитывается по результатам взвешивания кольца (или замеров толщины) и соответствующих подсчетов.

В процессе электрополирования вследствие удаления слоев с остаточными напряжениями кольцо деформируется. Перемещение $u_z(a)$ передается на пластинчатую пружину 2, ее прогиб фиксируется измерительным устройством [6] с мостом, в котором тензодатчики R_k и R_a наклеены на противоположных поверхностях пластинчатой пружины. Последняя в составе держателя 1 (без кольца) предварительно тарируется в приспособлении с индикатором с ценой деления 1 мкм.

Поле напряжений при точении. Знак и интенсивность остаточных касательных напряжений в зависимости от геометрии инструмента и режимов резания можно определить, если воспользоваться методом колец. Для этого на двух режимах обрабатывались по наружной цилиндрической поверхности, предварительно нормализованные кольца из стали 45. Режущим инструментом служили резцы, оснащенные пластинами из твердого сплава ВК8.

После обработки кольца имели следующие размеры, мм:

наружный радиус $R_н$	25,25
внутренний радиус $R_в$	22,75
ширина b	10

Режимы, геометрия инструмента и силы резания приведены в табл. 1.

Для того чтобы выявить влияние сил резания на формирование поля остаточных касательных напряжений, в табл. 2 представлены три случая опытных данных с одной равной компонентой силы резания. При этом рассмотрены такие режимы, при которых температурными влияниями можно пренебречь.

В табл. 2 даны перемещения концов кольца после разрезки $u_z^k(0)$. Кольца имели форму левой спирали, что соответствует перемещению в отрицательном направлении. Так как в процессе электрополирова-

Таблица 1

Номер режима	Номер резца	Углы резца, °		Силы резания, Н		
		φ	γ	p_x	p_y	p_z
1 t = 2 мм, s = 0,1 мм/об, ν = 2 м/мин	1	90	0	570	120	1250
	2	45	0	290	370	1450
	3	20	0	160	680	1650
	4	45	10	160	250	870
	5	45	−10	400	500	1380
2 t = 1 мм, s = 0,2 мм/об, ν = 2 м/мин	1	90	0	450	220	1180
	2	45	0	290	350	1250
	3	20	0	160	500	1130
	4	45	10	170	250	1000
	5	45	−10	350	500	1500

Примечание: t — глубина резания; s — продольная подача; ν — скорость резания; φ — главный угол в плане; γ — передний угол; p_x, p_y, p_z — осевая, тангенциальная и радиальная силы резания соответственно (определены экспериментально с помощью тензометрического устройства). Для всех резцов: вспомогательный угол в плане $\varphi_1 = 15°$; главный задний угол $\alpha = 10°$; вспомогательный задний угол $\alpha_1 = 10°$; угол наклона главной режущей кромки $\lambda = 0$; радиус закругления вершины $\rho = 1—1{,}5$ мм.

Таблица 2

Параметр	Номер режима/резца								
	2/4	2/3	1/3	1/4	2/4	2/1	2/2	2/1	1/1
p_z, Н	1000	1130	1650	870	1000	1180	1250	1180	1250
p_y, Н	250	500	680	250	250	220	350	220	120
p_x, Н	170	160	160	160	170	450	290	450	570
$u_z^k(0)$, мкм	−206	−260	−198	−190	−206	−416	−298	−416	−400

ния травится половина кольца, то определяется осевое перемещение при $\beta = \pi$, т. е.

$$u_z^{\pi}(0) = 1/2\,u_z^k(0).$$

Кривые перемещений $u_z^{\pi}(a)$ представлены в виде графиков (рис. 4), иллюстрирующих прекращение осевых перемещений после снятия напряженного слоя. Опытные зависимости $u_z^{\pi}(a)$ использованы для вычисления остаточных касательных напряжений.

Анализ полученных результатов. Рассмотрим поле остаточных касательных напряжений в опытах 2/2, 2/1 и 1/1 (рис. 5, а), в которых P_z = const. Причем сила P_y уменьшается в три раза, а P_x увеличивается в два раза. Несмотря на это, интенсивность и глубина проникновения напряжений возрастают.

На рис. 5, б показано изменение поля напряжений в зависимости от сил P_z и P_y. Увеличение силы P_z вызывает рост остаточных касательных напряжений, существенное изменение силы P_y не повлияло на напряжения.

Наконец, с одновременным ростом сил P_z и P_x (при P_y = const) поле напряжений увеличивается как по глубине, так и по интенсивности (рис. 5, в). С увеличением подачи в опытах 1/4 и 2/4, в которых P_y = const и P_x = const, растет интенсивность напряжений при одинаковой площади сечения стружки $F = t\,s$.

Приближенный механизм формирования напряжений. Как известно, зона резания представляется со-

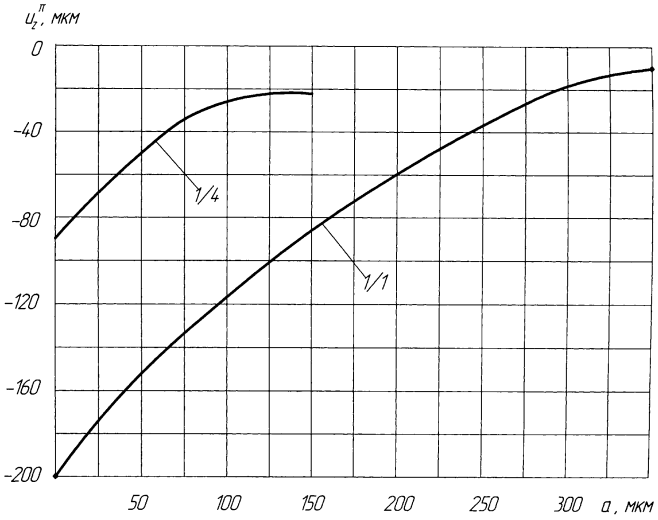


Рис. 4. Зависимость осевого перемещения кольца u_z^{π} от толщины снятого слоя a:

1/1 — опыт с максимальной глубиной поля напряжений; 1/4 — опыт с минимальной глубиной поля напряжений

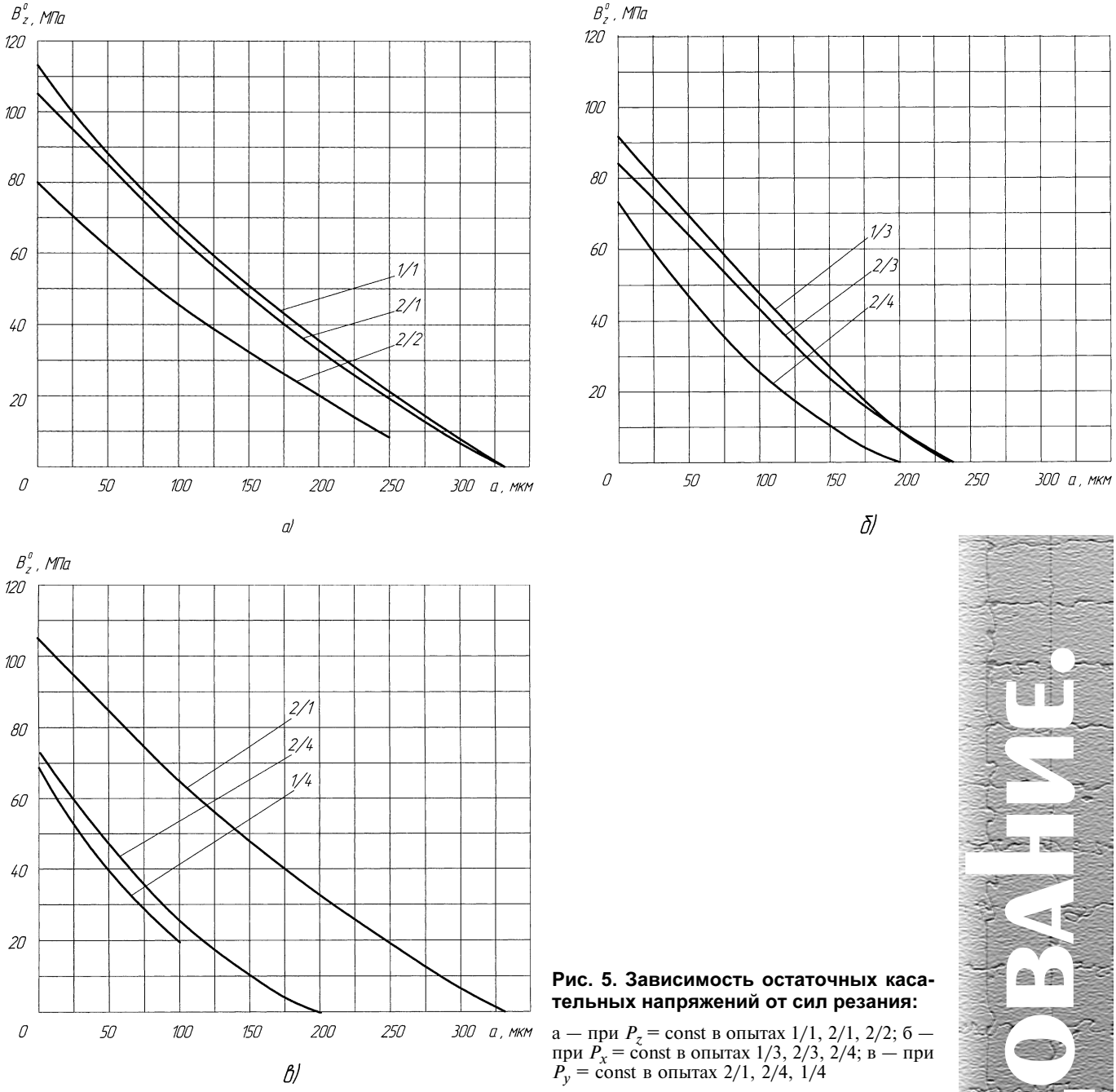


Рис. 5. Зависимость остаточных касательных напряжений от сил резания:

а — при P_z = const в опытах 1/1, 2/1, 2/2; б — при P_x = const в опытах 1/3, 2/3, 2/4; в — при P_y = const в опытах 2/1, 2/4, 1/4

стоящей из двух частей: первая с пластически деформированными зернами металла, а вторая упругонапряженная (рис. 6). Поверхность раздела указанных участков является зоной действия максимальных касательных напряжений. При этом схема дана для случая свободного резания ($P_x = 0$). В свою очередь упругонапряженная зона состоит из двух полей: поля с растягивающими напряжениями и поля со сжимающими напряжениями. В слоях, расположенных вблизи обработанной поверхности, у режущей кромки напряжения достигают больших значений — появляются пластические деформации, в результате которых после прекращения резания возникают остаточные напряжения. В подповерхностном слое (в зоне действия задней грани инструмента) частицы металла последовательно подвергаются действию сжимающих и растягивающих напряжений [6].

При точении с продольной подачей (рис. 7, а) под действием сил P_z и P_x элементы металла (рис. 7, б) обработанной поверхности приобретают деформацию сдвига, но такому сдвигу препятствуют лежащие ниже упругие слои.

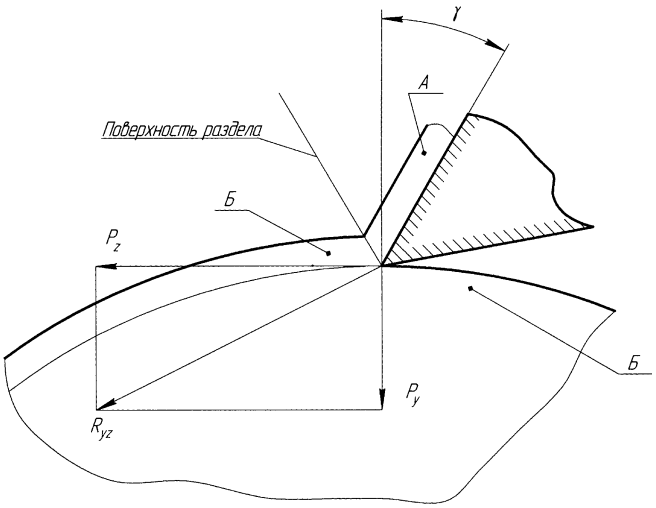


Рис. 6. Зоны деформаций при точении врезанием:

А — пластических деформаций; Б — упругих деформаций

Воспользуемся методом обращенного движения: будем считать, что деталь неподвижна, а резец перемещается. Тогда в процессе резания (рис. 7, в) силовое поле будет перемещаться вместе с резцом. Поверхностные упрочненные элементы обработанной зоны под действием соседних элементов, расположенных ближе к поверхности резания, стремятся вернуться в прежнее положение. Силовое взаимодействие приводит к формированию остаточных касательных напряжений B_z^o. С новым приходом резца к образующей, на которой расположены рассматриваемые элементы, картина повторяется. Причем, чем больше продольная подача s, тем слабее сказывается повторное нагружение, так как напряжения быстро затухают при переходе от точек, расположенных вблизи главной режущей кромки, к точкам обработанной поверхности. Этим объясняется влияние продольной подачи на процесс формирования остаточных касательных напряжений. Действие силы P_x проявляется совершенно аналогично, ибо эта сила вызывает сдвиг того же знака (рис. 7, г). Таким образом, силы P_z и P_x формируют остаточные касательные напряжения одного и того же знака ($B_z^o > 0$). Именно поэтому с ростом сил резания P_z и P_x связано увеличение интенсивности и глубины залегания остаточных касательных напряжений. Если придерживаться указанных взглядов, то в случае свободного точения отсутствуют факторы формирования касательных напряжений и они должны быть равны нулю. В самом деле, все сечения находятся в одинаковых условиях, и по этой причине нет взаимного смещения элементов. Этот вывод подтверждается опытным путем.

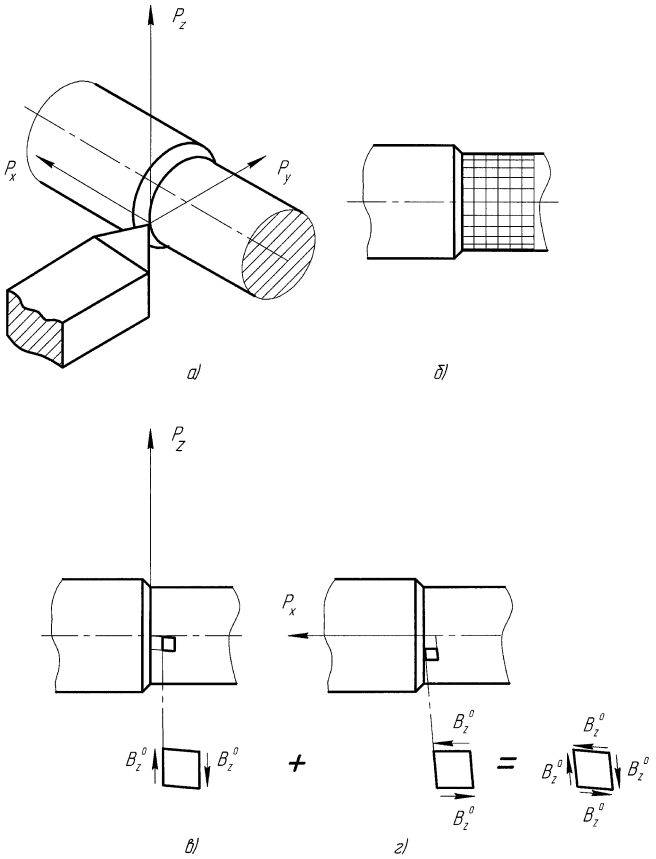


Рис. 7. Формирование остаточных касательных напряжений B_z^o:

а — силы резания; б — сетка элементов (условная); в — силовое взаимодействие элементов в окружном направлении; г — то же в осевом направлении

Выводы

1. При точении с продольной подачей формируются остаточные касательные напряжения. Они имеют положительный знак.

2. На интенсивность и глубину проникновения напряжений оказывают влияние тангенциальная P_z и осевая P_x силы резания.

3. С увеличением продольной подачи интенсивность остаточных касательных напряжений существенно возрастает.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Технологические** остаточные напряжения [Текст]: под ред. д-ра техн. наук проф. А. В. Подзея. — М.: Машиностроение, 1973.
2. **Биргер, И. А.** Остаточные напряжения [Текст] / И. А. Биргер. — М.: Машгиз, 1963.
3. **Работнов, Ю. Н.** Механика деформируемого твердого тела [Текст] / Ю. Н. Работнов. — М.: Наука, 1979.
4. **Корн, Г.** Справочник по математике для научных работников и инженеров [Текст] / Г. Корн, Т. Корн. — М.: Наука, 1968.
5. **Иванов, С. И.** Методика определения остаточных касательных напряжений в поверхностном слое цилиндрической детали [Текст] / С. И. Иванов // Повышение эксплуатационных свойств деталей поверхностным пластическим деформированием. Сб. науч. тр. МДНТП им. Дзержинского, 1971.
6. **Кравченко, Б. А.** Силы, остаточные напряжения и трение при резании металлов [Текст] / Б. А. Кравченко. — Куйбышев: Кн. изд-во, 1962.

Анализ надежности электростартеров современных легковых автомобилей

В. Н. Козловский,
Р. А. Малеев,
кандидаты
техн. наук

Анализируются показатели надежности электростартеров современных легковых автомобилей.

Анализ надежности системы электрооборудования современного легкового автомобиля (рис. 1) показывает, что наибольшее влияние на нее оказывает надежность группы изделий, в состав которых входят электромеханические преобразователи (ЭП). К такой группе изделия относятся генераторы, электростартеры, электромеханические усилители рулевого управления и т. д. При анализе надежности условно объединяем такие изделия в подгруппу ЭП. Рассматривая вероятности безотказной работы (ВБР) подгруппы ЭП в функции пробега, видим, что худшими ВБР обладают: генератор, электромеханический усилитель рулевого управления и электростартер (рис. 2).

Рассмотрим результаты анализа показателей надежности автомобильных электростартеров.

Для анализа надежности автомобильных электростартеров были разработаны соответствующие имитационные математические модели для легковых автомобилей отечественного производства. На входе моделей — базы данных по отказам электростартеров за 2007 г. На выходе показатели надежности (вероятность безотказной работы, интенсивность отказов, частота отказов) электростартеров. В моделях организован процесс расчета показателей надежности и вывод результатов в графическом виде и в виде массивов. Инструментом реализации моделей стала математическая среда Mathlab. При анализе учитывались все отказы электростартеров, кроме отказов электромагнитных пусковых реле.

При проведении общего анализа видно, что надежность электростартеров в интервале анализа (L_1—L_6) изменяется от 1 до 0,86 (см. рис. 2). Изменение ВБР подчиняется функции, близкой к линейной.

В настоящее время наиболее широкое применение в отечественном автомобилестроении нашли электростартеры, выполненные на базе двигателя постоянного тока с возбуждением от постоянных магнитов или с электромагнитным возбуждением. Первый тип электростартеров с возбуждением от постоянных магнитов в настоящее время более востребован, поскольку имеет высокие технико-экономические показатели. Такие электростартеры уста-

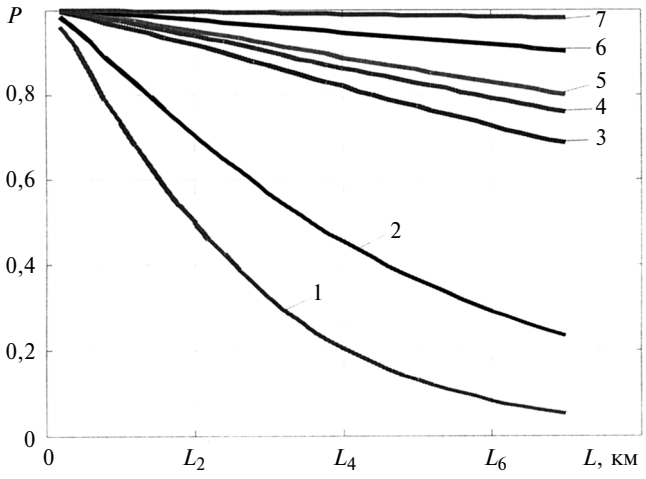


Рис. 1. Зависимость вероятности безотказной работы системы электрооборудования автомобиля и подгрупп изделий системы от пробега:

1 — электрооборудования автомобиля в целом; 2 — изделия, в состав которых входят электромеханические преобразователи; 3 — датчики; 4 — реле; 5 — переключатели; 6 — провода; 7 — контакты

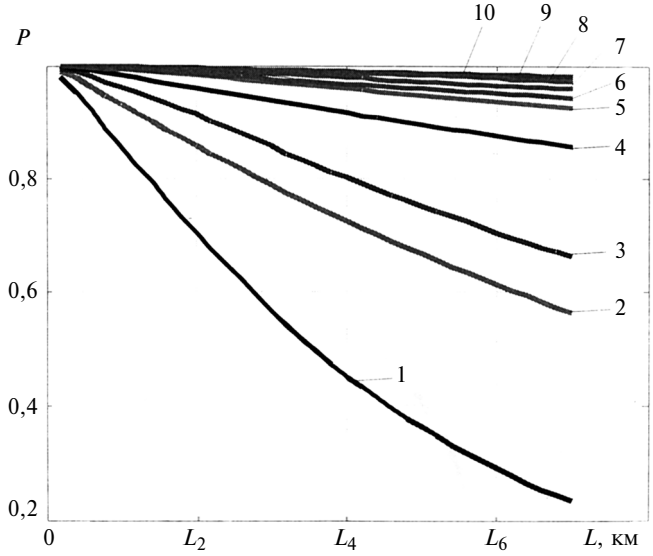


Рис. 2. Зависимости вероятности безотказной работы подгруппы изделий, в состав которых входят электромеханические преобразователи, от пробега:

1 — подгруппа изделий в целом; 2 — генератор; 3 — электромеханический усилитель рулевого управления; 4 — электростартер; 5 — стеклоочиститель; 6 — электродвигатель насоса омывателя; 7, 8 — электростеклоподъемники; 9 — электробензонасос: 10 — электровентилятор

навливаются на современных моделях автомобилей. Второй тип электростартеров с электромагнитным возбуждением по-прежнему применяется в массовом производстве, однако используется в основном на моделях автомобилей старых модификаций.

Ключевое отличие перечисленных типов электростартеров заключается в различных принципах

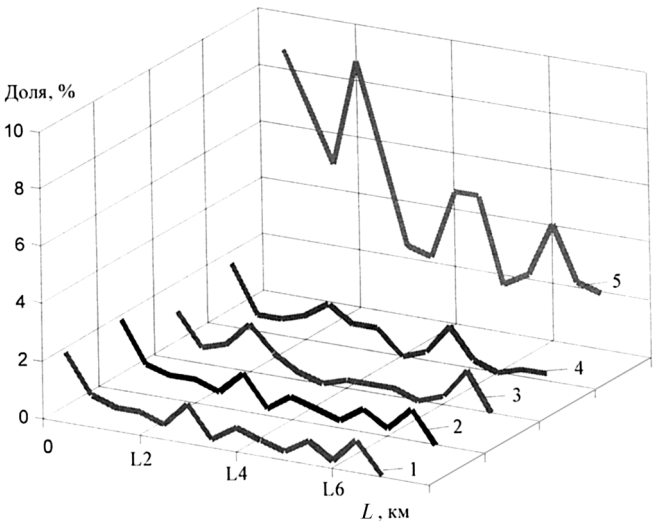


Рис. 3. Спектр основных причин отказов электростартеров в функции пробега автомобилей:

1 — замыкание обмотки статора (ротора); 2 — отказы щеточно-коллекторного узла; 3 — отказы подшипниковых узлов; 4 — обрыв цепи статора (ротора); 5 — несоответствие размерных параметров активной зоны требованиям ТУ

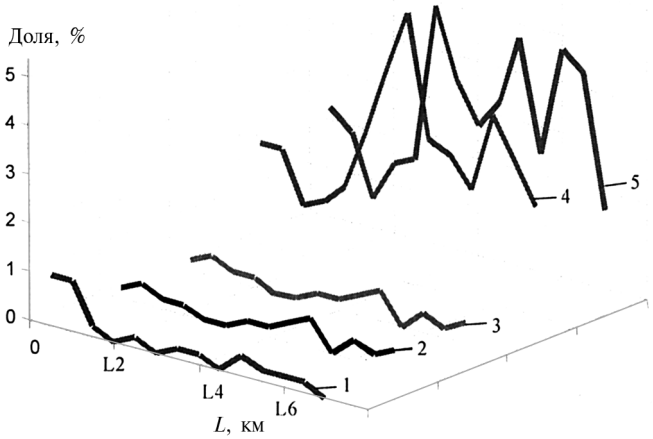


Рис. 4. Спектр основных причин отказов электростартеров в функции пробега автомобилей:

1 — обрыв цепи обмотки ротора; 2 — отказы щеточно-коллекторного узла; 3 — замыкание цепи обмотки ротора; 4 — несоответствие размерных параметров активной зоны требованиям ТУ; 5 — отказы редуктора

возбуждения. Первое отличие — это постоянные магниты полюсов статора, второе — обмотка возбуждения статора. Еще одной особенностью электростартера с возбуждением от постоянных магнитов является наличие в составе конструкции планетарного редуктора, обеспечивающего повышение момента рабочего вала электростартера. Как будет показано далее, перечисленные конструктивные особенности оказывают существенное влияние на надежность технического устройства в целом.

Зависимость спектра основных причин отказов электростартеров в процентной доли в функции пробега показана на рис. 3 и 4. Как видно из рис. 3 и 4, наиболее существенная доля отказов электростартеров связана с отклонениями главных размеров активной зоны ЭП от требований ТУ и отказами планетарного редуктора для электростартера с возбуждением от постоянных магнитов. Данные отказы проявляются на всем интервале анализа надежности (L_1—L_6).

Таким образом, решение проблемы повышения надежности автомобильных электростартеров современных автомобилей находится в области повышения качества изготовления размерных параметров активной зоны электромеханического преобразователя, входящего в его состав, а также в области повышения эффективности системы управления качеством процессов проектирования и производства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Ермолин, Н. П.** Надежность электрических машин [Текст] / Н. П. Ермолин, И. П. Жерихин. — Л.: 1976. — 248 с.
2. **Черкесов, Г. Н.** Надежность технических систем [Текст] / Г. Н. Черкесов. — М.: 1974. — 296 с.
3. **Ютт, В. Е.** Электрооборудование автомобилей [Текст] / В. Е. Ютт. — М.: 1995. — 304 с.

Моделирование технологической системы с управлением контроллером с нечеткой логикой

В. А. Михайлов, канд. техн. наук проф.,
Н. А. Шершаков, инж.

Рассматривается повышение эффективности управления технологическими системами на основе совместного моделирования с контроллером с нечеткой логикой и упругой системы станка, что позволяет получить результаты, адекватные реальным системам и, следовательно, использовать их при автоматизации конструкторско-технологической подготовки производства.

Одним из направлений применения интеллектуальных систем при управлении и моделировании технологических систем является решение рассматриваемой задачи с использованием системы, состоящей из MSCvisualNastran и MATLAB.

Для управления подачей на станке с ЧПУ применительно к контроллеру с нечеткой логикой (нечеткому контроллеру) разработаны пять лингвистических правил управления, состоящих в следующем:

— правило ЛПУ 1: если подача меньше заданной — увеличить ход суппорта;

— правило ЛПУ 2: если подача больше заданной — уменьшить ход суппорта:

— правило ЛПУ 3: если подача уменьшается — увеличить ход суппорта;

— правило ЛПУ 4: если подача возрастает — уменьшить ход суппорта;

— правило ЛПУ 5: если набор значений подачи снижается — увеличить ход суппорта;

— правило ЛПУ 6: если подача возрастает — уменьшить набор хода суппорта.

Таким образом, в правилах 1 и 5 ход возрастает, а согласно правилу 4 он снижается, т. е. действия противоположны. При нечетком управлении благодаря нечеткому выводу задающая величина определяется путем установления компромисса между правилами, приводящими к таким противоположным действиям. Правила ЛПУ 1—6 не являются окончательными. При изменении архитектуры системы с ЧПУ, механики станка или увеличении критериев точности обработки они могут дополняться другими ЛПУ. Следовательно, в виртуальный контроллер изначально заложена высокая степень адаптивности на изменяющиеся условия работы. В операторной форме правила 1—6 отобразятся в виде:

ЛПУ 1: если E_k есть P_1, то U_k есть Pu_1;

ЛПУ 2: если E_k есть N_1, то U_k есть Nu_1;

ЛПУ 3: если ∇E_k есть P_2, то ∇U_k есть Pu_2;

ЛПУ 4: если ∇E_k есть N_2, то ∇U_k есть Nu_2;

ЛПУ 5: если $\nabla_2 E_k$ есть P_3, то ∇U_k есть Pu_3;

ЛПУ 6: если $\nabla_2 E_k$ есть N_3, то ∇U_k есть Nu_3,

где k — момент времени; $E_k = s - s_y$, отклонение регулируемой величины (здесь s, s_y — заданная и текущая скорость подачи); $\nabla U_k = U_k - U_{k-1}$ — приращение задающей величины; P, N — положительное и отрицательное; $\nabla E_k = E_k - E_{k-1}$ — разность отклонений 1-го порядка; $\nabla_2 E_k = E_k - E_{k-1}$ — разность отклонений 2-го порядка.

Правила 1 и 2 соответствуют интегральному, 3 и 4 — пропорциональному, 5 и 6 — дифференциальному действиям. Однако их обработка выполняется с помощью нечетких выводов. Нечеткий вывод представляется следующими выражениями:

предпосылка 1: если E_k есть P_1, то ∇U_k есть Pu_1;

предпосылка 2: E_k есть P'';

заключение: ∇U_k есть $C1$.

Здесь P'' и $C1$ — нечеткие (лингвистические) переменные.

Таким образом, при задании нечеткого условного предложения предпосылки 1 и P'' в качестве нечеткого входного значения определяется заключение (нечеткое выходное значение) $C1$. Величины P_i, Pu_i, N_i, Nu_i (i = 1, 2, 3), входящие в правила, представляют собой нечеткие множества, которые имеют функции принадлежности для каждой переменной. Функции предпосылок имеют вид арктангенсов, а функции принадлежности заключений — прямых линий. Представление предпосылки в виде кривой с насыщением необходимо для того, чтобы усиление контроллера при почти нулевом отклонении от заданной величины было большим, а если отклонение будет возрастать, то происходило бы насыщение усиления. Благодаря этому задающую величину можно ограничить даже при вводе в контроллер очень больших ошибочных данных. Важным аспектом, связанным со структурой нечеткого контроллера, является определение параметров a_i, b_i (i = 1, 2, 3) функций принадлежностей. На практике в качестве входной информации используются четкие значения.

Полагая, что отклонения есть собственно отклонения 1-го и 2-го порядков, задающую функцию U_k определяем следующим образом. Пусть $E_1 = E$, $E_2 = \nabla E$, $E_3 = \nabla_2 E$. Функция принадлежности предпосылки для E имеет вид

$$Mp_1 1(E_1) = 1/\pi \operatorname{arctg}(d_1 E_1) + 0{,}5;$$

$$Mn_i(E_i) = 1/\pi \operatorname{arctg}(-d_i E_i) + 0{,}5, \ (i = 1, 2, 3),$$

где $d_i = \operatorname{tg}(0{,}45\Pi)/a_i$, i = 1, 2, 3.

Функция принадлежности заключения имеет вид:

$$Mpu_1(\nabla U) = 1/2b_i = \nabla U + 0{,}5;$$

$$Mnu_i(\nabla U) = -1/b_i = \nabla U + 0{,}5 \ (i = 1, 2, 3).$$

С помощью процедур нечеткого вывода можно определить нечеткое множество задающих величин. Точки пересечения функций принадлежности выразим в виде

$$\nabla U_1 = 1/\pi\{\operatorname{arctg}(d_1 E_k) + \operatorname{arctg}(d_2 \nabla E_k)\}/(g_1 + g_2),$$

$$\nabla U_2 = 1/\pi\{\operatorname{arctg}(d_2 \nabla E_k) + \operatorname{arctg}(d_3 \nabla_2 E_k)\}/(g_2 + g_3),$$

$$\nabla U_3 = 1/\pi\{\operatorname{arctg}(d_3 \nabla_2 E_k) + \operatorname{arctg}(d_1 E_k)\}/(g_3 + g_1),$$

где $g_i = 1/2b_i$ при i = 1, 2, 3, то $\nabla U_k = \text{medium}\{\nabla U_1, \nabla U_2, \nabla U_3\}$ (здесь medium — среднее значение).

Задающая величина относительно ∇U_k выражается двумя линейными связями относительно $\operatorname{arctg}(dlE_k)$, $\operatorname{arctg}(d_2 \nabla E_k)$, $\operatorname{arctg}(d_3 \nabla_2 E_k)$, а относительно E_k, ∇E_k, $\nabla_2 E_k$ — нелинейной связью. Поэтому можно считать, что НК — это нелинейный ПИД-контроллер.

Сопоставление полученных результатов с данными натурных исследований подтвердили высокую эффективность модели технологической системы при использовании виртуальной реализации контроллера с нечеткой логикой.

Применение разработанного подхода для управления технологическими системами в сочетании с использованием для управления нечеткого контроллера, реализованного в структуре MATLAB и технологической системы в MSCvisualNastran, позволяет найти оптимальное сочетание конструктивных и технологических параметров на стадии конструкторско-технологической подготовки производства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Михайлов, В. А.** Определения показателей качества технологических систем на основе моделирования ближнего и дальнего поля методами МКЭ и МГЭ с применением теории нечетких множеств [Текст] / В. А. Михайлов // Сборник Международной научно-технической конференции "100 лет российскому автомобилю, промышленность и высшая школа". — М.: МГТУ МАМИ. — 1996.
2. **Михайлов, В. А.** Моделирование неоднородных технологических систем при композиционном проектировании. [Текст] / В. А. Михайлов // Сборник докладов на международном симпозиуме "Приоритеты развития отечественного автотракторостроения и подготовки кадров". — М.: МГТУ МАМИ. — 2001.
3. **Михайлов, В. А.** Моделирование замкнутых динамических систем металлорежущих станков на ПК Euler [Текст] / В. А. Михайлов // Сборник докладов на XXXIX международной научно-технической конференции. Приоритеты развития отечественного автотракторостроения и подготовки инженерных кадров. — М.: МГТУ МАМИ. — 2002.

Камазовцы — на верхних этажах престижного рейтинга

Генеральный директор ОАО "КАМАЗ" Сергей Когогин вошел в первую десятку самых профессиональных менеджеров страны среди первых руководителей компаний в рейтинге Издательского дома "КоммерсантЪ" и Ассоциации менеджеров России.

В рейтинге по отрасли "Машиностроение", опубликованном в газете "КоммерсантЪ" от 25 сентября, ему отведено 9-е место. Примечательно, что среди топ-менеджеров "немосковских" компаний камазовский генеральный директор — второй.

(Отдел по связям с общественностью ОАО "КАМАЗ")

Особенности подготовки колес с внутренними зубьями под шевингование

Б. М. Солоницын, инж., заслуж. технолог РФ,
В. В. Клепиков, д-р техн. наук проф.

Рассматриваются варианты среза головки зуба колеса внутреннего зацепления долбяком, обеспечивающим заданный припуск под шевингование.

В связи с тем, что процесс шевингования ведется при беззазорном сопряжении зубьев инструмента и колеса, врезание режущих кромок может происходить в зоне ножек зубьев колеса.

Для устранения этого нежелательного явления стремятся исключить из резания вершины зубьев шевера, в частности, благодаря модификации долбяков.

При расчете долбяков необходимо провести проверку на возможный срез головок зубьев колеса, который может произойти от нескольких независимых друг от друга условий (см. рисунок).

В одном случае срез головки зубьев колеса может произойти при врезании долбяка в заготовку колеса, если расстояние *X* от точки *B* зуба долбяка до межцентровой линии будет больше расстояния *Y* от точки *A* соответствующего зуба колеса до межцентровой линии. В другом случае срез может произойти в тот момент, когда точка *B* зуба долбяка при выходе зуба из зацепления совместится с точкой пересечения окружностей выступов и долбяка раньше, чем точка *A* соответствующего зуба колеса. Кроме того, срез головки зуба колеса может произойти, если точка пересечения окружности выступов колеса с линией зацепления расположится ниже точки *M* (касания линии зацепления с основной окружностью долбяка).

Проверку долбяка на возможный срез зуба колеса целесообразно проводить при врезании долбяка. Срез зуба колеса при выходе зуба долбяка из зацепления не произойдет, если точка *A* зуба колеса переместится в точку пересечения окружностей выступов долбяка и колеса раньше, чем точка *B* зуба долбяка.

Возможный срез (Δ) головки зуба колеса при врезании долбяка можно определить по формуле:

$$\Delta = r_e \sin\left(\theta + \varepsilon\frac{\pi}{Z}\right) - R_e \sin\left(\theta_u + \varepsilon\frac{\pi}{Z_u}\right),$$

где r_e, R_e — соответственно радиусы окружностей выступов зубьев колеса и долбяка; θ, θ_u — соответственно угол головки зуба колеса и долбяка; ε — коэффициент, показывающий на какую часть центрального угла, равного $\frac{\pi}{Z}$, $\frac{\pi}{Z_u}$, отклонились от перпендикулярного положения зубья колеса и долбяка; Z, Z_u — соответственно число зубьев колеса и долбяка.

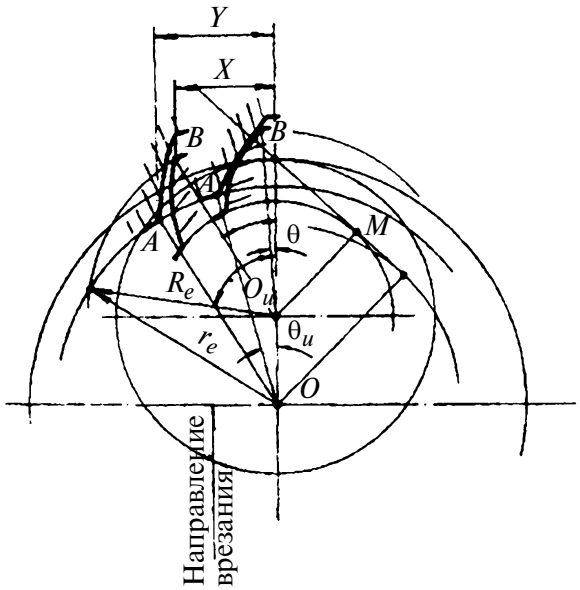


Схема проверки долбяка на срез головок зубьев колес внутреннего зацепления при их нарезании

Для упрощения дальнейших расчетов введем следующие обозначения:

$$K = \frac{r_e}{R_e}; M = \frac{\pi}{Z_u}; N = \frac{Z_u}{Z}.$$

Критическое значение коэффициента $\varepsilon_{кр}$, при котором возможный срез Δ головки зуба долбяка будет иметь наименьшее значение, можно определить по следующей формуле:

$$\varepsilon_{кр} = \frac{K^2\theta - \theta_u}{M(I - N^3K)} + \sqrt{\left[\frac{K^2\theta - \theta_u}{M(I - N^3K)}\right]^2 - \frac{K(\theta^2 - 2) + 2 - \theta_u^2}{M^2(N^3K - 1)}}.$$

Таким образом, число вариантов оценки среза головки зуба колеса внутреннего зацепления долбяком (обеспечивающим заданный припуск под шевингование зубьев колеса) можно ограничить контролем на срез при врезании долбяка и возможностью пересечения линии зацепления с окружностью выступов колеса ниже точки *M*.

При изготовлении долбяков, предназначенных для подготовки зубьев колес под шевингование, утолщение на зубе долбяка профилируется при относительном движении шлифовального круга, поэтому кривая утолщения может представлять собой удлиненную эвольвенту.

Величина отклонения от эвольвенты зависит от угла зацепления.

Однако увеличение угла зацепления ограничено ввиду опасности "зарезания" кругом боковой стороны соседнего зуба. Обычно шлифовальный круг представляют в виде боковой стороны прямобочной рейки. При этом процесс шлифования может рассматриваться как зацепление рейки с долбяком. Угол профиля рейки можно подобрать так, чтобы точка контакта зуба рейки сопрягалась с точкой начала контакта рабочей части профиля на противоположных сторонах впадины зубьев долбяка.

Причем при расчете долбяков необходимо учитывать и особенности конструкции шеверов, диаметр которых для колес внутреннего зацепления значительно меньше, чем для колес внешнего зацепления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Орлов, П. Н.** Технологическое обеспечение качества деталей [Текст] / П. Н. Орлов — М.: Машиностроение, 1988. — 384 с.
2. **Машиностроение.** Энциклопедия [Текст]. — Раздел IV "Расчет и конструирование машин". Т. IV Металлорежущее оборудование. — М.: Машиностроение, 1999. — 893 с.
3. **Калашников, С. Н.** Шевингование зубчатых колес [Текст] / С. Н. Калашников, А. С. Калашников. — М.: Высшая школа, 1985. — 273 с.
4. **Качество машин.** Справочник [Текст] / Под ред. А. Г. Суслова — М.: Машиностроение, 1995. — Т. 1. — 256 с., Т. 2 — 430 с.
5. **Клепиков, В. В.** Качество изделий [Текст] / В. В. Клепиков, В. В. Порошин, В. А. Голов — М.: МГИУ, 2005. — 248 с.
6. **Борискин, О. Н.** Методология оптимизации инструмента [Текст] / О. Н. Борискин — Тула: ТулГУ, 2001. — 190 с.

Шаталов В.А. **Космические будни.**

ISBN 978-5-217-03420-8

Цена с НДС 385 руб.

Автор этой книги – целеустремленный и отважный человек. Он хотел стать классным летчиком-истребителем и стал им. После полета Ю.А. Гагарина «заболел» космосом и, несмотря на преграды, буквально прорвался в отряд космонавтов. Совершил три космических полета, а затем в 1971 г. после Героя Советского Союза генерал-полковника Н.П. Каманина был назначен помощником Главнокомандующего ВВС, ответственным за организацию и обеспечение космических полетов, и проработал на этой должности 20 лет.

Читатель найдет в этой книге воспоминаний Космонавта-13 немало нового, дополняющего неисчерпаемую и непростую историю нашей космонавтики.

Приобрести книгу можно непосредственно в издательстве "Машиностроение", прислав заявку в отдел реализации по факсу: (495) 269-48-97; по e-mail: realiz@mashin.ru; по почте: 107076, Москва, Стромынский пер., 4. ООО "Издательство Машиностроение". Справки по тел. (495) 269-66-00. http://www.mashin.ru

Современные информационные технологии при конструкторско-технологической подготовке производства

В. А. Михайлов, канд. техн. наук проф.,
Н. А. Шершаков, инж.

Рассматриваются особенности применения метода иерархического параллельно-последовательного композиционного проектирования и управления технологическими системами в сочетании с использованием для управления и моделирования комплексной вычислительной структуры, объединяющей систему MSCvisualNastran с системой MATLAB.

Решение проблемы повышения точности и качества изготовления элементов машиностроительных устройств возможно только на основе совершенствования методов определения статических и динамических показателей качества технологических систем (ТС), а также методов компенсации возникающих погрешностей обработки. В разработанном технологическом процессоре используется метод иерархического параллельно-последовательного создания и управления технологическими системами на основе применения нечетких решений, что позволяет формировать на основе типовых моделей-модулей модели технологических систем. При этом учитывается замкнутость технологической системы. Структурная схема процесса проектирования показана на рис. 1.

Создание виртуального станка включает решение трех основных задач: 1) формообразующая система; 2) система управления; 3) система привода главного движения и подач. Особенности решения первой задачи достаточно хорошо изложены в работах [1, 2].

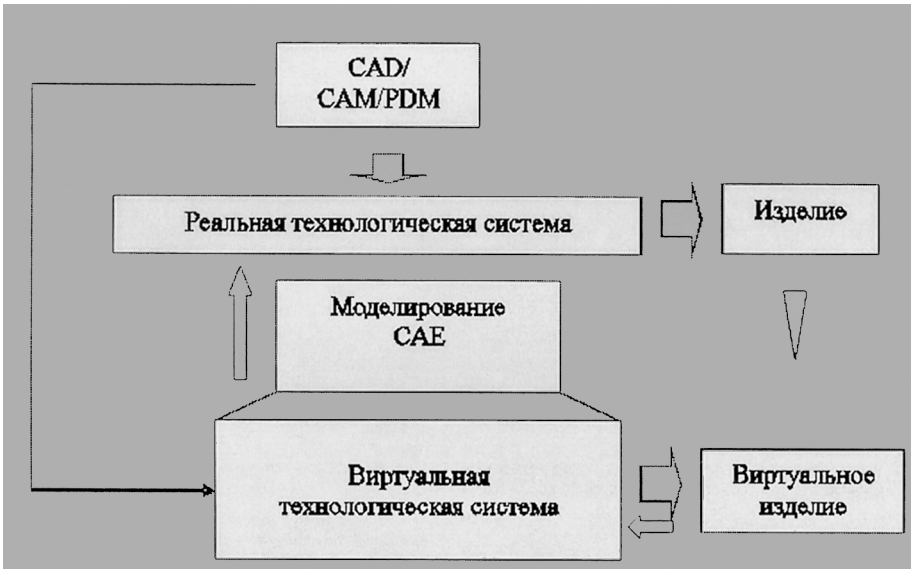


Рис. 1. Схема процесса проектирования

Современные системы управления и автоматизированные электроприводы представляют собой сложные динамические системы, включающие различные линейные и нелинейные элементы (двигатели, магнитные и электронные усилители, полупроводниковые и другие элементы).

В современных системах ЧПУ управление электроприводом осуществляется на основе контроллеров и электронных устройств управления приводами. Благодаря электронным методам управления до настоящего времени применяются устройства, использующие пропорционально-интегрально-дифференциальное (ПИД), адаптивное, нелинейное или оптимальное управление. Для этих методов управления нужно, чтобы динамические характеристики были известны и не изменялись, а возмущающие факторы были незначительны. Однако динамические характеристики станка изменяются в зависимости от условий обработки. Таким образом, существует необходимость в разработке правил оптимального управления при изменении динамических характеристик.

Для проверки эффективности разработанной методологии выполнена оценка точности обработки деталей транспортных устройств на токарных станках с ЧПУ.

В процессе проектирования или управления ТС возможно применение самонастраивающихся систем с определением параметров объектов с помощью подстраиваемых моделей.

Выбор такой структуры обусловлен сложностью процессов, быстроизменяющихся во времени и требующих максимально точных реакций САУ на различные изменения. От точности и быстродействия САУ зависят в итоге точность и качество обработанной детали.

Возможно применение различных схем построения самонастраивающихся систем, основанных на определении параметров управляемых объектов методом подстраиваемых моделей.

Решение рассматриваемой задачи выполнено в комплексной вычислительной структуре, объединяющей систему MSCvisualNastran с системой MATLAB, с использованием модуля Vnplant, интегрированного в среду Simulink системы MATLAB. Модуль предназначен для построения систем управления моделями, созданными в системе MSCvisualNastran.

В результате рассматриваемого подхода разработана система управления приводом как главного движения токарного модуля, так и подачи, обеспечивающая постоянную скорость резания и подачи. Исследования направлены на изучение наиболее эффективных систем управления условиями обработки на стадии конструкторско-технологической подготовки производства.

Этапы построения модели приняты следующими. *На первом этапе* создается из библиотеки типовых моделей твердотельная модель шпинделя, патрона, обрабатываемой детали, суппорта, резцедержателя и резца с учетом электродвигателей. Эти модели достаточно точно отражают детали и узлы токарного модуля на базе станка 16К20Ф3. *На втором этапе* модель экспортируется в среду MSCvisualNastran. В MSCvND на узлы и сопрягаемые детали накладываются связи и граничные условия в соответствии с реальными условиями работы ТС. *На третьем этапе* создаются в структуре Simulink системы MATLAB разработанные системы управления. *На четвертом этапе* выполняется моделирование системы "ТС — процесс резания — система управления".

Первый вариант системы — это самонастраивающаяся система с определением параметров методом наименьших квадратов и градиентным методом.

Система состоит из управляемого технологического объекта с априорно известной структурой, заданной передаточной функцией, и вычислительного устройства (ВУ). Работа ВУ в такой системе определяется тремя параметрами и состоит в следующем. На основании информации о состоянии управляемой ТС и входном воздействии вычислитель формирует управляющие сигналы $u(n)$ в соответствии с уравнением регулятора (рис. 2).

При изменении параметров управляемой ТС требуется соответствующее изменение коэффициентов c_i и d_j. Для вычисления последних необходимо знать в каждый момент времени значения коэффи-

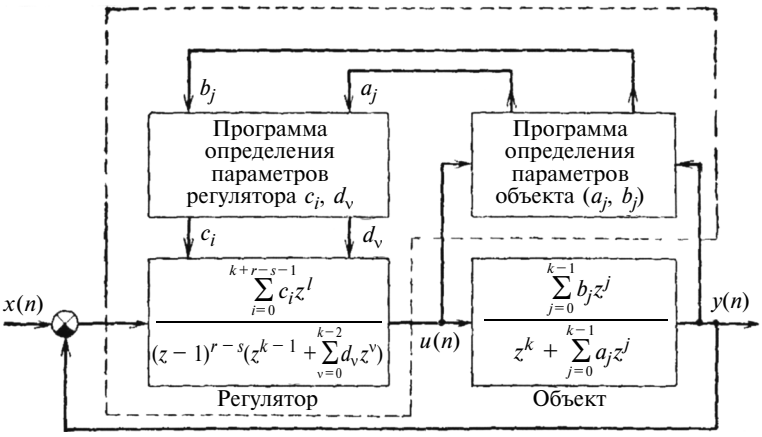


Рис. 2. Схема самонастраивающейся системы с определением параметров методом наименьших квадратов

циентов a_i и b_j дискретной модели ТС, определяемой передаточной функцией. Задачи определения коэффициентов a_i и b_j решаются вычислителем в соответствии с алгоритмом метода наименьших квадратов. Для этой цели вводятся значения управляющего сигнала $u(n)$ и выходной переменной объекта $y(n)$.

После определения коэффициентов a_i и b_j решается задача вычисления новых значений параметров регулятора в соответствии с алгоритмами решения линейных алгебраических уравнений.

Корректировка параметров регулятора (параметров алгоритма формирования управляющей функции) может производиться периодически или эпизодически. Необходимость использования того или иного режима работы самонастраивающейся системы определяется в каждом конкретном случае в зависимости от характера изменения параметров управляемых ТС и специфики их практического применения.

При определении параметров объекта по измерениям реальных значений его выхода и входа, как это имеет место в рассматриваемой системе, имеется возможность автоматически учитывать возмущения, действующие на ТС. Это осуществляется в системе через вычисляемые коэффициенты a_i и b_j передаточной функции объекта и значения коэффициентов c_i и d_j регулятора. При периодической (на каждом такте управления) корректировке параметров регулятора система управления будет стремится ликвидировать действующие возмущения.

Второй вариант системы — это самонастраивающаяся система с определением параметров управляемых ТС с помощью моделей, подстраиваемых градиентным методом. Структурная схема самонастраивающейся системы с определением параметров градиентным методом приведена на рис. 3.

Модель желаемого процесса формируется ВУ. На ее вход поступает такое же воздействие $x(n)$, какое поступает на вход реальной системы управления. Выходная переменная модели $y_ж(n)$ сравнивается с выходом $y(n)$. Рассогласование используется для осуществления настройки параметров регулятора заданной структуры. Цель настройки состоит в том, чтобы приблизить переходные процессы в реальной системе к процессу

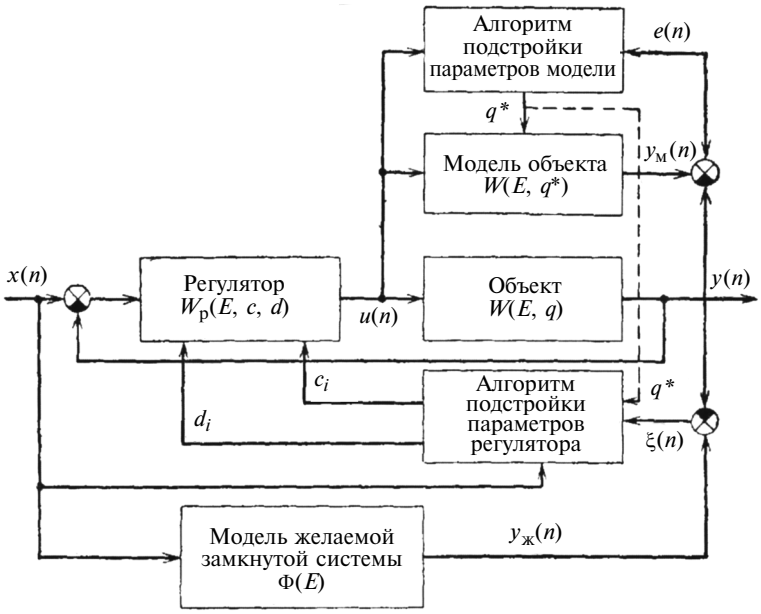


Рис. 3. Схема самонастраивающейся системы с определением параметров градиентным методом

$$y_ж(n) = \Phi(E)x(n).$$

Выбирая за меру качества настройки величину

$$F = Q(E)\psi(\xi), \qquad (21)$$

получим законы изменения параметров регулятора от параметров c и d в виде

$$W_р(E) = W_р(E, c, d). \qquad (22)$$

Тогда в соответствии с рис. 3 имеем

$$y(n) = W_р(E, c, d)W(E, q)[x(n) - y(n)]. \qquad (23)$$

Поскольку рассогласование $\xi(n)$ зависит от настраиваемых параметров, мера F является функцией этих параметров: $F = F(c, d)$.

Следовательно, для градиентного метода настройки законы изменения параметров регулятора можно представить в виде

$$c(n+1) = c_i(n) + \gamma\frac{\partial F(c, d)}{\partial c_i},$$

$$i = 0, 1, ..., k + r - s - 1;$$

$$d_j(n+1) = d_j(n) + \gamma\frac{\partial F(c, d)}{\partial d_i},$$

$$i = 0, 1, ..., k - 1.$$

$$(\gamma < 0).$$

Разностные уравнения имеют вид:

$$c(n+1) = c_i(n) + \gamma Q(E)\left[\frac{\partial\phi(\xi)}{\partial\xi}\phi_{cj}(E, c, d, q)x(n)\right];$$

$$d_j(n+1) = d_j(n) + \gamma Q(E)\left[\frac{\partial\phi(\xi)}{\partial\xi}\phi_{dj}(E, c, d, q)x(n)\right],$$

где

$$\phi_{cj}(E, c, d, q) = \frac{\partial\phi((E, c, d, q))}{\partial c_j};$$

$$\phi_{dj}(E, c, d, q) = \frac{\partial\phi((E, c, d, q))}{\partial d_j}.$$

При этом

$$\phi(E, c, d, q) = \frac{W_{\text{p}}(E, c, d)W(E, q)}{1 + W_{\text{p}}(E, c, d)W(E, q)}$$

и представляет собой оператор замкнутой системы.

Для реализации алгоритма настройки параметров регулятора необходимо знать параметры объекта q. Определение этих параметров осуществляется с помощью специального алгоритма.

Третий вариант управления реализован с использованием методов нечеткой логики. Особенностями нечеткого управления является возможность представления техники и знаний об управлении, которыми обладает оператор, с помощью лингвистических правил управления (ЛПУ), что позволяет обойтись без количественной модели объекта управления. Поэтому в качестве устройства управления с функциями адаптации к изменениям динамических характеристик станка с ЧПУ разработан нечеткий контроллер (НК), который построен на основе качественных соотношений между подачей и частотой вращения коленчатого вала двигателя, т. е. правил и знаний управления. Информация о частоте вращения в виде напряжения поступает в контроллер. Значения напряжения заданной и текущей частоты вращения получаются с помощью аналого-цифровых преобразователей (АЦП), затем вычисляются отклонения скорости и другие параметры. Далее на основе нечетких ЛПУ с использованием нечеткого вывода вычисляется задающая величина, которая через цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП) поступает на компаратор. Он осуществляет управление с обратной связью исполнительным механизмом. Механическая часть привода состоит из датчика частоты вращения двигателя, соединительной муфты, редуктора, винтовой пары, исполнительного органа и датчика положения. Динамическая модель разомкнутой системы электропривода:

$$G(s) = V(S)/W(S) = K_cK_t/(JL + J(R + K_i)_s + K_tK_b,$$

где K_c — коэффициент передачи АЦП; K_b — постоянная противо-ЭДС двигателя; K_i — коэффициент обратной связи по току; K_t — постоянная момента двигателя; L — индуктивность якоря двигателя; J — момент инерции двигателя и нагрузки; R — активное сопротивление якоря двигателя.

Сопоставление полученных результатов с данными натурных исследований подтвердили высокую эффективность созданного виртуального станка при использовании всех трех подходов.

Применение метода иерархического параллельно-последовательного композиционного проектирования и управления технологическими системами в сочетании с использованием для управления и моделирования комплексной вычислительной структуры, объединяющей систему MSCvisualNastran с системой MATLAB, обеспечивает: повышение точности конструкторско-технологических решений при создании высокоточных и надежных технологических систем с высоким ресурсом работы, обладающих минимальной массой; требуемую точность управления рабочими процессами, а также высокое качество изготовления деталей на автоматизированном оборудовании с управлением от ЧПУ или контроллерами; сокращение времени на подготовку управляющих программ и уменьшения затрат на проверку решений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Михайлов, В. А.** Прогнозирование погрешностей обработки в технологическом блоке САП [Текст] / В. А. Михайлов // Сборник Обеспечение технологической точности и надежности деталей автомобильной техники. Межвузовский сборник научных трудов. — М.: Втуз-Зил. — 1989.
2. **Михайлов, В. А.** Моделирование технологических систем в среде программного комплекса "Euler" [Текст] / В. А. Михайлов, В. Е. Исаев // САПР и графика. — 1999. — № 1.
3. **Михайлов, В. А.** Иерархический параллельно-последовательный метод моделирования неоднородных технологических систем [Текст] / В. А. Михайлов // Сборник Технологическая системотехника. Первая электронная международная научно-техническая конференция. — Тула. — 2002.

ПРЕМЬЕРЫ
НА МОСКОВСКОМ
МЕЖДУНАРОДНОМ
АВТОМОБИЛЬНОМ
САЛОНЕ-2008
MT-0808-PS

FIAT

PORSCHE
STUTTGART
S AZ 356

ISUZU

Повышение качества обработки зубчатых колес при шевинговании

Б. М. Солоницын, инж. заслуж. технолог РФ,
В. В. Клепиков, д-р техн. наук проф.

Рассматриваются различные факторы повышения качества обрабатываемых поверхностей зубчатых колес, позволяющих снизить радиальное биение.

Повышение качества рабочих поверхностей сопрягаемых колес способствует снижению уровня шума зубчатого зацепления.

Согласно системе стандартов ИСО 9000 и 9001 управление технологическим процессом зависит от ряда параметров. В условиях обработки зубчатых колес особое значение приобретают такие факторы, как физико-механические свойства обрабатываемого материала: режимы резания, величина и равномерность снимаемого припуска, условия работы режущих кромок шевера, возможности оборудования и т. д.

Отдельные узлы шевинговальных станков, такие как вертикальная стойка, инструментальный суппорт и оправка для закрепления обрабатываемого колеса, подвергаются существенным тепловым воздействиям, что сказывается на точности обрабатываемого профиля. Погрешности, полученные при установке заготовки на оправке, влияют на радиальное биение зубчатого венца, угол отклонения линии профиля и волнообразности обрабатываемого профиля. При использовании зажимных приспособлений грибковой формы (при установке по торцам) погрешность радиального биения зубчатого венца снижается.

Однако разжимные (клиновые) оправки, обеспечивая беззазорное центрирование заготовки, позволяют дополнительно снизить погрешность радиального биения зубчатого венца.

При обработке вал-шестерни существенное влияние на точность обработки оказывают осевые и радиальные усилия шевингования, что вызывает необходимость использования дополнительных подводных опор, располагаемых как можно ближе к базовым поверхностям заготовки.

Лучшие результаты достигаются при использовании гидравлических люнетов, обеспечивающих постоянное усилие поджима и равнодействующее усилие, соответствующее силе резания.

Благодаря коррекции рабочего профиля шевера можно снизить погрешности отклонения профиля и бочкообразности по высоте зуба обрабатываемого колеса. В результате снижения радиального биения можно уменьшить высоту микронеровностей эвольвентного профиля зубьев. Снижение радиального биения шевера оказывает существенное влияние не только на качество поверхностного слоя и точность обработки, но и на стойкость инструмента.

На производительность и качество обработки существенно влияет предварительная обработка заготовок, в частности, перпендикулярность базового отверстия и торца, величина и равномерность оставленного под шевингование припуска и т. д. Погрешность параллельности торцов заготовки желательно должна составлять 0,01 мм, параллельность базового отверстия — 0,002 мм, а при обработке вал-шестерни погрешность базового диаметра (под люнеты) — менее 0,01 мм. Радиальное биение зубчатого венца (для цилиндрических колес и вал-шестерни) должно быть не более 0,03 мм.

На качество обрабатываемых поверхностей существенно влияет также износ режущих кромок шевера, а на их стойкость величина снимаемого припуска при переточках. Анализ значений износа режущих кромок зубьев шевера показал, что величина сошлифованного слоя должна быть меньше значений максимально износа режущих кромок, но не менее 0,04 мм на сторону зубьев шевера.

При заточке длина общей нормали зубьев шевера уменьшается, поэтому необходимо корректировать его наружный диаметр. Количество переточек шеверов определяется его износом, формой, расположением и глубиной стружечных канавок. При этом минимальная возможная глубина стружечной канавки должна соответствовать 0,1 мм.

Дисковые шеверы, имеющие постоянное смещение геометрического профиля, обеспечивают более стабильные показатели качества обрабатываемых колес независимо от числа переточек шевера.

Для каждого сошлифованного слоя с рабочей поверхности шевера необходимо рассчитывать соответствующее направление угла наклона зуба. Обычно при переточке зубьев шевера изменяется направление в сторону меньшего угла наклона зуба. Соответственно уменьшается диаметр основной окружности шевера. Для повышения стойкости шеверов по ширине зуба стружечные канавки целесообразно выполнять с разной глубиной.

Производительность процесса шевингования возможно повысить различными способами. В частности, способом совмещения чернового и чистового шевингования при соответствующем изменении скорости резания (две скорости резания), что позволяет увеличить производительность на 25 %.

Одним из наиболее перспективных способов чистовой обработки зубьев можно считать врезное шевингование. При этом способе благодаря спиральному расположению режущих зубьев шевера производительность обработки возрастет в 3—4 раза (рис. 1), а угол наклона зуба дискового шевера и обрабатываемого колеса определяет направление и угол пересечения осей. При врезном шевинговании

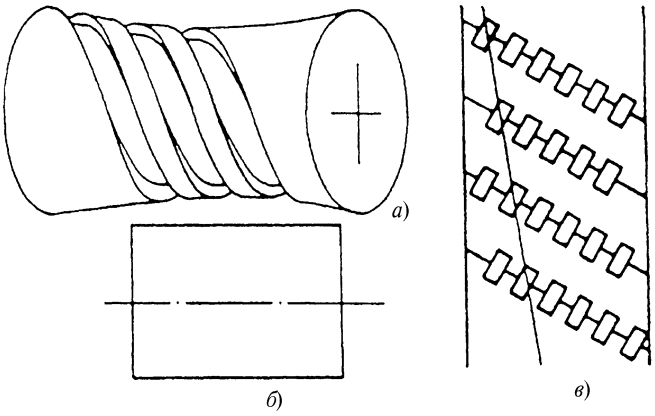


Рис. 1. Схема расположения режущих кромок инструмента при врезном шевинговании:

а — шевер; б — колесо; в — зубья шевера

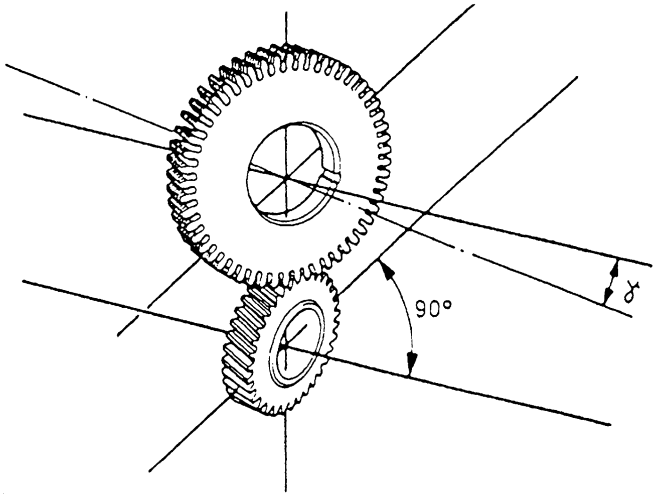


Рис. 2. Схема расположения инструмента и колеса при врезном шевинговании

поперечная подача инструмента осуществляется только в радиальном направлении (рис. 2).

Шевер имеет большую ширину по сравнению с шириной венца обрабатываемого колеса. При расчете шевера особое внимание уделяется коэффициенту перекрытия профилей в нормальном сечении перекрещивающихся осей шевера и колеса. Если конструкция шевера сложнее стандартного, то конструкция станка проще, так как требуется обеспечить только поперечное движение суппорта. Наладка станка осуществляется путем регулирования угла пересечения осей и конусности профиля.

Современное шевинговальное оборудование имеет автоматическую систему обеспечения межосевого расстояния, угла пересечения осей и других показателей, что практически не требует наладки и подналадки станка. В то же время переналадка оборудования для обработки колес с другими параметрами потребует соответствующего времени наладки, связанного в основном с заменой инструмента.

Процесс загрузки и выгрузки колес на шевинговальный станок автоматизирован, универсален и практически не требует времени на переналадку. Следует учитывать, что для врезного шевингования необходимо оставлять меньший припуск по сравнению с диагональным, что связано с необходимостью выполнения повышенных требований к процессам предварительной обработки зубчатых колес.

Таким образом, технологические возможности процесса шевингования в области повышения качества и производительности обработки зубчатых колес могут быть значительно расширены.

Особенности чистовой обработки закаленных зубчатых колес

Б. М. Солоницын, инж., заслуж. технолог РФ,
В. В. Клепиков, д-р техн. наук проф.

Рассматривается использование зубчатых хонов, обеспечивающих стабильную стойкость зубчатых колес.

Абразивное хонингование обеспечивает незначительное повышение качества рабочих поверхностей зубчатых колес. Однако технологические возможности этого метода обработки полностью не исчерпаны. Исследования закаленных зубчатых колес показали, что имеется возможность более значительного улучшения геометрии и снижения параметра шероховатости на рабочих поверхностях зубьев колес.

В процессе исследований были использованы цилиндрические прямозубые и косозубые зубчатые хоны и зубохонинговальные станки с касающимся столом.

Абразивные зубчатые хоны изготавливались в специальных прессформах. В качестве связки использовались различные эпоксидные смолы, обладающие значительной адгезией к металлу. В состав абразивной массы входили также пластификаторы, наполнители и отвердители. После определенной последовательности перемешивания абразивная масса заливалась в форму и обеспечивалось ее затвердевание. Затем заготовка хона подвергалась шлифованию и термообработке.

Исследование технологических возможностей зубохонингования проводилось на цилиндрических зубчатых колесах с окружным нагружением при постоянном межосевом расстоянии инструмента и колеса.

Исследуемые зубчатые колеса изготавливались из стали 25ХГМ и модулем 4,25 мм, углом зацепления 20°, числом зубьев 22, шириной зуба 26 мм, твердостью 57—60 HRC. В качестве охлаждающей жидкости использовался керосин. В основном зубчатый хон имел правое направление спирали, диаметр 240 мм и ширину зубчатого венца 25,4 мм.

Хоны, выполненные прямозубыми и косозубыми, состояли из абразивного зубчатого венца и металлической ступицы (цилиндрической и квадратной формы).

Исследования проводились при различных оборотах хона (260, 470 и 510 мин$^{-1}$) и колеса (480, 700 и 1090 мин$^{-1}$), подаче 120 и 200 мм/мин, 4 и 6 ходах стола, 20, 23 и 37 мм длины хода стола и радиальном нагружении 450 Н.

Как показали экспериментальные исследования, вновь изготовленные зубчатые хоны обеспечивали более стабильную стойкость, чем стандартные. Однако наблюдались случаи существенного изнашивания кромок наружного диаметра хона при работе в распор, когда вершина зуба колеса контактирует с галтелью у корня зуба хона (см. рисунок).

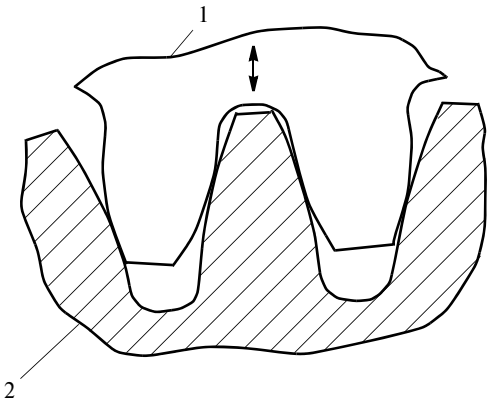


Схема зацепления абразивного зубчатого хона:
1 — с обрабатываемым колесом; 2 — при работе в распор

При этом уменьшается давление на рабочие участки профиля зубьев хона, что обеспечивает обработку наружной окружности колеса и образование фасок. Интерес к данному способу обработки вызван возможностью обеспечения самозатачивания зубьев хона.

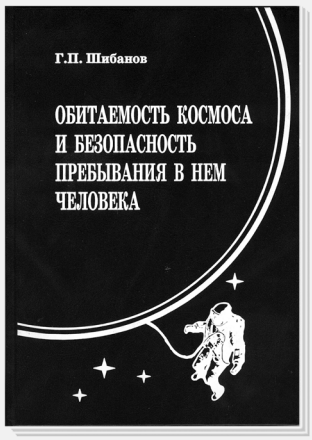
Однако при этом повышаются требования к наружному диаметру хона (периодичности правки) и обеспечению постоянного требуемого радиального зазора между вершиной зубьев хона и впадиной колеса. Хоны на металловулизнитовой связке с тремя металлокерамическими зубчатыми кольцами толщиной 5 мм (по краям и в середине) показали более стабильные результаты по стойкости.

Однако по мере изнашивания таких хонов увеличивается частота их правки. Это явление можно объяснить тем, что в начальный период в работе участвует большая высота зуба хона. По мере изнашивания рабочая высота зуба хона уменьшается, а колеса остается неизменной, поэтому интенсивность изнашивания хона увеличивается.

В качестве критерия периодичности правки зубчатых хонов целесообразно принимать радиус скругления вершин зубьев хона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Калашников, С. Н.** Шевингование зубчатых колес [Текст] / С. Н. Калашников, А. С. Калашников. — М.: Высшая школа, 1985. — 273 с.
2. **Качество машин.** Справочник [Текст]: Под ред. А. Г. Суслова. — М.: Машиностроение, 1995. — Т. 1. — 256 с., Т. 2. — 430 с.
3. **Машиностроение.** Энциклопедия. Раздел IV Расчет и конструирование машин. Т. IV Металлорежущее оборудование [Текст]. — М.: Машиностроение, 1999. — 893 с.
4. **Клепиков, В. В.** Качество изделий [Текст] / В. В. Клепиков, В. В. Порошин, В. А. Голов. — М.: МГИУ, 2005. — 248 с.
5. **Орлов, П. Н.** Технологическое обеспечение качества деталей [Текст] / П. Н. Орлов. — М.: Машиностроение, 1988. — 384 с.
6. **Борискин, О. Н.** Методология оптимизации инструмента [Текст] / О. Н. Борискин. — Тула: ТулГУ, 2001. — 190 с.



Шибанов Г.П. **Обитаемость космоса и безопасность пребывания в нем человека.** 2007. – 544 с., тв. пер., 70×100 1/16

ISBN 978-5-217-03400-0

Цена с НДС 550 руб.

Рассмотрены возможности обитания человека в различных средах и условиях, особенности обеспечения жизнедеятельности в обитаемых космических объектах различного назначения.

Дан подробный расчет режимов и норм питания космонавтов, а также переработки метаболических отходов для обеспечения жизнедеятельности космонавтов в процессе длительных полетов.

Основной акцент сделан на проблемах обеспечения жизнедеятельности и безопасности обитаемых космических объектов, рассчитанных на длительные сроки активного существования (орбитальные станции, межпланетные корабли, планетные базы). Особое внимание уделено внекорабельной деятельности космонавтов, вопросам развертывания планетных баз и подготовки экипажей для деятельности в условиях длительных автономных полетов, в том числе и при аварийной обстановке.

Книга предназначена для специалистов в области обеспечения жизнедеятельности и безопасности космических полетов. Она может быть полезна для специализирующихся в этой области студентов и аспирантов.

Приобрести книгу можно непосредственно в издательстве "Машиностроение", прислав заявку в отдел реализации по факсу: (495) 269-48-97; по e-mail: realiz@mashin.ru; по почте: 107076, Москва, Стромынский пер., 4. ООО "Издательство Машиностроение". Справки по тел. (495) 269-66-00. http://www.mashin.ru

Х. А. Фасхиев,
д-р техн. наук

Обеспечение конкурентоспособности изделий автостроения при разработке

Рассматриваются различные этапы разработки, позволяющие обеспечить конкурентоспособность новых изделий на ранних этапах проектирования.

Современный автомобильный рынок характеризуется ужесточением конкуренции между производителями, чрезмерным насыщением сегментов рынка мало отличающимися друг от друга моделями. Успех новой модели на рынке, т. е. ее конкурентоспособность, — залог финансового благополучия ее производителя. Под конкурентоспособностью товара здесь подразумевается оцененное потребителем превосходство его по качеству и цене над аналогами в определенный момент времени в конкретном сегменте рынка, достигнутое без ущерба производителю. Если новая модель по качеству и цене не удовлетворяет покупателя, то никакие усилия из арсенала маркетинга не смогут существенным образом улучшить ее положение на рынке. Именно поэтому проблема обеспечения конкурентоспособности выпускаемых изделий становится ключевой функцией производителей.

Бесчисленное множество новинок на рынке, заполнение автосалонов разнообразными моделями и их модификациями, изматывающая гонка производителей за потребителей с применением изощренных приемов маркетинга, "наводнение" информационного поля рекламой — характерные проявления рыночной конкуренции.

Вообще, потребители уже не в состоянии реагировать на все новинки, в итоге огромное количество новых товаров вынуждены "ждать" своего часа у продавцов, а еще большее число новинок, доведенных до производства, вообще отвергаются рынком. Исследования показывают, что на рынке товаров широкого потребления пользуются спросом лишь от 10 до 20 % новаций, а на рынке товаров промышленного назначения — около 40 % [1, 2]. В работе [3] приводится сведение о том, что лишь 31 % новых изделий, созданных машиностроителями Германии, доходят до рынка и только 12 % из них получают признание. Мировая статистика показывает, что на пути от НИОКР до серийного производства выживают не более 10 % весьма многообещающих разработок.

Исследования Ж. Ж. Ламбена [4] показывают, что основными причинами провала нового товара на рынке являются некачественный анализ рынка — 50 %; производственные проблемы — 38 %; нехватка финансовых ресурсов — 7 %; проблемы коммерциализации — 5 %. Причинами неудач товара на рынке могут быть неправильное определение нужд потребителей; неверное представления у потребителей о товаре или отсутствие сведений о нем вообще; плохое качество и низкие эксплуатационные показатели товара; недостаточные маркетинговые исследования, по результатам которых неверно определены потенциальные рынки, объем производства, цена товара; недостаточный анализ товаров и деятельности конкурентов; неудачный выбор времени выпуска товара на рынок; запаздывание организации или отсутствие службы сервиса технически сложных товаров.

С ускорением темпов НТП, глобализацией экономики, усложнением конструкций, усилением конкуренции становятся более сложными и задачи, решаемые при разработке новых товаров, ужесточаются требования к разработчикам. Характер-

ными чертами сферы создания новых товаров являются увеличение материальных и трудовых затрат на НИОКР, производство по индивидуальным заказам, сокращение периода выпуска, рост требований потребителей, усиление зависимости от поставщиков. Так, если в 80-е годы прошлого века модельный ряд легковых автомобилей обновлялся через 8—10 лет, а для их создания вкладывались инвестиции в размере около 1 млрд долл., то в настоящее время срок выпуска автомобилей сократился до 4—6 лет, а вложения, необходимые для создания новой модели, возросли до 1,5 млрд долл. Например, автомобиль Мицубиси-Лансер 9-го поколения был выведен на рынок осенью 2003 г., а весной 2007 г. начались продажи автомобилей уже 10-го поколения, которые построены на другой платформе. Продолжительность серийного выпуска современных грузовых автомобилей не превышает 6 лет. Правда, грузовые автомобили новых серий не подвергаются, как легковые, коренным изменениям, но каждая новая модель имеет существенные улучшенные технико-коммерческие показатели, что достигается благодаря реализации в новой модели доступных передовых конструкторско-технологических решений. К обновлению моделей автомобильной техники подталкивает и ужесточение принятых и появление новых обязательных нормативно-правовых требований (как Директивы ЕС, Правила ЕЭК ООН).

Аналогичные тенденции наблюдаются практически по всей гамме товаров как потребительского, так и производственного назначения. Перед производителями стоит сложная задача — в условиях жесткой конкуренции за короткий срок окупить вложенные инвестиции и зарабатывать средства на разработку и освоение новой модели. А что если товар не будет соответствовать запросам покупателей, будет уступать по качеству/цене конкурирующим товарам, не найдет спроса? Предприятие будет нести убытки, а при недостаточном "запасе прочности" может обанкротиться. Классический пример в этом плане — "провал" на рынке ГАЗ-3111. Новая "Волга" была освоена в 1999 г., и за три года было выпущено 420 автомобилей. Цена автомобиля, назначенная на уровне себестоимости, составляла 13 тыс. долл. при уступающем иномаркам качестве. Потребители посчитали, что цена явно завышена для отечественного автомобиля, и предпочтение отдавали классом ниже новым иномаркам такой же цены. В августе 2002 г. автозавод из-за отсутствия спроса был вынужден прекратить производство новой модели. Группе ГАЗ этот инвестиционный проект обошелся в 130 млн долл.

В настоящее время надежного метода обеспечения конкурентоспособности проектируемых изделий автомобилестроения, да и других отраслей, нет, не определена единая номенклатура показателей конкурентоспособности групп товаров, методы оценки конкурентоспособности товаров несовершенны, редко применяется моделирование уровня конкурентоспособности товара при разработке. Если предприятие в своей структуре не имеет подразделения, занимающегося управлением конкурентоспособностью выпускаемой продукции, результат такой "деятельности" у всех на виду — многие отечественные товары по качеству и конкурентоспособности существенно уступают мировым аналогам.

Цель статьи — выработать инструмент обеспечения конкурентоспособности изделий при их разработке.

Новая модель должна быть экономически эффективной, качественной и конкурентоспособной с точки зрения потребителя, поэтому ее разработка должна вестись на основе соответствия этим критериям. Подход к разработке на основе оценки экономической эффективности, качества и конкурентоспособности изделий, основанный на предпочтениях потребителей, называется маркетинговой концепцией разработки. Инструменты маркетинговой концепции разработки конкурентоспособных товаров, т. е. философия создания изделий с ориентацией на потребителя, в настоящее время наименее разработанная область в маркетинговом управлении предприятием. На современном уровне развития науки и техники практически любое техническое решение может быть реализовано в конструкции. Применение того или иного технического решения должно быть обосновано экономически. Проблемы проектирования и доводки конструкций по критерию технико-экономической эффективности, конкурентоспособности пока еще исследованы недостаточно, хотя маркетинговая деятельность предприятий при создании изделий (исследование рынка, оценка конкурентов, реклама, стимулирование продаж, ценообразование) подробно изложена в многочисленной литературе.

С этапа разработки начинается жизненный цикл товара, закладывается "фундамент" его конкурентоспособности. Неверные решения, принятые на начальных этапах проекта, многократно возрастают по мере прохождения этапов жизненного цикла товара и могут свести к нулю труд огромного коллектива, поэтому на разработчиков возлагается большая ответственность. По оценкам американских специалистов, если все меры обеспечения качества

принять за 100 %, то 75 % приходится на проектирование и доводку макетного образца, отладку технологии изготовления; 20 % — на контроль производственных процессов; 5 % — на окончательную приемку изделия. Европейская организация по качеству отмечает, что в мире действует правило "70-20-10", согласно которому 70 % отказов происходит из-за упущений при проектировании, 20 % — из-за некачественного изготовления и 10 % — из-за несоблюдения правил эксплуатации [5].

Приведенные данные позволяют делать вывод о том, что у производителей должен быть надежный инструмент обеспечения конкурентоспособности новых изделий. Конкурентные преимущества товара должны быть обеспечены уже на ранних этапах проектирования. Чем раньше будут скорректированы показатели качества новой модели, тем легче их реализовать в проекте. Идеальным является вариант, когда обеспечивающие изделию конкурентоспособность показатели приняты в техническом задании. В нем формируется и разрабатывается материальная база идеи, рожденной потребностями рынка. Конкурентоспособность закладывается в техническом задании, поэтому на предпроектном этапе необходимо осуществление маркетинговых исследований и определение на их основе технических, эксплуатационных, производственных и экономических показателей разрабатываемого изделия. Для обеспечения конкурентоспособности предварительно принятые параметры следует подвергать многопараметрической оптимизации с применением достоверных критериев качества, экономико-математических моделей и программных средств.

Для обеспечения конкурентоспособности новой модели при разработке необходимо придерживаться следующих принципов:

по мере возможности добиться эксклюзивности товара; учесть еще не удовлетворенные требования потребителей;

при решении технико-коммерческих проблем интересы потребителей ставить на первое место;

товар разработать на целевой сегмент рынка; обеспечить превосходство новой модели над аналогами по показателю качество/цена;

использовать имеющиеся в распоряжении "ноу-хау";

на этапах разработки применить наиболее совершенные методы анализа, прогноза, оптимизации, моделирования, оценки конкурентоспособности и экономической эффективности;

на следующий этап проектирования переходить только после достижения необходимого уровня экономической эффективности, качества и конкурентоспособности товара средствами предыдущего этапа;

проектирование вести с учетом перспективных показателей, которые будут достигнуты к началу освоения новой модели;

модель разрабатывать в неразрывном единстве научных достижений в области проектирования и производственно-технологических возможностей предприятия;

на предпроектном этапе рассматривать многовариантность модели, а в последующих этапах — многовариантность локальных технических решений;

модель спроектировать на принципах минимизации номенклатуры деталей в изделии;

в конструкции учитывать знания и положительный опыт конструирования аналогичных изделий; разработку и освоение производства вести с учетом фактора времени выхода на рынок новой модели.

Эти принципы сформулированы с учетом создания как успешных, так и "провальных" автомобилей отечественными и зарубежными производителями.

Разработка изделия представляет собой процесс, складывающийся из ряда последовательно выполняемых операций, в ходе которых создается конечный продукт — научно-техническая документация для организационно-технологической подготовки производства (рис. 1). "Фундамент" экономической эффективности, качества и конкурентоспособности изделия закладывается на проектном этапе. При технологической подготовке и производстве этот фундамент материализуется, а в эксплуатации реализуется. На каждом из этих этапов должен применяться системный подход с соблюдением следующих принципов: про-

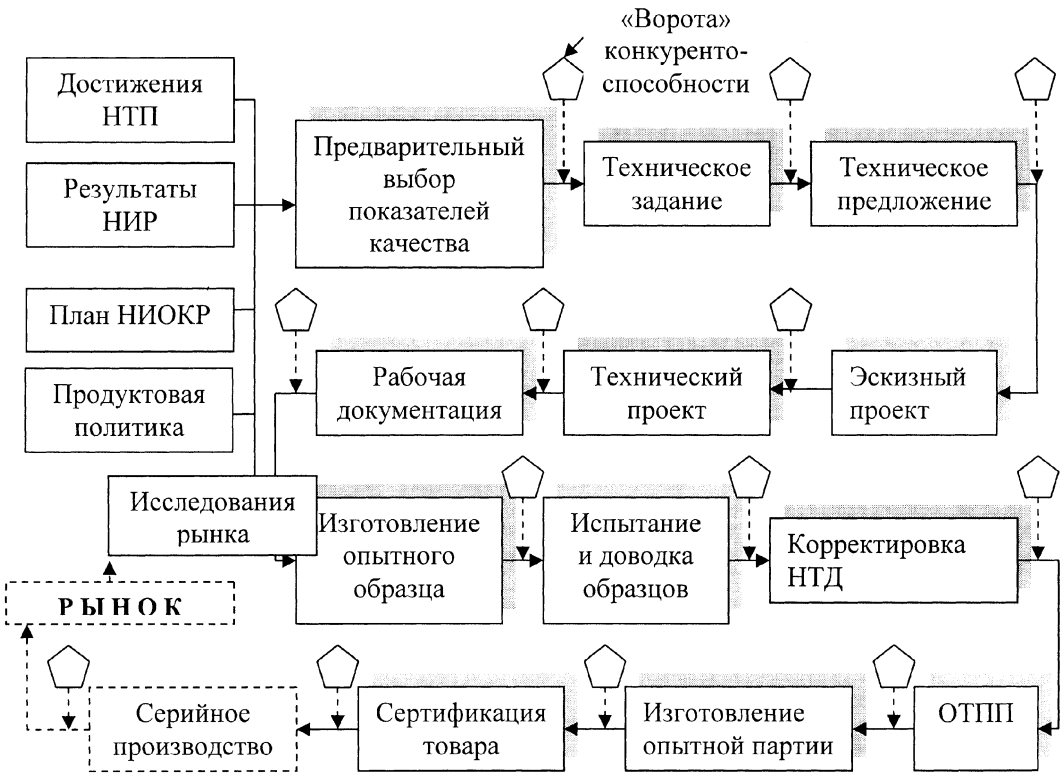


Рис. 1. Основные этапы разработки изделия

цесс принятия решения начинается с выявления и формулирования цели; цели отдельных подсистем не должны вступать в конфликт с целями всей системы; жизненный цикл изделия рассматривается как целостная система, результаты процессов одного этапа являются входными данными последующего этапа; для достижения цели рассматриваются и анализируются альтернативные варианты решений; система должна быть структурна и все элементы системы иерархичны.

Этапы жизненного цикла изделия (ЖЦИ), в том числе разработки, при системном подходе являются процессами, имеющими "вход", "выход" и "обратную связь", как показано на рис. 2. Система разработки нового изделия включает целевую, обеспечивающую, управляющую и управляемую подсистемы, которые в свою очередь делятся на подсистемы. Особенностью системного подхода при разработке является то, что исследованиями рынка, НИР, НТП, конкурентов, поставщиков, потребителей, контактных аудиторий, внешней и внутренней среды с учетом стратегического плана компании на предпроектном этапе формируются параметры "входа" и в процессе разработки все усилия направляются на преобразование их в высококачественный "выход".

Для разработки конкурентоспособного изделия должны быть обеспечены следующие четыре условия:

1) качество маркетинговых исследований и предварительных НИР ("вход") должно быть выполнено на оценку "отлично";

2) качество "процесса" на этапе разработки, т. е. квалификация разработчиков и применяемый базис разработки должны отвечать условиям создания конкурентоспособного изделия;

3) благоприятная внешняя и внутренняя среда для протекания процесса;

4) высокий уровень организации и технического обеспечения работ, способствующие переработке качественного "входа" системы в качественный "выход".

Оценка качества "выхода" при системном подходе равна низшей оценке предыдущих элементов, т. е. если не обеспечен высококачественный "вход", то не приходится ждать качественного "выхода". Вот почему при маркетинговой концепции разработки изделий особое внимание уделяется предпроектному этапу — стратегическому маркетингу, предшествующему этапу составления технического задания. На этом этапе в процесс разработки вводятся в основном работы коммерческого характера.

Для обеспечения конкурентоспособности проектируемого изделия еще на этапе разработки технического задания необходимо установить уровень конкурентоспособности аналогов на целевом сегменте рынка, т. е. установить параметры — "ворота конкурентоспособности", и новое изделие пропустить через

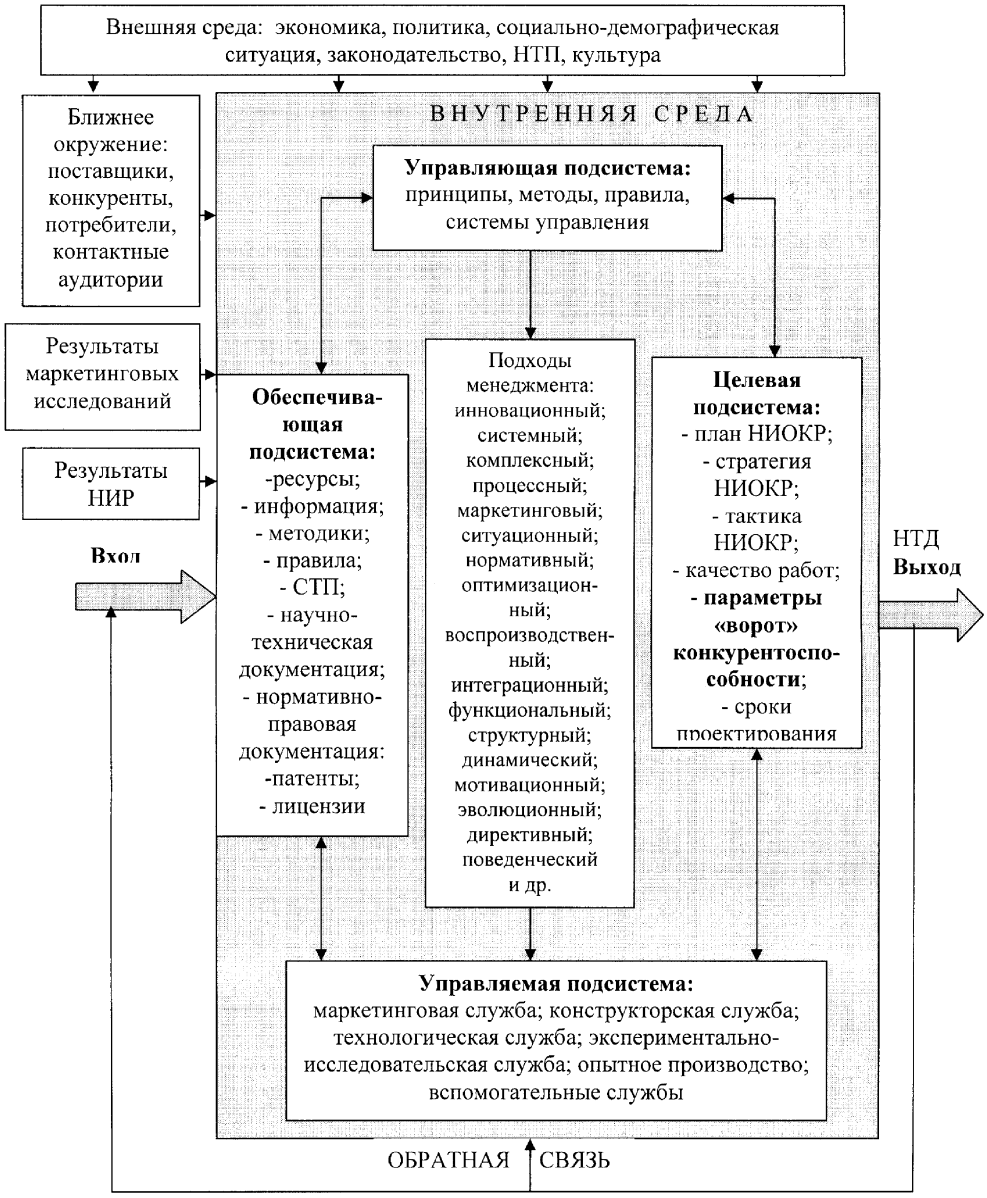


Рис. 2. Элементы системного подхода к разработке товара

них на каждом этапе разработки (см. рис. 1). По мере прохождения этапов разработки показатели качества, цена уточняются, следовательно, повышается достоверность оценки конкурентоспособности изделия. Пропускание проектируемого изделия на каждом этапе разработки через "ворота конкурентоспособности" способствует своевременной корректировке показателей качества изделия, минимизации трудовых и материальных затрат на разработку и самое главное — повышению вероятности успеха нового товара на рынке.

У известной автомобильной фирмы Ниссан в структуре имеется департамент потребительских свойств автомобиля, сотрудники которого сопровождают новую модель с появления идеи до снятия с производства, принимают непосредственное участие в формировании показателей качества и испытании опытных образцов. На этапе разработки модель проверяется на соответствие мировому уровню более чем по 1000 показателей. Пока все они не достигнут планируемого уровня, модель не принимается к производству, т. е. фирма установила "ворота качества", прохождение которых для новой модели является обязательным условием. Фирма не просто проверяет, как общепринято, соответствие готовых изделий нормативно-технической документа-

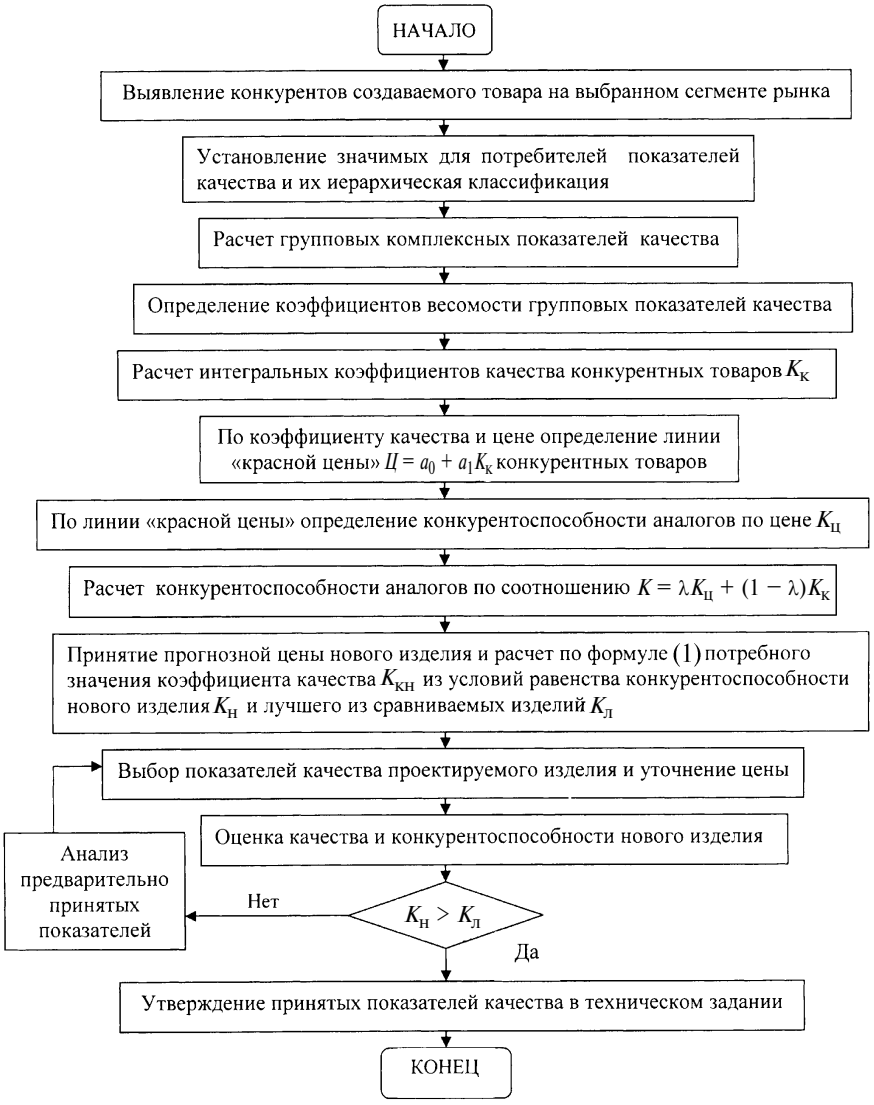


Рис. 3. Алгоритм формирования показателей качества конкурентоспособного товара

ции, а с этапа разработки добивается соответствия изделия мировому уровню. Данный подход был применен при создании кроссовера "Кашкай". Результат налицо: очередь за автомобилем в России составляет в среднем 14 мес.

Для эффективного моделирования уровня конкурентоспособности изделия при разработке необходимо правильно установить параметры "ворот конкурентоспособности", иначе не исключается возможность краха новой модели на рынке, даже если она успешно прошла "ворота" на всех этапах разработки. Параметры "ворот" с течением времени могут подвергаться корректировке, например, при появлении на рынке нового товара, изменении требований к данному классу товаров и др.

Ниже предлагается схема алгоритма определения параметров "ворота конкурентоспособности" и выбора показателей качества проектируемого изделия (рис. 3). Согласно данному алгоритму на предпроектном этапе выявляются конкуренты нового изделия. Для оценки качества выбираются те показатели, которые наиболее полно характеризуют эти товары и значимы для потребителя. Коэффициенты качества изделий определяются агрегатно-декомпозиционным методом [6], а затем методом наименьших квадратов строится линия "красной цены" конкурентных товаров, выражаемая формулой

$$Ц = a_0 + a_1 K_к, \qquad (1)$$

где Ц — цена товара; $K_к$ — коэффициент качества товара; a_0, a_1 — коэффициенты регрессии.

Значения коээфициентов a_0 и a_1 определяются решением системы уравнений

$$\left.\begin{aligned} n a_0 + a_1 \sum_{i=1}^{n} K_{кi} &= \sum_{i=1}^{n} Ц_i; \\ a_0 \sum_{i=1}^{n} K_{кi} + a_1 \sum_{i=1}^{n} K_{кi}^2 &= \sum_{i=1}^{n} K_{кi} Ц_i, \end{aligned}\right\} \qquad (2)$$

где n — количество рассматриваемых изделий, $K_{кi}$ — качества i-го изделия; $Ц_i$ — цена i-го изделия.

Расчет коэффициентов конкурентоспособности аналогов K_i производится по соотношению

$$K_i = \lambda K_{цi} + (1 - \lambda) K_{кi}, \qquad (3)$$

где λ — коэффициент предпочтений; $K_{цi}$ — коэффициент ценовой конкурентоспособности i-го товара, определяемый по формуле

$$K_{цi} = Ц_{крi}/Ц_{фi}, \qquad (4)$$

где $Ц_{крi}$, $Ц_{фi}$ — "красная" и фактическая цена i-го товара.

"Красная цена" — это сложившая на рынке меновая стоимость товара данного уровня качества, определяемая из уравнения (1).

Уравнение линии "красной цены" (1) позволяет решить проблему назначения конкурентной цены новой модели. Если у новой модели по принятым по-

казателям рассчитать коэффициент качества, то по формуле (1) можем рассчитать ее "красную цену". Фактическая цена не должна превышать "красную", иначе покупатель будет переплачивать, и благоразумный покупатель может отказаться от покупки такого товара. Для того чтобы изделие имело ценовую конкурентоспособность, значение ее, определенное по формуле (4), должно быть не меньше, чем у лучшего конкурента. Данное условие позволяет определить конкурентную цену нового изделия.

Предварительно принимаем значения показателей качества, плановую цену нового изделия и по тому же методу определяем его коэффициенты качества и конкурентоспособности. Проектируемое изделие по коэффициенту конкурентоспособности не должно быть хуже, чем лучший образец среди сравниваемых объектов. Если принятые показатели не удовлетворяют данному условию, проводим корректировку предварительно принятых показателей и повторяем цикл оценки.

Описанную процедуру выбора параметров нового изделия рассмотрим на примере самого широко распространенного типа аккумуляторных батарей (АКБ) для легковых автомобилей с емкостью 55 А · ч. Производитель "Х" решил создать новую модель АКБ для этого сегмента рынка и поставил цель — войти с новой моделью в первую тройку лидеров рынка, т. е. установил параметр "ворот" конкурентоспособности не ниже коэффициента конкурентоспособности товара, занимающего третью позицию.

Рыночные исследования показали, что основная доля продаж приходится на 10 моделей АКБ (см. таблицу). АКБ одного класса и назначения имеют практически одинаковые весовые и размерные характеристики и основной показатель — "емкость", у них одинаков. Наиболее важными показателями АКБ, особенно для зимней эксплуатации, являются способность АКБ отдавать необходимой силы стартерный ток и быстро восстанавливать емкость. Данные свойства АКБ специалисты журнала "За рулем" оценивают по 12 показателям (см. таблицу), которые можно разделить на 3 группы [7].

Для принятых 10 аналогов создаваемого изделия по методу профилей [6] были определены групповые комплексные показатели качества, по методу анализа иерархий — веса групповых показателей качества и как

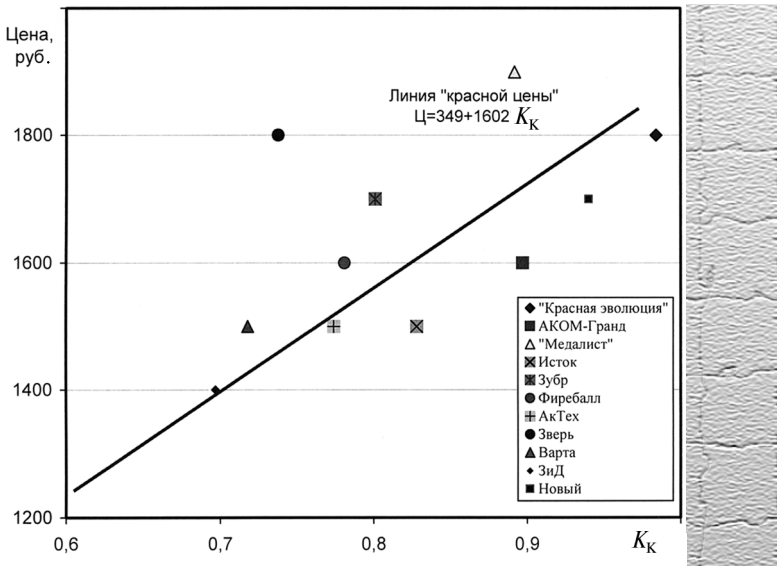


Рис. 4. Зависимость цены от качества АКБ типа 6СТ-55А3

средневзвешенное значение интегральные коэффициенты качества. Результаты оценки качества и конкурентоспособности аналогов приведены в таблице. Необходимо отметить, что ранги АКБ, установленные агрегатно-декомпозиционным методом, на 100 % совпали с распределением мест, проведенным экспертами, что еще раз доказывает достоверность предлагаемого в работе [6] метода оценки качества изделий.

Затем на двухкоординатном поле цена — качество была построена линия "красной цены" АКБ (рис. 4), которая математически выражается формулой

$$Ц_i = 349 + 1602K_{Ki}. \qquad (5)$$

Коэффициенты регрессии данного уравнения определялись методом наименьших квадратов по формуле (2) с использованием данных таблицы.

Коэффициенты конкурентоспособности, рассчитанные по формуле (3), показывают, что среди аналогов наиболее конкурентоспособной является наиболее качественная АКБ Multi Evolution ($K = 1{,}036$). При оценке конкурентоспособности коэффициент предпочтений был принят равным $\lambda = 0{,}6$, т. е. предпочтение отдавалось цене. Технические характеристики продаваемых на рынке АКБ отличаются незначительно, объективно оценить истинное качество АКБ при покупке невозможно, поэтому покупатели при их выборе больше внимания уделяют цене. По этой причине некоторые АКБ, имеющие лучшие значения качества, но высокую цену по конкурентоспособности

Показатели качества сравниваемых АКБ типа 6СТ-55А3

Показатели качества	Коэффициент весомости	1. Multu Evolution, Турция	2. АКОМ-Гранд, Россия, Самара	3. Medalist Premium Battery, США	4. Исток, Россия, Курск	5. Зубр 6СТ-55А3, Беларусь	6. Fireball 55, Россия, Курск	7. АкТех, Россия	8. Зверь, Россия	9. Varta C15w	10. ЗиД, Россия, Ковров	Новый, "Х"
1. Резервная емкость батарей												
1.1. Время разряда током силой 25 А в состоянии поставки, мин		82	79	74	52	58	61	52	43	55	30	76
1.2. Время разряда током силой 25 А в третьем цикле, мин		103	103	108	99	86	100	104	118	86	109	102
Итого по группе	**0,070**	0,9364	0,9181	0,9088	0,7366	0,7181	0,7957	0,7578	0,7622	0,6998	0,6448	0,8956
2. Пусковые характеристики при –18 °С по ГОСТ Р 959—2002												
2.1. Сила тока разряда на 1-й ступени, А		480	460	500	430	440	430	425	467	420	450	452
2.2. Напряжение через 10 с, В		7,70	7,72	7,62	7,79	7,69	7,70	7,90	7,56	7,61	7,69	7,71
2.3. Сила тока разряда на 2-й ступени, А		288	276	300	258	264	258	255	280	252	270	282
2.4. Время разряда до 6 В, с		122	110	120	121	129	130	129	118	103	108	123
2.5. Общее время разряда, с		139	127	137	138	146	147	146	135	120	125	133
Итого по группе	**0,223**	0,9557	0,9055	0,9639	0,9151	0,9438	0,9389	0,9371	0,9301	0,8504	0,8909	0,9342
3. Испытания на холоде												
3.1. Напряжение после 10 с разряда при –21 °С, В		7,81	7,78	7,68	7,77	7,69	7,69	7,88	7,61	7,60	7,71	7,74
3.2. То же при –24 °С, В		7,47	7,40	7,46	7,31	7,41	7,38	7,48	7,32	7,46	7,24	7,37
3.3. То же при –27 °С, В		7,12	7,11	7,09	6,94	6,83	6,83	6,99	6,84	6,94	6,49	7,02
3.4. То же при –30 °С, В		6,88	6,89	6,80	6,86	6,62	6,57	6,61	6,54	6,44	6,14	6,70
3.5. Время падения напряжения ниже 6 В при –33 °С, с		10	10	10	8	7	5	4	2	2	1	10
3.6. То же при –36 °С, с		8	3	2	1	0	0	0	0	0	0	6
Итого по группе	**0,707**	0,9981	0,8917	0,8674	0,8098	0,7644	0,7292	0,7235	0,6757	0,6785	0,6415	0,9460
Коэффициент качества		0,9843	0,8966	0,8918	0,8281	0,8011	0,7806	0,7735	0,7384	0,7183	0,6973	0,9398
Места по коэффициенту качества		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Коэффициент конкурентоспособности		1,036	1,028	0,9182	1,002	0,896	0,912	0,945	0,806	0,887	0,907	1,030
Места по конкурентоспособности		1	2	5	3	8	6	4	10	9	7	
Места, установленные экспертами [7]		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Цена, руб.		1800	1600	1900	1500	1700	1600	1500	1800	1500	1400	1700
"Красная цена" по формуле (1), руб.		1926	1785	1778	1676	1632	1599	1588	1532	1499	1466	1854

занимают более низкие ранги, чем их ранги по качеству. Так, "Medalist", занимающий 3-е место по качеству, из-за высокой цены по конкурентоспособности "скатился" на 5-ю позицию, а занимавшая по качеству 7-е место АКБ "АкТех" поднялась на 4-е место. Производитель по приведенному выше методу может оценить свою продукцию и предоставить результаты оценки продавцам для целей ознакомления покупателей, вести рекламную кампанию и главное — принять меры по повышению уровня конкурентоспособности своей продукции.

Производитель "Х" после проведения оценки конкурентоспособности аналогов произвел предварительный выбор показателей качества и цену разрабатываемой АКБ и выполнил по той же методике оценку ее качества и конкурентоспособности (см. таблицу). Коэффициент конкурентоспособности новой модели при принятых показателях качества $K = 1{,}030$, что лучше показателя АКБ, занявшей 3-е место ($K = 1{,}002$). По конкурентоспособности новая АКБ проходит в "ворота", однако уступает лидеру — Multi Evolution. Если такое положение производителя устраивает, тогда принятые показатели необходимо утвердить в техническом задании, а на последующих этапах разработки добиться неукоснительного их достижения. Если же принятые показатели не обеспечивают конкурентоспособность проектируемого изделия, проводится анализ возможности корректировки отдельных показателей. При положительном заключении о возможности улучшения показателя принимается новое значение анализируемого показателя. Цикл оценки качества и конкурентоспособности изделия повторяется.

Для достижения принятых высоких показателей качества производителю придется применить в конструкции инновационные технологии и материалы в области стартерных АКБ. Например, вместо распространенной сурьмянистой технологии придется применить кальциевую технологию, при которой не происходят "отравление" активной массы пластин сурьмой и мышьяком, высокий саморазряд и кипение электролита, АКБ обладает высокими коррозионной стойкостью и прочностью электрода. По технологии "кальций/кальций" пластины получаются более тонкие и стойкие к агрессивному воздействию электролита. Чем тоньше пластины, тем меньше внутреннее сопротивление батареи, лучше ее способность отдавать и принимать ток. Прием зарядного тока у кальциевого аккумулятора почти в два раза лучше, чем у сурьмянистого, что позволяет ему быстро набирать заряд в коротких городских поездках. Применение кальциевого сплава устраняет опасность кипения и испарения электролита. Кроме того, в настоящее время есть добавки к электролиту, увеличивающие его электропроводность при низких температурах, применение которых повышает показатели отдачи необходимой силы стартерного тока и быстрого восстановления аккумулятора. Для повышения потребительских свойств в конструкции могут быть применены такие новшества, как прикрепление нижней части свинцовых пластин ко дну корпуса батареи, пробки с лабиринтными отверстиями, холоднокованые зажимы и др. Производителю для достижения принятых показателей придется реализовать названные и другие инновации в области создания АКБ в своей конструкции.

Формирование параметров "ворот конкурентоспособности" и их применение на этапах разработки способствуют обеспечению проектируемому изделию коммерческого успеха на выбранном сегменте рынка с минимальными трудовыми и материальными затратами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Котлер, Ф.** Новые маркетинговые технологии. Методика создания гениальных идей [Текст] / Ф. Котлер, Ф. Триас де Без. — СПб.: Издательский Дом "Нева", 2004. — 192 с.
2. **Котлер, Ф.** Основы маркетинга [Текст] / Ф. Котлер. — М.: Влада, 1994. — 480 с.
3. **Гончарова, Н. П.** Маркетинг инновационного процесса [Текст] / Н. П. Гончарова, П. Г. Перерва и др. — К.: "ВИРА-Р", 1998. — 267 с.
4. **Ламбен, Ж. Ж.** Стратегический маркетинг. Европейская перспектива / Пер. с франц. [Текст] / Ж. Ж. Ламбен. — СПб.: Наука, 1996.
5. **Гиссин, В. И.** Управление качеством продукции [Текст] / В. И. Гиссин. — Ростов-на-Дону: Феникс, 2000. — 256 с.
6. **Фасхиев, Д. А.** Оценка качества и конкурентоспособности комплектующих и запасных частей автомобилей [Текст] / Х. А. Фасхиев, А. В. Крахмалева, А. Г. Тарифов. — Вестник машиностроения. — 2007. — № 7. — С. 65—79.
7. **Воробьев-Обухов, А.** Холодный расчет [Текст] / А. Воробьев-Обухов, М. Колодочкин // За рулем. — 2007. — № 11. — С. 214—216.

Ракетомобили

В 1928 г. в журнале "Вестник знания" профессор Рынин, известный в свое время специалист по ракетам, писал об успешном испытании первого автомобиля, движущегося не по обычному принципу передачи работы двигателя на ось колес, а при помощи реакции или отдачи газов, вырывающихся из дюз или сопл труб продуктов сгорания взрывчатого вещества, состоявшемся в немецком городе Руссельсгейм.

Автомобиль был построен на средства фирмы Opel по идее немецкого изобретателя и поборника межпланетных сообщений Макса Вальера, конструкция кузова выполнена инженером Волькгардом, а двигатель — инженером Сандером.

Сама идея реактивного автомобиля, вернее, повозки, приводимой в движение с помощью принципа прямой реакции, на тот момент существовала, по крайней мере, свыше пятисот лет. В 1420 г. такой проект предложил итальянец Джованни Фонтана. Однако Макс Вальер первым перешел от теории к практике.

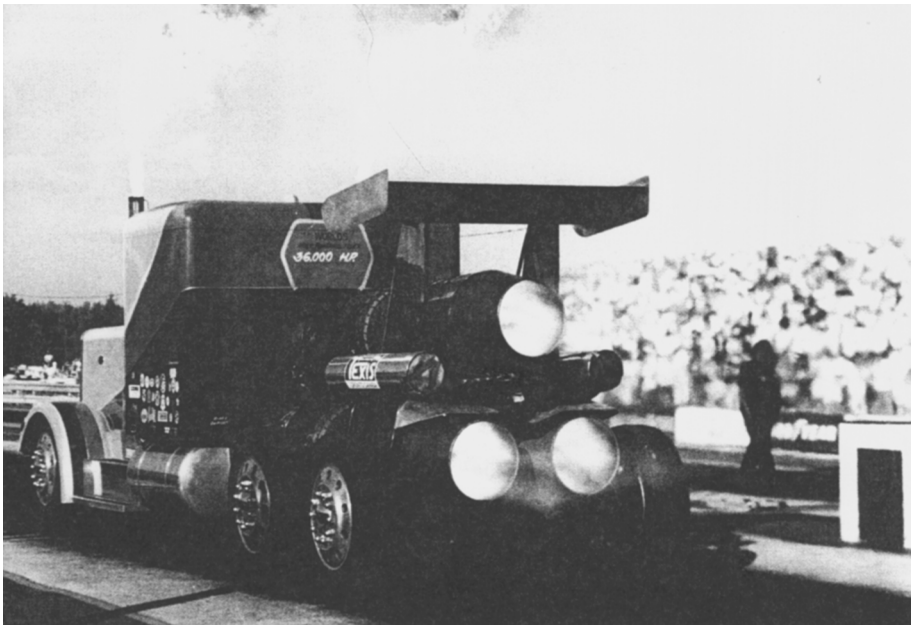
Первым пилотом ракетного аппарата стал заводской испытатель компании Opel и бывший гонщик Курт Волькгард.

Автомобиль, мягко тронувшись с места, пришел в движение, однако едва смог набрать скорость беглого шага. Такой была первая в мире поездка с помощью ракет.

В 1929 г. Вальер создал и испытал гоночный автомобиль, на котором применил уже 24 твердотопливные ракеты. На этой машине Фрицу фон Опелю, рискнувшему сесть за руль, удалось развить скорость до 230 км/ч. К сожалению, уже в следующем году Макса Вальера не стало — при пуске очередного сконструированного им ракетного автомобиля, на этот раз питаемого жидким горючим, произошел взрыв.

Его дело ожило спустя три с половиной десятилетия.

Если Макс Вальер даже за рулем своего ракетомобиля грезил о космических полетах, то появившиеся в середине 1960-х гг. американские ракетные машины были уже полноценными атрибутами эпохи. В те времена США переживали бум увлечения дрэг-рейсингом: из развлечения храбрых подростков парные гонки на расстояние в четверть мили (402 м) превратились в целую индустрию. На смену обычным автомобилям пришли специально разработанные для соревнований дрэгсте-



ры, а самые скоростные автомобили уже заправлялись не бензином, а специально созданной "адской" смесью. Она, как правило, состояла из 85 % нитрометана и 15 % этанола и увеличивала мощность двигателя в 3—4 раза. Долгое время таким дрэгстерам класса Top Fuel конкуренцию составляли только реактивные машины с самолетными моторами. Но когда на треки вышли ракетные дрэгстеры, они сразу стали королями соревнований.

Авторами оригинальной идеи создать ракетный автомобиль стали Рэй Даусман и Дик Келлар, к которым позже примкнул еще один энтузиаст гонок Пит Фансворт. Они обратились к специалисту в области ракет Джиму Маккорнику, и он по их заказу разработал небольшой экспериментальный ракетный двигатель, работавший на перекиси водорода высокой концентрации, с тягой 12 кгс. После его успешных испытаний появился двигатель с тягой 1200 кгс. Автомобиль, на который впервые установили двигатель подобного рода, назвали X-1, по аналогии с самолетом Bell X-1, первым преодолевшим скорость звука. Дрэгстер без труда обходил тогдашних фаворитов. Прославив свое имя серией побед в гонках, друзья перешли к задаче максимум — установке мирового рекорда скорости на земле. И они ее выполнили! На созданном ими автомобиле Blue Flame пилот Гари Габелич в 1970 г. смог впервые в истории преодолеть заветный рубеж скорости 1000 км/ч.

Но и этот рубеж не оказался предельным. Так, совсем недавно новый уникальный реактивный автомобиль собрали бывший военный летчик США и инженер компании "Боинг". Его основой стал корпус военного самолета Lockheed F-104, десять лет назад приобретенный одним из конструкторов на свалке за 25 тыс. долл. Ожидаемая скорость этого реактивного автомобиля оценивается в 850 миль/ч — это свыше 1300 км/ч.

Изобретатели более десяти лет трансформировали бывший летательный аппарат в сверхбыстрый автомобиль. Дополнительные вложения превысили 150 тыс. долл. Результатом столь значительных затрат времени и денег стал ярко-алый автомобиль под именем "Североамериканский Орел".

Каждый испытательный заезд машины с учетом затрат на топливо и запасные части обходится в 18 тыс. долл.

Для торможения машины, чтобы реактивному автомобилю остановиться, требуются 6 миль.

Надо отметить, что последователи идей Вальера были и в нашей стране — правда, куда менее удачливые, чем их заокеанские коллеги. Официальный российский рекорд скорости сегодня составляет 311 км/ч, и установлен он был еще в 1963 г. на озере Баскунчак Ильей Тихомировым на автомобиле "Пионер".

Реактивный двигатель установлен и на грузовой автомобиль. Обычный (если смотреть спереди) грузовик в типичном американском стиле — прямоугольные формы, обилие хрома, вертикальные выпускные трубы — разгоняется с места до 500 км/ч за 12 с. И продолжает разгон дальше:

максимальная скорость, показанная этим автомобилем, названным "Ударная волна", составляет 605 км/ч.

"Реактивное шоу ударная волна Леса Шокли" — это предприятие и представление команды американских энтузиастов, которые приделывают турбореактивные двигатели на автомобили ShockWave.

Основатель команды и ее лидер Лес Шокли, а пилотирует машину его брат Кент. За основу был взят основательно переделанный типичный американский магистральный тягач марки Peterbuilt образца 1985 г. На разработку проекта ушло 5,5 млн долл.

Это самый быстрый в мире грузовик в категории "полноразмерные", ему принадлежит мировой рекорд в разгоне с места (для грузовиков) — 412 км/ч за 6,36 с и 483 км/ч за 11 с.

В кузове грузовика установлены три турбореактивных двигателя Pratt & Whithey J34-48, "сложенных" пирамидкой. Причем их ось не лежит горизонтально, а направлена на 3° вверх — реактивные струи помогают удерживать грузовик на земле в паре с антикрылом гигантских размеров.

Использование реактивной тяги не предполагает привода на колеса, поэтому грузовик не имеет трансмиссии.

Дизель реактивному грузовику не нужен. Тем не менее, дизельное топливо он потребляет в больших количествах: 400 галлонов (1514 л) на 1 милю (1,6 км). Классический для дрэгрейсинга заезд на четверть мили требует 454 л дизельного топлива. Кстати, оно расходуется не только на движение, но и на создание двух огромных огненных факелов над вертикальными "выхлопными трубами". Конечно, пламя из труб тяги не дает — однако выглядит очень эффектно.

На все колеса были установлены дисковые тормозные механизмы большого диаметра, однако главным средством торможения являются два тормозных парашюта — основной и запасной, расположенные в горизонтальных трубах по бокам от двигателей.

На грузовик ставят серийные шины. Только с каждой сначала срезают по 30 кг резины как для снижения массы, так и для того, чтобы на скорости свыше 500 км/ч протектор не отделился и не улетел прочь.

Лес Шокли построил еще один реактивный грузовик — Supershockwave, оснащенный двумя реактивными двигателями. Базой для него послужил Chevrolet 1957 г. Два его двигателя развивают мощность 12 500 л. с.

Надо заметить, что Shockwave и Supershockwave — не единственные реактивные грузовики. Всего в мире около десяти подобных аппаратов: есть реактивный пикап и даже школьный автобус. Созданы пожарные машины — одна из них и значится в книге рекордов Гиннеса как "самый быстрый грузовик в мире" и называется "Гавайский Орел" (Hawaiian Eagle). Он был построен в 1998 г. Шэноном Сейделом и показал скорость 655 км/ч. Несмотря на то, что рекордный заезд проходил в Канаде, чудо-машина по сей день находится на своей "родине" — в пожарном департаменте Гавайских островов. Внешне она действительно выглядит как настоящий пожарный автомобиль.

В кузове у него находятся два турбореактивных двигателя Rolls Royce Bristol Viper. Базой для самого быстрого в мире грузовика послужил настоящий ветеран — Ford 1940 г., на переделку которого у автора ушли три года.

(По материалам журнала АДС-техника)

Комплектный привод как основа модернизации станочного парка

А. Н. Дьячков,
В. Л. Щербаков,
инженеры

Встав на путь инновационного развития, Россия оказалась перед настоятельной необходимостью глобального совершенствования национальной промышленности. Однако этому препятствует целый ряд обстоятельств, главным из которых является стремительно устаревающее оборудование. Так, например, по словам гендиректора госкорпорации "Ростехнологии" и руководителя "Союза машиностроителей России" Сергея Чемезова износ основных фондов на предприятиях и в организациях большинства отраслей отечественной промышленности на сегодня превысил 60 %. Причем в обновлении преимущественно нуждается их активная часть — станки различного назначения и иное производственное оборудование, обновление которых попрежнему остается одной из важнейших задач для российских промышленников.

С упором на модернизацию

Но замена станков — не только ответственный шаг, от которого напрямую зависят перспективы дальнейшего развития компании, это еще и весьма сложный процесс, на который влияет целый ряд сдерживающих факторов. Одним из основных факторов по-прежнему является достаточно высокая стоимость новых станков, предлагаемых российскими и зарубежными производителями. Так, например, средняя отпускная цена российских компаний на некоторые категории станков, по данным Федеральной службы государственной статистики, за 2006—2008 годы выросла не менее чем в 1,49 раза. Не отстают от своих российских коллег и зарубежные производители.

В результате на сегодня в России эксплуатируется недостаточно эффективно или вовсе простаивает огромное количество устаревших металлообрабатывающих станков — токарные, фрезерные, расточные и др. У одних утрачена электроника, другие — с приводами постоянного тока — уже устарели по всем параметрам, а еще на многих — сильно изношены элементы механической трансмиссии привода, что привело к значительному ухудшению точностных характеристик.

При этом в особенно тяжелой ситуации оказались небольшие компании, не имеющие достаточно средств для закупки нового станочного оборудования.

В итоге предприятия все более активно применяют иной метод технического перевооружения — восстановление или модернизацию станочного парка. Последняя, например, по сравнению с заменой станков на новые, требует значительно меньше времени и обходится компании примерно на 30—40 % дешевле. К тому же у руководства не возникает необходимости в организации кардинальной переподготовки операторов для работы на новом оборудовании.

Основными составными элементами такой модернизации являются замена на станке системы приводов, состоящей из сервомотора (мотор с датчиком обратной связи), частотного преобразователя (сервоусилитель) и редуктора (планетарный высокоточный редуктор) для приводов подач, а также установка стойки ЧПУ.

Необходимо особо отметить, что сам процесс модернизации станка, несмотря на кажущуюся простоту и малый масштаб производимых работ, должен проводиться обдуманно и с учетом ряда важных требований, без соблюдения которых весь комплекс работ превратится в пустую трату времени, финансовых и человеческих ресурсов.

На основе анализа результатов модернизации станочного парка промышленных предприятий можно сделать вывод о том, что современный станочный привод должен удовлетворять следующим требованиям:

— иметь широкий диапазон регулирования по скорости;

— обеспечивать необходимый момент во всем диапазоне регулирования;

— отличаться плавностью движения, особенно на низких скоростях;

— осуществлять выдачу сигналов датчика обратной связи (энкодера) на ЧПУ для замыкания контура положения;

— предоставлять оператору удобный инструмент для настройки регулятора скорости привода подачи.

Реализация указанных требований позволит существенно повысить эффективность работы модернизируемого станка и, в конечном итоге, приведет к росту качества выпускаемой предприятием продукции и повышению ее конкурентоспособности.

Рыночное разнообразие

В настоящее время на российском рынке работает достаточно большое количество компаний, специализирующихся на проведении ремонта и модернизации станков с использованием современных частотно-регулируемых сервоприводов и систем ЧПУ. Кроме того, часто модернизации подвергаются также и механические узлы станков.

Тем не менее, в настоящее время самым востребованным и популярным среди потребителей решением является все же применение частотно-регулируемых сервоприводов на основе асинхронных двигателей. Этому способствует весьма высокая насыщенность рынка станочного привода, на котором потенциальным заказчикам предлагается множество частотно-регулируемых приводов европейского, азиатского или американского производства.

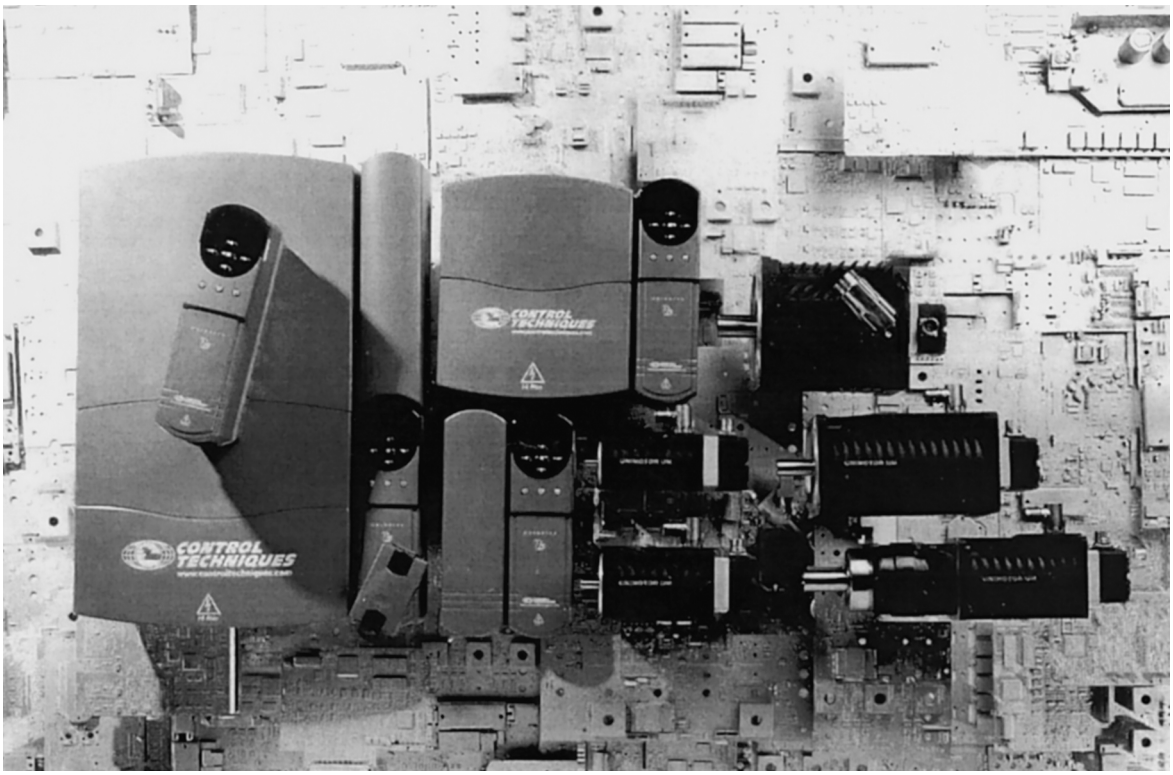
По оценкам ведущих экспертов отрасли наиболее перспективным направлением модернизации станочного парка предприятия сегодня является применение так называемого комплектного привода, который полностью отвечает всем изложенным выше требованиям. Комплектный привод — это готовый набор привода оси (главного движения, привод подач), включающий двигатель, органы управления и все необходимые компоненты для установки, программирования и эксплуатации. В том числе данный вариант позволяет в полной мере удовлетворить такие требования, предъявляемые обычно к программе модернизации станочного привода, как сохранение в целом без изменений органов управления станком и минимизация времени простоя станка в период пуско-наладочных работ.

Сразу отметим, что далеко не все предложения производителей и поставщиков по комплектным приводам удовлетворяют строгим требованиям отечественных заказчиков, предъявляемым ими к модернизации своего станочного парка. Ведь здесь важно достичь оптимального сочетания требуемых эксплуатационных характеристик, необходимых для применения в станках, и доступной цены.

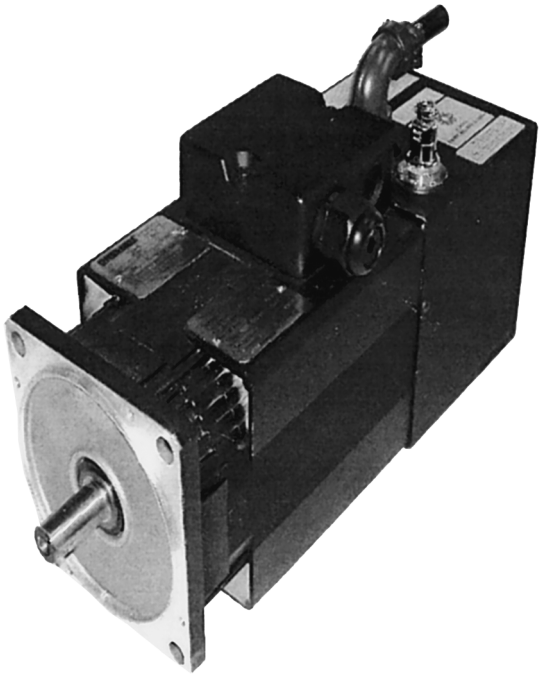
Одним из наиболее привлекательных по критерию "стоимость—эффективность" является вариант комплектного привода, предлагаемый в настоящее время компанией "Сервотехника", отмечающей в этом году 10-летний юбилей своей деятельности и имеющей богатый опыт сотрудничества с целым рядом российских предприятий, занимающихся построением станков и их модернизацией. Данный комплектный привод, на наш взгляд, максимально приближен к требованиям подавляющего большинства российских потребителей, подходит для применения в ходе модернизации станочного оборудования и для использования в серийных изделиях, а также имеет высокую надежность и доступен по цене.

Сервомотор ST — уникальное предложение

Всестороннее и тщательное изучение приводов и систем управления различных производителей мирового уровня наряду с их практическим применением в



Комплектный привод с преобразователем частоты Unidrive SP



Асинхронный серводвигатель марки ST

процессе реализации своих проектов позволяет специалистам "Сервотехники" наиболее оптимально оценивать положительные и отрицательные стороны привода той или иной марки. В результате на основе многолетних наработок инженерами компании для станочного оборудования был разработан специальный сервомотор ST (сервотехника), который представляет собой асинхронный двигатель в компактном квадратном корпусе со встроенным датчиком

Частотные преобразователи серии Unidrive SP производства компании Control Techniques

Высокоточный высокомоментный редуктор типа SP+ (продуктовая марка Alpha)

угла поворота (энкодером до 4096 импульс/об.), независимой сервовентиляцией, а также встроенным в обмотки двигателя термистором для защиты от перегрева.

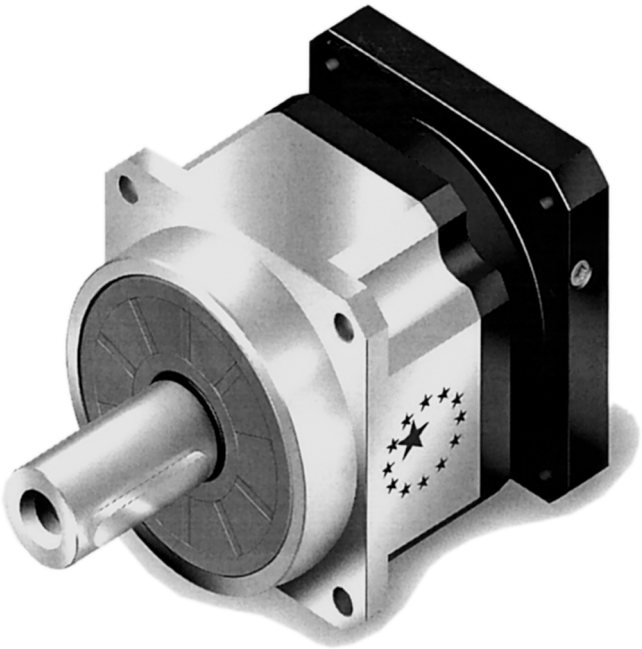
Конструктивные особенности корпуса двигателя и размещенных в нем обмоток статора со сниженным значением индуктивности цепи намагничивания дают более высокий электромагнитный момент при работе во второй зоне. Это также обеспечивает более эффективный коэффициент энергоемкости (единица мощности, приходящаяся на единицу массы двигателя) и низкий момент инерции вала двигателя. Все это, наряду с возможностью обеспечения номинальной частоты вращения вала до 4000 мин$^{-1}$ и максимальной до 7000 мин$^{-1}$, позволяет рассматриваемому сервомотору на протяжении вот уже более пяти лет твердо занимать лидирующие позиции на внутреннем российском рынке станочного оборудования и успешно выдерживать конкуренцию с аналогичной продукцией российских компаний-конкурентов.

Для управления двигателем используются преобразователи серии Unidrive SP производства компании Control Techniques (английские преобразователи от корпорации Emerson) или типа F5 Multi компании KEB.

Преобразователь Unidrive SP обладает аналоговым входом 17-битного разрешения.

Дискретность задания скоростной уставки составляет 0,1 мин$^{-1}$.

Преобразователь Unidrive SP поддерживает следующие типы датчиков обратной связи (ОС) высокого разрешения: sin/cos, EnDat, Hiperfice, SSI + sin/cos, а также сопрягается с устройством собственной разработки компании Control Techniques, включающим смонтированные в корпусе двигателя датчик ОС и процессор управления контурами тока и скорости. Процессор управления соединяется с



Прецизионный соосный планетарный редуктор серии AF

приводом по протоколу SLM, время дискретизации для которого составляет 125 мкс. За счет малых длин линий от датчика ОС до устройства интерполяции сигнала достигается разрешающая способность до 8,3 млн импульсов за 1 оборот вала. Время дискретизации в контуре скорости преобразователя в случае использования энкодеров сторонних производителей составляет 250 мкс.

Преобразователь Unidrive SP обеспечивает два типа эмуляции сигнала обратной связи:

— аппаратный, доступный только для инкрементальных энкодеров;

— программный, позволяющий эмулировать заданное пользователем число импульсов при работе с энкодерами высокого разрешения.

При аппаратном способе эмуляции задержки между основным и эмулированным сигналом ОС составляют около 10 нс, а при программном способе эмуляции 250 мкс.

В поставляемый "Сервотехникой" комплект входят также высокоточный редуктор Alpha с угловым зазором до 1′, который обеспечивает снижение скорости и увеличение момента с минимальными механическими потерями, кабели управления для связи энкодера с преобразователем частоты и тормозной резистор.

Выгодный вариант

Одним из стартовых заказчиков комплектного привода, предлагаемого компанией "Сервотехника", стало хорошо известное в России, крупное промышленное предприятие — ОАО "Савеловский машиностроительный завод". Высокий уровень компетенции этого партнера подтвержден семью десятилетиями успешной работы в сфере серийного выпуска металлорежущих станков.

В состав заказа вошли комплектный привод на оси подачи и привод главного движения для станков с ЧПУ. При этом следует особо подчеркнуть, что это был не спонтанный выбор, а взвешенное и обдуманное решение, принятое на основе результатов весьма "жесткого" испытания, в котором приняли участие аналогичные образцы других производителей.

В итоговом отчете по испытанию, в частности, утверждается, что использование асинхронных двигателей компании "Сервотехника" позволяет получить более динамичные механические характеристики и, как следствие этого, снизить статическое и динамическое рассогласование, иметь меньшую контурную погрешность при обработке на станках с ЧПУ. Кроме того, при использовании полузамкнутого контура управления позицией (датчик обратной связи установлен на валу двигателя) существенно упрощается монтаж двигателя, так как нет необходимости разрабатывать узел крепления энкодера на валу двигателя (энкодер уже встроен в двигатель).

По мнению специалистов "Савеловского машиностроительного завода", предприятию выгоднее приобретать именно комплектный привод, поскольку это позволяет сэкономить финансовые средства и получить от поставщика, т. е. компании "Сервотехника", гарантию сроком на два года. А это тоже немаловажно.

Кроме того, при серийных поставках ЗАО "Сервотехника" предоставляет своим заказчикам возможность сформировать склад на своей собственной территории, что позволяет клиенту избежать "затоваривания" его территории комплектными приводами и их компонентами.

Пакет услуг

Таким образом, сегодня компания "Сервотехника" имеет возможность предложить российским предприятиям комплексное и в то же время весьма эффективное решение приводной части станка, которое наилучшим образом удовлетворяет требованиям, предъявляемым к современному станочному приводу. Дополнительную привлекательность ему придает и бонусная программа — скидка в размере 5 % на весь комплект.

К тому же, кроме самого привода заказчик получает целый ряд услуг, таких как программирование, техническое обслуживание, наладка оборудования, а также организация обучения специалистов компании-заказчика работе с этим оборудованием.

Московский международный автомобильный салон-2008 и 4-я Международная автомобильная выставка "Интеравто"

С 26 августа по 7 сентября 2008 г. в Международном выставочном центре "Крокус Экспо" проходило самое значительное событие для многомиллионной армии автолюбителей и профессионалов — **Московский международный автомобильный салон/ММАС**. Впервые в истории проведения выставок в России Автосалон-2008 работал рекордное количество дней (13 дней), по 12 ч в день.

Статус Московского автосалона подтвержден Международной организацией автопроизводителей/OICA: мероприятие включено в официальный календарь международных автомобильных выставок. Впервые в истории автомобильных выставок нашей страны ММАС-2008 отнесен к категории "А", наряду с Женевским, Парижским, Лондонским, Детройтским и Франкфуртским автосалонами. И это не случайно: автомобильный рынок России — один из наиболее динамично развивающихся в мире. По итогам первого полугодия текущего года Россия занимает второе место в Европе по продажам новых легковых автомобилей. По данным НП "Объединение автопроизводителей России", в первом полугодии 2008 г. в РФ уже продано более 1 млн автомобилей иностранных марок, из них российской сборки — 300 000. В целом, по прогнозам "ОАР", в этом году общие продажи легковых автомобилей в нашей стране превысят 3,3 млн единиц, из них российских марок — 745 000 автомобилей, иностранных брендов отечественной сборки — 620 000, импортных — 1,8 млн автомобилей. Комитет автопроизводителей Ассоциации европейского бизнеса в России приводит статистику иного плана: за первое полугодие 2008 г. продажи иностранных марок в нашей стране увеличились на 47 % или на 338 238 автомобилей. Пять наиболее продаваемых иностранных моделей в России в первом полугодии 2008 г. — это Ford Focus, Chevrolet Lacetti, Renault Logan, Hyndai Accent и Mitsubishi Lancer X. Примечательно, что из пятерки лидеров продаж среди автомобилей иностранных марок три производятся в России.

Московский международный автомобильный салон организован НП "Объединение автопроизводителей России" и Международным выставочным центром "Крокус Экспо" под патронатом Международной организации автопроизводителей/OICA. МВЦ "Крокус Экспо" одновременно играет роль единственного выставочного оператора мероприятия. Московский автосалон проходит при активной поддержке и участии Комитета автопроизводителей Ассоциации европейского бизнеса в РФ. Официальную поддержку проекту оказывают Правительство Российской Федерации, Министерство промышленности и торговли РФ, Министерство транспорта РФ, Министерство экономического развития РФ, Правительство Московской области, Российский союз промышленников и предпринимателей и ряд других государственных, профессиональных и общественных структур.

Московский международный автомобильный салон проводился в МВЦ "Крокус Экспо" во второй раз. Как и два года назад, ММАС-2008 состоял из двух основных разделов.

Международный автосалон — мировые и европейские премьеры в области легкого автомобилестроения, мировые автомобильные марки и новинки отечественного автопрома. Площадь экспозиции — 63 000 м^2.

4-я Международная автомобильная выставка "Интеравто" — автокомпоненты, аксессуары, автомобильная химия и косметика, оборудование для производства и технического обслуживания автомобилей; коммерческий транспорт. Площадь экспозиции "Интеравто-2008" — более 50 000 м^2. Выставка "Интеравто" располагалась во втором павильоне, а также на открытых площадках МВЦ "Крокус Экспо".

На открытых выставочных площадках в 8000 м^2 была развернута **экспозиция коммерческого транспорта и спецтехники** иностранного и отечественного производства.

Таким образом, общая площадь Московского международного автомобильного салона-2008 составляет более 120 000 м^2, что превосходит показатели всех автомобильных смотров, проходивших в России ранее. В автосалоне в этом году принимали участие более 1000 компаний из всех регионов России и более 30 стран мира. Продемонстрировано более 60 автомобильных брендов, причем ведущие мировые автопроизводители представляли как автомобили-лидеры продаж, так и концептуальные, эксклюзивные, премьерные модели.

Состав участников Московского международного автомобильного салона впечатляет даже самых искушенных автолюбителей. В третьем павильоне МВЦ "Крокус Экспо" расположена экспозиция легковых автомобилей ведущих мировых автопроизводителей: AlfaRomeo, Audi, BMW, Cadillac, Citroen, Chevrolet, Chrysler, Daewoo, Dodge, FIAT, Ford, Hummer, Honda, Hyndai, Infiniti, Isuzu, Jaguar, Jeep, KIA, Land Rover, Lexus, Mazda, Mercedes-Benz, MINI, Mitsubishi, Nissan, Opel, Peugeot, Porsche, Renault, Saab, Seat, Skoda, SSang Young, Subaru, Suzuki, Toyota, Volkswagen, Volvo. Здесь же были представлены стенды российских автопроизводителей (ВАЗ, ГАЗ, УАЗ), а также китайские автомобили (Chery, Geely, Great Wall, BYD, Brilliance).

Наибольший интерес у посетителей и специалистов вызывают премьеры. Впервые в истории проведения автосалонов в России состоялось большое количество **мировых, европейских и российских премьер**.

Мировые премьеры:

1) **Mazda** представила мировую премьеру — концепт, разработанный для российского рынка и построенный специально к Московскому международному автомобильному салону-2008. Прототип называется **Kazamai**, что в переводе означает "схватка вихрей". Новый компактный SUV оснащен постоянным полным приводом, двигателем с непосредственным впрыском и оригинальной коробкой передач. Помимо этого, на стенде Mazda проходил **европейский дебют** — престижный **кроссовер Mazda CX-9**, самый внушительный по размерам автомобиль в модельном ряду этой марки.

2) **Lexus** представил мировую премьеру — полноприводную версию седана LS 460 — **LS 460 AWD**. Выдающиеся динамические характеристики и лучшие в классе показатели безопасности мощного седана премиум-класса теперь дополнены преимуществом постоянного полного привода.

3) Мировая премьера **от BMW — BMW X5 Security.** Эта модель — идеальное сочетание новейшей техники безопасности с многофункциональностью спортивного полноприводного автомобиля. Новый BMW X5 Security единственный в своем сегменте имеет класс защиты VR4 и обеспечивает эффективную индивидуальную защиту от угрозы нападения и прочих опасных ситуаций. Несомненной "изюминкой" стенда BMW на Московском автосалоне являлся элегантный **BMW CS Concept**, который демонстрировался в России впервые. Эта концептуальная разработка от BMW отражает представление о четырехдверном автомобиле, который объединяет в себе роскошь автомобилей класса Gran Turismo и привлекательность высокоэффективного спорт-кара.

4) На Московском международном автомобильном салоне-2008 впервые были представлены общественности 2 мировые премьеры от Audi: самый успешный в мире седан бизнес-класса **в новой версии Audi A6** и динамичный и бескомпромиссный седан **Audi RS 6.** Кроме того, на стенде компании впервые в России продемонстрированы универсальный спортивный кроссовер нового поколения **Audi Q5** и **концепт Audi Q7 V12 TDI**. Audi Q7 V12 TDI — это сверхмощный автомобиль с обликом в стиле эксклюзивной яхты.

5) В МВЦ "Крокус Экспо" проходила **мировая премьера нового поколения внедорожников Mitsubishi Pajero Sport SUV**. Выбор Московского автосалона для презентации Pajero не случаен: Россия занимает исключительное положение среди стран, где представлена марка с тремя бриллиантами на эмблеме, благодаря тому, что с начала 2000-х годов наша страна фактически стала ключевым рынком для Mitsubishi, год от года демонстрируя невиданный рост объема продаж. Первоначально россиянам будет доступна пятиместная версия новинки с рабочим объемом 3,2 л. Компания Mitsubishi намерена в течение текущего года реализовать в Российской Федерации 140 000 автомобилей, против 100 000 единиц в минувшем году.

6) **Renault** демонстрировала на Московском автосалоне-2008 три новые модели автомобилей: элегантный и экономичный седан **Renault Symbol** (мировая премьера), а также **2 российские премьеры** — Koleos, пер-

вый кроссовер 4 × 4 от Renault, и вместительный хэтчбек **Renault Sandero**.

7) **Skoda** представила на своем стенде официальную мировую премьеру **— полноприводную версию нового поколения Skoda Superb V63.6**. Это пятидверный седан, чего не встретишь в модельном ряду ни одной другой марки в мире. Продемонстрированы и две российские премьеры: **неполноприводная модификация нового поколения Skoda Superb и Skoda Octavia RS** с турбодизелем и автоматической коробкой передач с двумя сцеплениями DSG. На стенде была представлена и **продукция Калужского завода концерна Volkswagen** (бренд Skoda принадлежит концерну Volkswagen): Skoda Octavia, Skoda Octavia Tour и Skoda Fabia.

8) На стенде французской марки **Citroen** проходила мировая премьера **— рестайлинг автомобиля Citroen C4**, также представлен **раллийный автомобиль Citroen C4 WRC**.

Европейские премьеры:

1) **Ford** представил **2 европейские премьеры: концепт Ford Explorer America и новый Ford Escape**. Продемонстрированы и **российские премьеры: Focus RS и новая Ford Fiesta**.

2) В рамках Московского автосалона-2008 компания **Honda** представила эксклюзивные автомобильные новинки: **европейскую премьеру обновленного** седана премиум-класса **Honda Legend, среднеразмерный внедорожник Honda Pilot, уникальный концепт-кар Honda CR-Z, гибридный автомобиль Honda Civic Hybrid**, а также **Honda Civic 5D Mugen**. Представлены и другие автомобили текущего модельного ряда Honda, среди которых — узнаваемый седан Honda Civic, хэтчбек Honda Civic, спортивный трехдверный хэтчбек Honda Civic Type R. Завлекала посетителей на стенд Honda человекоподобный робот Asimo, уже знакомый посетителям по предыдущему Автосалону в МВЦ "Крокус Экспо" в 2006 г.

3) На салоне-2008 проходила **европейская премьера новой версии SUBARU IMPREZA с кузовом седан**. "Вершиной" этой модели станет ее обновленная спортивная модификация WRX.

4) **KIA Motors** представил свою **европейскую премьеру** — новый роскошный внедорожник **KIA Mohave**. Этот кроссовер является представителем следующего поколения автомобилей класса SUV. В новинке нашли применение высокотехнологичные решения: удобная кнопка пуска двигателя, 3,5-дюймовый монитор заднего вида, приспосабливаемая подвеска. Кроме того, на стенде KIA Motors были представлены **три концепт-кара**.

Российские премьеры:

1) Компания **Porsche Russland** приготовила посетителям Московского автосалона-2008 две российские премьеры: мощный **внедорожник Porsche Cayenne Turbo S**, оснащенный двигателем V8 с двойным турбонаддувом, рабочим объемом 4,8 л, мощностью 550 л. с., а также **Boxster RS60 Spyder** — возрождение знаменитого гоночного двухместного автомобиля 60-х годов с центральным расположением двигателя. Количество экземпляров **Boxster RS60 Spyder** ограничено 1960 единицами.

2) В рамках выставки можно было наблюдать **две российские премьеры** от **Alfa Romeo: Alfa Romeo 8C Spider** и **Alfa MiTo**. Кабриолет 8C Spider, как и купе 8C Competizione, будет выпущен ограниченной партией (500 экземпляров). В отличие от купе, которое в России представлено в одном экземпляре, квота для 8C Spider составит восемь-десять автомобилей. Alfa MiTo (от двух слов Milano-Torino) — это самая маленькая "Alfa" в модельном ряду. MiTo — трехдверный хэтчбек с настоящим двигателем Cuore Sportivo 155 л. с.

3) Главная новинка на стенде **Mercedes-Benz** — абсолютно новый автомобиль в линейке — **компактный внедорожник GLK**, который отпраздновал на Московском международном автомобильном салоне-2008 свою **российскую премьеру**. Впервые российской публике представлен и обновленный **ML 63 AMG**.

4) Одна из наиболее заметных **российских премьер** автомобильного салона-2008 от **Land Rover — концепт LRX**. Впервые представленный публике в Женеве LRX олицетворяет собой инновационную неординарность, роскошь и экологичность. Посетители автосалона в Москве также могли увидеть **юбилейную версию** легендарного **Defender SVX**, созданную специально к 60-летию Land Rover, которое отмечается в этом году. Помимо необычных новинок, **Jaguar Land Rover** представлял на своих стендах весь модельный ряд обоих брендов.

5) Одна из сенсаций ММАС-2008 — **российская премьера MINI John Works** и **MINI John Cooper Works гоночной серии Challenge**, которые впервые были представлены на Женевском автосалоне.

6) Компания **"Крайслер Рус"** подготовила две российские премьеры: **Dodge Journey** и **Jeep Cherokee**. На особое внимание гостей Московского автосалона-2008 претендовал и

новый **минивэн Chrysler Grand Voyager**. Этот традиционно семейный автомобиль становится "офисом на колесах", имея для этого все необходимое. Кроме того, на стенде Chrysler, Jeep и Dodge можно было увидеть **новую модификацию** популярного в России **Dodge Caliber SRT4**, роскошный **кабриолет Chrysler Sebring Cabrio** и другие автомобили концерна.

7) Модельный ряд автомобилей **Volvo** подразделяется на 4 сегмента: седаны (S — sedan), купе (C — coupe), универсалы (V — versatility) и внедорожники (XC — Cross Country). В каждом из этих сегментов компания Volvo представляла новую модель . На стенде Volvo представлена целая анфилада новых автомобилей и модификаций: российская премьера **нового компактного кроссовера Volvo XC60, спортивная модификация Volvo XC90 R-design, дизайнерские модификации Volvo XC70 и XC90 Ocean Race edition, седан бизнес-класса Volvo S80**. Особое внимание публики привлек стильный и экологичный **"гибрид" Volvo C30 Recharge Concept**, способный пройти 100 км на аккумуляторных батареях. Подзарядить этот оригинальный автомобиль можно от обычной розетки. Разнообразие новинок Volvo на Московском автосалоне закономерно. По словам председателя Комитета автопроизводителей Ассоциации европейского бизнеса в РФ, президента Volvo Cars Russia Дейвида Томаса, для корпорации Volvo в целом российский рынок может выйти на второе место в мире с объемом продаж до 60 000 автомобилей в год.

8) **Volkswagen** показал **новый кроссовер Volkswagen Tiguan**, производство которого стартовало на заводе Volkswagen AG в Калуге, а также **четырехдверное купе Volkswagen Passat CC** и **Volkswagen CrossGolf**. Более того, любители экстремального вождения могли воочию увидеть на выставке спортивный болид **Scirocco GT24**, завоевавший два первых места в 24-часовой гонке в Нюрбурге (Германия).

9) **Nissan** впервые в России демонстрировала **сверхмощный суперкар GT-R** и **концептуальный электромобиль Cube EV**. На выставке также состоялась **российская премьера новых Nissan Murano, Nissan Qashqai+2, а также специальных версий Qashqai и Micra**.

10) Бренд **Infiniti впервые в России** показал новый **Infiniti FX** — бестселлер модельной линейки Infiniti. Второе поколение модели укомплектовано новым двигателем V8 объемом 5,0 л и мощностью 390 л. с. и усовершенствованным двигателем V6 рабочим объемом 3,5 л и мощностью 307 л. с. Обе версии — с новой семиступенчатой автоматической трансмиссией. На стенде Infiniti также представлен весь модельный ряд, предлагаемый официальными дилерами в России.

11) Главная российская премьера компании **General Motors CIS** на Московском автосалоне — это новинка от **Opel — Opel Insignia**. Мировая премьера этой марки состоялась на автомобильном салоне в Лондоне в июле. Люксовые бренды компании GM также представлены новинками: **Cadillac CTS-V; HUMMER H3 в исполнении Alpha** с новым двигателем V8 объемом 5,3 л; **концепт-кар Saab 9-4X Biopower**, внедорожник, который в скором будущем пополнит модельный ряд Saab. "Изюминка" от **Chevrolet — 3 концепта класса "мини" — Chevrolet Groove, Chevrolet Beat, Chevrolet Trax** — и **Chevrolet Lacetti WTCC**, успешно выступивший в кузовных гонках WTCC.

12) На стенде **Peugeot** впервые на российской земле был показан **концепт-кар Peugeot 308 RC Z**, оснащенный мощным двигателем, который стал первым в номинации "Двигатель года", а также **дизельный гоночный болид Peugeot 908 HDi FAP**, принявший участие в чемпионате "Le Mans Serie". Помимо этого, на выставке был представлен весь модельный ряд марки, официально продаваемый в России. **Новинками** Московского Автосалона стали модели **Peugeot 308 SW, Peugeot Partner Tepee, новый Peugeot 407**.

13) Компания **Hyundai Motor** представляет публике 4 новинки: **спортивный седан премиум-класса Hyundai Genesis** с мощным двигателем V6, рабочим объемом 3,8 л. с., **полноразмерный кроссовер Hyundai ix55, автомобиль сегмента "A" Hyundai i10 blue и новый микроавтобус Hyundai H-1**.

14) Компания **Suzuki Motor Corporation** представила российской публике модели каждой из пяти фаз глобальной стратегии развития Suzuki. Одна из самых ярких российских премьер от Suzuki — обновленный полноприводный внедорожник и флагман **Suzuki Grand Vitara третьего поколения**. Помимо этого, на стенде Suzuki был показан атлетичный **концепт-кар Kizashi 3**, последний из нашумевшей серии Kizashi, а также серийный европейский автомобиль Suzuki Splash. Компания также демонстровала спортивный автомобиль **SX4 WRC Phase 4**, дебютанта ралли 2008 г. В классе компактных автомобилей впервые в России появился **Suzuki Swift** с двигателем рабочим объемом 1,5 л и автоматической коробкой передач.

15) Российские премьеры от **FIAT** — компактный FIAT 500, универсальный **FIAT Sedici и новый седан FIAT Linea**.

Российские автопроизводители

Примечательной тенденцией отечественной автомобильной промышленности является интеграция и все более тесное сотрудничество российских и зарубежных автомобилестроителей. В частности, на совместном российско-французском предприятии ОАО "Автофрамос", партнерами в котором являются французская компания Renault и Правительство г. Москвы, продолжается выпуск автомобиля Renault Logan. По прогнозам руководителя Департамента науки и промышленной политики г. Москвы Евгения Пантелеева, в 2009 г. "Автофрамос" увеличит производственные мощности вдвое и доведет их с 80 000 автомобилей в год до 160 000. На расширенных мощностях завода параллельно с производством Renault Logan начнется изготовление новой модели — хэтчбека Renault Sandero, ко-

торый впервые представлен российской публике на Московском автосалоне-2008.

Российские автопроизводители также радовали посетителей и специалистов своими достижениями и новинками. В частности, **ОАО "Автоваз"** впервые представил **самостоятельный стенд** своего спортивного подразделения **"Lada Sport"**.

На стенде **"Группы ГАЗ"** был представлен новый легковой автомобиль **Volga Siber в комплектациях "люкс" и "комфорт"**, производство которого стартовало в Нижнем Новгороде, а также новые модификации легкого **коммерческого автомобиля MAXUS**, который производится на заводе "ГАЗ" в Бирмингеме (Великобритания).

Во втором павильоне МВЦ "Крокус Экспо" была расположена масштабная **экспозиция производителей автокомпонентов, автохимии, масел, компаний, специализирующихся на тюнинге, аэрографии, автозвуке, техническом обслуживании автомобилей.**

Московский международный автомобильный салон-2008 сопровождался насыщенной деловой программой, а также разнообразными зрелищными мероприятиями. На территории выставочного комплекса "Крокус Экспо" были выделены **площадки для тест-драйвов**, где посетители могли опробовать автомобили марок LandRover, Nissan, а в третьем павильоне комплекса располагалась **торгово-развлекательная зона**.

Деловая программа выставки была ориентирована на широкий круг профессионалов. В рамках Московского автосалона-2008 проводилось свыше 100 конференций, презентаций, пресс-конференций, мастер-классов и других **бизнес-мероприятий**. В этом году в рамках "Года семьи" в России автосалон проходил под **девизом "Автомобиль и ребенок"** с проведением соответствующих тематических мероприятий. В рамках автосалона проводились также такие значимые профессиональные мероприятия, как **8-й Конгресс технологов автомобилестроения**, **1-я Профессиональная конференция российских автодилеров**, конференция газеты "Ведомости" **"Автомобильный бизнес"**, пресс-конференция Немецкой ассоциации автопроизводителей/VDA, **3-й Международный автомобильный форум**, **круглый стол "Детская дорожная безопасность — дело каждого"**, **10-я конференция "Двигатели для российских автомобилей"**, **международная конференция "Автомобильный бизнес России и Германии: перспективы сотрудничества и тенденции развития"**, **конференция "Современные технологии контроля и безопасности автотранспорта GPS/ГЛОНАСС как часть эффективного инструмента управления предприятием"**, дилерские конференции ведущий компаний-автопроизводителей и др. Особого внимания заслуживает первая профессиональная конференция "Росавтодилер", организованная Ассоциацией российских автомобильных дилеров впервые за 14 лет существования профессионального объединения. В рамках этого мероприятия впервые в России автопроизводителям представлены результаты опроса удовлетворенности автодилеров (широко известный за рубежом индекс DSI/Dealer Satisfaction Index), а также награждены победители по результатам этого опроса.

По специально графику прошли **пресс-конференции ведущих компаний-автопроизводителей**.

Статистика выставки

Общая площадь экспозиции	Более 120 000 м^2
Количество участников	Около 1000 компаний
Регионы РФ	Все
Страны	Более 30
Количество посетителей	Около 2 млн человек
Количество представителей СМИ	2500 человек

Статистика премьер Московского автосалона-2008

Мировые премьеры	9
Европейские премьеры	7
Российские премьеры	67
Премьеры российских автопроизводителей	3 + самостоятельный стенд спортивного подразделения ОАО "АвтоВАЗ" — Lada Sport

(По материалам пресс-службы МВЦ "Крокус Экспо")

Технологические аспекты развития современного российского автомобилестроения

В рамках деловой программы Московского международного автомобильного салона (ММАС-2008) в МВЦ "Крокус Экспо" 27 августа 2008 г. прошел традиционный 8-й Конгресс технологов автомобилестроения. Конгресс собрал более 80 ведущих отечественных и зарубежных специалистов автопрома и смежных отраслей.

Конгресс технологов автомобилестроения ставил своей целью ответить на целый комплекс вопросов, определяющих современное состояние и перспективы развития технологий отечественного автомобилестроения.

Ключевая проблематика конгресса: какова "архитектура" технологии автомобилестроения? Как развивается технологическая наука и практика в рамках среднесрочной программы реализации Концепции развития автопрома России? Каковы приоритетные направления современной технологии и материалов в области автомобилестроения? Насколько эффективны процессы интеграции отечественных производителей и потребителей технологического оборудования, материалов и инструментов в мировое машиностроение? Каковы пути технологического обеспечения качества в сферах производства и управления у производителей и поставщиков автомобильной отрасли?

На конгрессе было представлено 14 докладов и сообщений о современном состоянии и тенденциях развития технологий и материалов для автомобильной отрасли.

В рамках конгресса состоялись: пленарное заседание "Тенденции развития технологий производства автомобильной техники и автокомпонентов" и две тематические сессии: "Современные информационно-технологические и конструкторские решения, оборудование и инструменты", "Материалы и эффективные технологии их промышленной обработки".

Пленарное заседание открылось докладом "Отечественное станкостроение: перспективы развития, новейшее оборудование станкостроителей членов Ассоциации "Станкоинструмент" для автомобильной промышленности". В нем было отмечено, что последние годы внесли перемены в развитие отрасли. Впервые дважды за год Правительственная комиссия под руководством Вице-премьера С. Б. Иванова рассматривала проблемы станкостроительной промышленности. Была создана рабочая группа, которая выработала мероприятия по подъему станкостроения, на основе которых в Минпромторговли разрабатываются соответствующие планы.

В августе с. г. состоялись встречи руководителей станкостроительных предприятий с Министром РФ В. Б. Христенко, а также с вновь назначенным Вице-премьером И. И. Сечиным, на которых была выражена обеспокоенность состоянием станкостроительной промышленности и предложен комплекс мер по ее подъему.

Предприятиями ассоциации только в 2007 г. освоено более 40 моделей нового современного оборудования. Ассоциация представила информационные разработки ведущих отечественных станкостроительных и инструментальных заводов применительно к специфике автостроения. Автомобилестроителям был предложен широкий спектр новейшего автоматизированного оборудования и инструмента, а также комплексный сервис, полностью соответствующий современным тенденциям развития производств и процессов обработки металлов (рис. 1).

Ассоциация "Станкоинструмент" с большим вниманием относится ко всем изменениям в производстве автомобильных комплектующих, отслеживая тенденции в развитии автомобильных технологий в мире. По ее мнению, автомобилестроение должно являться локомотивом экономики, стимулируя производство новейшего технологического оборудования, современных материалов, развитие науки.

Станкостроение может уже сегодня поставлять высококачественное тех-

Рис. 1. Оборудование для высокопроизводительной обработки деталей автомобилей и автокомпонентов (производство станкостроителей — членов ассоциации "Станкоинструмент")

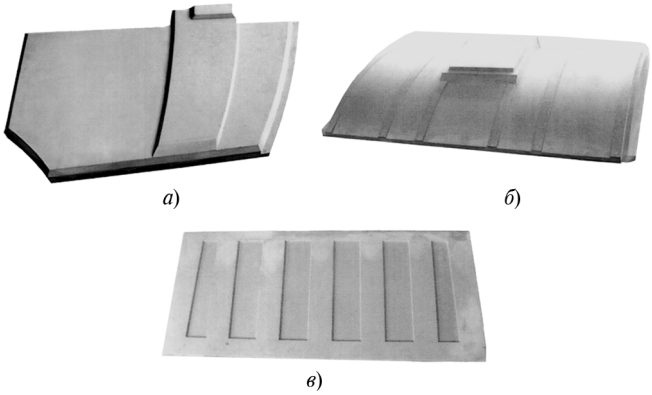
нологическое оборудование, обеспечивая заданные точность, производительность, высокие экономические показатели.

Николай Сорокин, заместитель директора Департамента научно-технической политики и образования, в своем докладе "Государственная политика по эффективному использованию автомобильной и сельскохозяйственной техники в интересах АПК России", в частности, отметил, что агропромышленный комплекс пока имеет серьезные проблемы по техническому и технологическому оснащению. На селе в качестве технологического транспорта работает более 1 млн автомобилей, свыше 50 % которых находится за пределами сроков амортизации. Докладчик представил ряд примеров совершенствования научно-технического потенциала АПК. В частности, для личных подсобных хозяйств, коллективных фермерских хозяйств и кооперативов последние два года Минсельхоз России выделил более 150 млн руб. на разработку ГНЦ РФ ФГУП "НАМИ" плана и создание мобильных малогабаритных транспортных средств (МТС) с широкими функциональными возможностями для сельского хозяйства.

Рис. 2. Семейство малогабаритных транспортных средств с широкими функциональными возможностями (разработчик и изготовитель — ФГУП "НАМИ")

Была также поднята важная тема об использовании альтернативных видов топлива. Актуальность этого направления подкрепляется тем, что активное применение альтернативных возобновляемых источников энергии из сельскохозяйственного сырья в США, Японии, Бразилии, Канаде и странах ЕС является одним из приоритетов политики. В этих странах приняты и реализуются различные программы поддержки и стимулирования данных производств путем предоставления налоговых льгот и дотаций.

Проблеме комплексной технологической подготовки производства был посвящен коллективный доклад специалистов ГНЦ РФ ФГУП "НАМИ" на тему "Разработка технологических процессов малогабаритных транспортных средств (МТС) для сельского хозяй-



а) *б*) *в*)

Рис. 3. Модели для формирования панели:

а — передней двери; б — крыши; в — задней стенки и накладки задней стенки

ства" (рис. 2). В частности, был подробно представлен "Проект организации серийного производства МТС", включающий организационные схемы менеджмента, финансов, технологии производства и производственные площадки. Особое внимание докладчики уделили выбору оптимальных технологических процессов серийного производства полимерных деталей МТС. Предпочтение было отдано изготовлению пластмассовых деталей из листового материала экономичным методом вакуум-формовки на модельной оснастке с последующей обрезкой и окончательным оформлением (рис. 3).

Предложен новый способ применения полимерного конструкционного материала при изготовлении кабин. Суть процесса — крепление внешних панелей и панелей интерьера к каркасу с помощью широких толстых полос клея-герметика, полимеризирующегося при комнатной температуре. На указанный выше способ подана заявка на изобретение.

Интересный доклад на тему "Разработка и освоение гаммы отечественных универсальных технологических роботов для массовых автоматизированных производств гражданской и машиностроительной продукции" был представлен специалистами ОАО "АвтоВАЗ". В частности, станкостроительным подразделением завода освоено производство целого модельного ряда технологических роботов (по лицензии немецкой фирмы "КУКА") (табл. 1).

На базе универсальных промышленных роботов проектируются робототехнологические комплексы

Таблица 1

Технические характеристики модельного ряда универсальных технологических промышленных роботов ОАО "АвтоВАЗ"

Параметры	Условное название модели			
	15	30	150	350
Номинальная грузоподъемность, кг	15	30	150	350
Число степеней подвижности/число вращательных степеней	6/6	6/6	6/6	6/6
Тип кинематики	Антропоморфная, полярная система координат			
Длина руки, не менее, мм	1600	2000	3000	2800
Масса манипулятора, не более, кг	250	650	1250	2400
Размещение основания	На полу, на стене, на потолке			
Максимальная погрешность повторения программной позиции, мм	±0,1	±0,1	±0,1	±0,15
Максимальная абсолютная погрешность позиционирования, мм	±0,5	±0,5	±1	±1,5
Тип фланца инструмента	DIN ISO 9409-1			
Предельные углы поворота, °, степеней подвижности, не менее:				
1-я	±180	±180	±180	±180
2-я	+40/–150	+30/–150	+30/–150	+30/–150
3-я	±150	±150	±150	+100/–150
4-я	±350	±350	±350	±350
5-я	±130	±130	±130	±130
6-я	±350	±350	±350	±350
Максимальные скорости по степеням подвижности, °/с, не менее:				
1-я	180	130	120	90
2-я	180	110	110	90
3-я	180	130	120	100
4-я	350	300	180	120
5-я	350	300	180	120
6-я	620	350	250	160

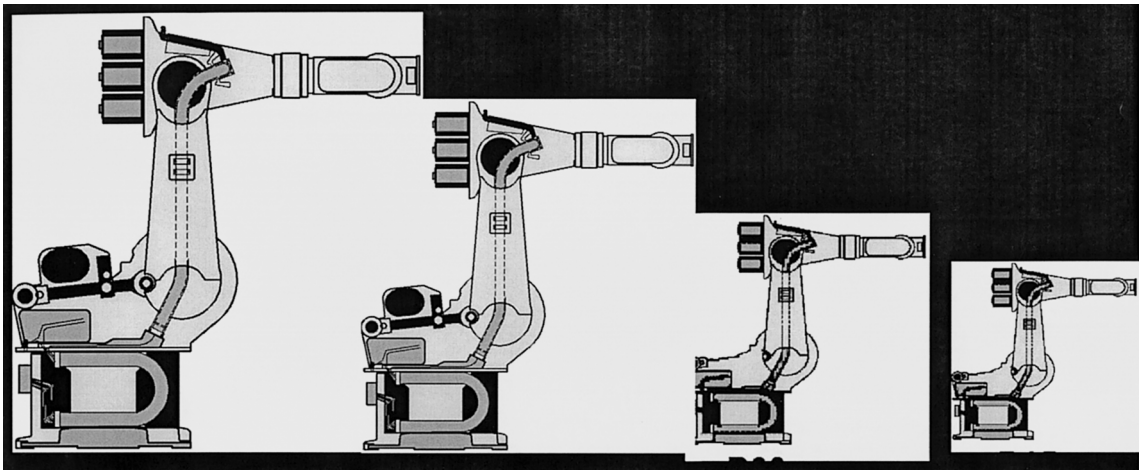


Рис. 4. Робототехнологический комплекс в производстве автомобилей ОАО "АвтоВАЗ"

(РТК), которые внедряются в различных технологических переделах и на ведущих операциях при подготовке и освоении серийного производства автомобилей нового поколения (рис. 4). Среди них: контактная сварка; лазерная, дуговая и гибридная сварка; нанесение клеев и герметиков; складирование и транспортирование грузов; лазерная и плазменная резка; резка водой высокого давления; машинное литье под давлением; зафланцовка и др.

Созданию эффективной системы технологической подготовки производства был посвящен другой доклад представителя технологической службы ОАО "ГАЗ" на тему "Инструментальное обеспечение механообрабатывающего оборудования". Докладчик подробно охарактеризовал основные принципы внедренной комплексной стандартизованной системы взаимодействия различных подразделений и служб в процессе выбора поставщика инструментальной оснастки. Основные из них:

- структурированный подход и разграничение зон ответственности в процессе планирования и проведения испытаний, четкое разделение функций коммерческих, производственных и технологических служб с определением порядка взаимодействия между ними;
- годовое планирование работ с определением наиболее значимой номенклатуры инструмента с возможностью гибкой коррекции при изменении конъюнктуры;
- использование процессного подхода в описании порядка взаимодействия подразделений;
- принятие решения об изменении варианта инструментального оснащения после совместной проработки технико-экономической целесообразности представителями коммерческой и технологической служб;
- интеграция процессов планирования работ, принятия решения об изменении варианта инструментального оснащения, хранения и анализа полученных результатов в корпоративную информационную систему управления, систематизация результатов испытаний для снижения трудоемкости их последующей обработки и включения в процедуру выбора поставщика;
- извлечение экономического эффекта за счет использования конкурентного потенциала на рынке инструментальной оснастки.

По мнению докладчика, разработанная система значительно повысила эффективность опытно-технологических работ, а также технологических процессов в механообрабатывающих производствах, в первую очередь расположенных на нижегородской площадке "Группы ГАЗ".

Этой же проблеме было посвящено выступление представителя управляющей компании Русэлпром на тему "Методология построения и развития системы обеспечения технологической оснасткой и инструментом предприятий российского электротехнического концерна". По мнению докладчика, созданная в концерне система снабжения специальной технологической оснасткой может явиться типовой также и для крупных объединений машиностроительных предприятий (рис. 5) (табл. 2).

Большой интерес вызвал доклад Натали Мамедниязовой, инженера по технической поддержке программного комплекса для разработки систем безопасности пассажиров, соответствующих международным стандартам (MADYMO) компании TASS Germany. Сокращение времени расчета достигается в

Таблица 2

Структура систем обеспечения

■ Система включает:	■ Структура системы:
— определение потребностей предприятий; — проектирование; — приобретение или размещение заказов у подрядчиков; — изготовление на собственных предприятиях; — сопровождение эксплуатации; — утилизация, в том числе отходов	— строится на основе иерархического объединения с централизованным управлением; — включает собственные функции, технологии, процессы на основе имеющихся ресурсов; — включает механизмы для взаимодействия с внешними контрагентами

MADYMO путем сочетания различной техники моделирования: твердых тел, конечных элементов и моделирования динамики газов. В программный комплекс также входит обширная библиотека моделей всех манекенов, используемых для биомеханических исследований. При помощи развитых интерфейсов манекены MADYMO могут легко использоваться в других конечно-элементных системах, применяемых для расчета динамических процессов.

В распоряжении инженеров, работающих с MADYMO, находятся детальные модели устройств пассивной безопасности: ремней и надувных подушек, а также библиотека обобщенных краш-моделей для различных тестовых конфигураций. Использование их в качестве основы ускоряет процесс создания моделей для конкретных автомобилей.

Опыт высокопроизводительного изготовления автомобилей и новых материалов и автокомпонентов был представлен на сессиях, в докладах и сообщениях руководителей и специалистов технологических подразделений отечественных автомобильных заводов и ряда научных организаций: "Применение технологии "ФОРСАН" в автопроме" (В. Г. Федоров — ОАО "НАНОПРОМ"); "Инструментальное обеспечение перспективных технологических процессов обработки материалов резанием" (В. П. Балков — ОАО "ВНИИ-Инструмент"); "Технология и оборудование для прецизионной обработки цилиндров автотракторных двигателей" (А. К. Васильев, Д. А. Алексеевский — ОАО "НИИТавтопром") и другие.

Мнения зарубежных разработчиков и производителей оборудования, технологии, инструмента и материалов в своих презентационных выступлениях изложили представители ряда зарубежных и совместных фирм. Среди них: "Технологии соединения листового металла: методы самопроникающих заклепок RIVSET и точечной деформации RIVCLINCH" (ООО "БЕЛЬХОФФ", Германия — Россия), "Современные инструментальные стали фирмы "BOHLER" ("BOHLER-UDDEHOLM", Австрия), "MADYMO — программный комплекс для разработки систем безопасности пассажиров, соответствующих международным стандартам" (MADYMO, TASS" Германия) и ряд других.

* * *

Главным итогом конгресса явился взаимный обмен опытом технологического обеспечения современной автомобильной техники и автокомпонентов, установление контактов и заключение ряда соглашений на поставку оборудования и технологий.

Мероприятия способствовали объединению усилий бизнесменов, ученых и предпринимателей в формировании цивилизованной технологической бизнес-среды, выработке согласованных комплексных технологических решений в области устойчивого развития автомобильной и автокомпонентной отрасли.

Е. С. Добринский,
В. А. Сеин

Лучшие тракторы для аграриев России

Торгово-финансовая компания "КАМАЗ" отгрузила потребителям первую партию сельскохозяйственных колесных тракторов KAMAZ T-215, собранных на сборочном производстве, которое было создано летом совместно с мировым производителем ARGO Tractors S.p.A. (Италия).

На условиях лизинга новые камазовские тракторы получат аграрии Тамбовской, Ульяновской, Иркутской областей, Ставропольского края и других регионов России. Непосредственным покупателем у "КАМАЗа" и соответственно лизингодателем для потребителей выступает государственная компания ОАО "Росагролизинг", совет директоров которой возглавляет министр сельского хозяйства РФ Алексей Гордеев.

Из 43 тракторов, изготовленных на базе сборочных комплектов деталей производства Италии и Франции, потребителям уже отправлены 39. Сборка ведется на стапелях в сдаточном корпусе автомобильного завода. До конца года планируется отгрузить потребителям 200 тракторов. Идет подготовка собственных производственных площадей, которые расположатся в корпусе ООО "КАМАЗ-монтаж". Одновременно осваивается сборка еще одной модели меньшей мощности — KAMAZ T-85.

Камазовские тракторы уникальны и не имеют аналогов с выпускаемыми в России. Каждый из них в одиночку способен заменить тракторный парк из нескольких типов машин. У них самый высокий в своем классе уровень производительности и низкий расход топлива. Благодаря климатической установке жарким летом в тракторе прохладно, а зимой — тепло. Тракторы марки KAMAZ T установят в России новые стандарты условий труда для механизаторов и повысят стандарты качества сельхозтехники.

(Отдел по связям с общественностью ОАО "КАМАЗ")

Развитие российского автомобильного моторостроения

В августе с. г. в рамках деловой программы Московского международного автомобильного салона (ММАС-2008) в МВЦ "Крокус Экспо" прошла юбилейная 10-я Международная автомобильная конференция "Двигатели для российских автомобилей".

Целью конференции явилось: обсуждение проблем и подготовки предложений по развитию автомобильной промышленности России в области двигателестроения; ознакомление с результатами научных работ и выявление эффективных производственных проектов в отечественном и зарубежном двигателестроении; комплексное обеспечение экологических требований к двигателям для автомобилей.

В работе конференции приняло участие более 100 ведущих отечественных и зарубежных специалистов. Было заслушано около 20 докладов и сообщений о современном состоянии и тенденциях развития отечественного и зарубежного моторостроения.

Доклады были сгруппированы по трем сессиям.

Современные особенности развития двигателестроительного бизнеса. В работе конференции приняли участие ведущие отечественные производители автомобильных силовых агрегатов, в том числе Дивизион "Силовые агрегаты — "Группа ГАЗ" (2 концептуальных доклада), ОАО "АвтоВАЗ", ОАО "КАМАЗ".

В докладе представителя ООО "Силовые агрегаты — Группа ГАЗ" на тему "Перспективы развития двигателестроительного бизнеса Группы ГАЗ" изложена стратегия компании в области моторостроения. Стратегией, в частности, предусматривается следующее.

- Создание полной продуктовой линейки двигателей всех классов, соответствующих перспективным эксплуатационным и экологическим требованиям (тяжелые, средние и легкие дизели);
- Максимально полное удовлетворение потребностей предприятий, входящих в "Группу ГАЗ", в силовых агрегатах собственного производства;
- Сохранение и усиление позиции "Группы ГАЗ" как ведущего национального производителя двигателей на рынках России и других стран СНГ.

Сохранение и усиление позиции "Группы ГАЗ" планируется за счет следующего.

1. Создания новой продуктовой линейки, соответствующей требованиям современного потребителя;

- Создание производства легких дизелей (при участии стратегического партнера);
- Создание производства средних дизелей семейства ЯМЗ-530 (в октябре 2009 г. пуск конвейера нового завода в Ярославле);
- Развитие производства тяжелых дизелей после введения норм Евро-5.

2. Организации собственного центра компетенции — инженерного центра Powertrain;

3. Формирования и развития партнерских отношений с ведущими мировыми производителями двигателей и комплектующих.

Стратегические партнеры "Группы ГАЗ" по продуктам следующие.

— Тяжелые дизели: фирмы "Renault Trucks" (Франция), Ricardo (Великобритания);

— Средние дизели: фирма AVL (Австрия);

— Легкие дизели: фирмы MWM (Бразилия), VM motori (Италия);

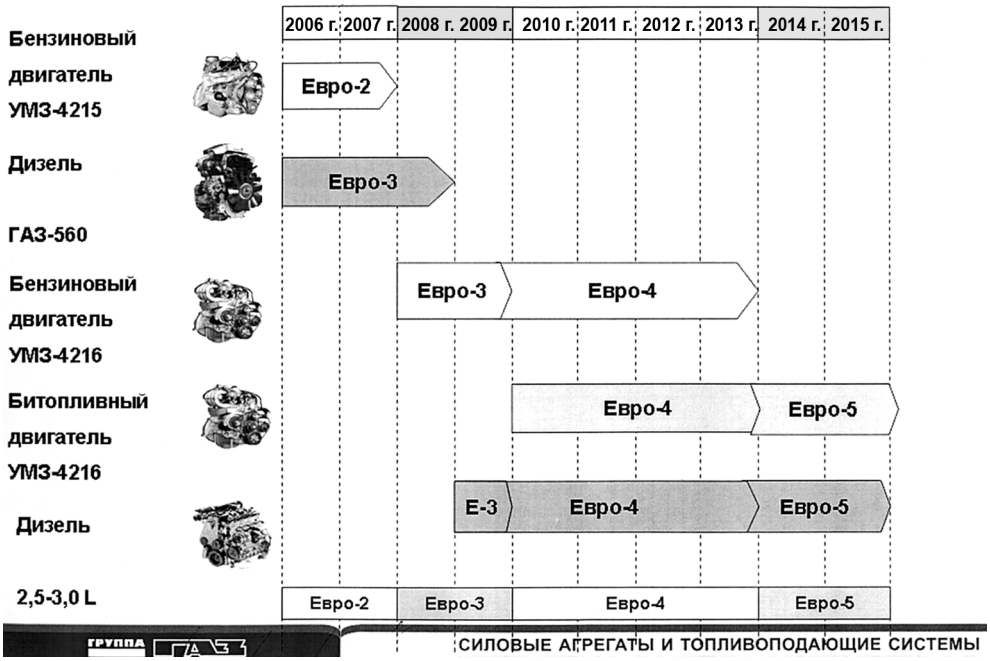
— Бензиновые двигатели: фирма Ricardo (Великобритания);

— Топливная аппаратура: фирмы Bosch (Германия), Delphi (Великобритания);

— Коробки передач: фирмы Eaton (США), ZF (Германия).

Особое внимание в продуктовой линейке "Группы ГАЗ" занимает программа дизелизации легких коммерческих автомобилей (LCV). Это связано с тем, что сейчас в "Группе ГАЗ" доля продаж дизелей составляет не более 2 % общего объема производства LCV. К 2020 г. около 80—90 % автомобилей LCV планируется оборудовать LCV дизелями. В номенклатуре дизелей для автомобилей LCV акцент делается на следующие типы двигателей: дизель ГАЗ-560, дизель 2,5—3,0 L, битопливный двигатель УМЗ-4216 (рисунок).

В докладе представителя ОАО "АвтоВАЗ" на тему "Перспективные двигатели для автомобилей LADA" отмечалось, что основным конкурентным преимуществом ОАО "АвтоВАЗ", позволяющим ему удерживать лидирующие позиции российского автопроиз-



Перспективная продуктовая линейка двигателей для автомобилей LSV "Группы ГАЗ"

водителя, является наличие собственного моторного производства. Это позволяет своевременно обеспечивать соответствие требованиям по введенным и запланированным нормам токсичности. Но, с другой стороны, это накладывает определенные ограничения на возможности модернизации действующего производства в условиях выпуска серийной продукции. В связи с расширением номенклатуры и программы производства переднеприводных автомобилей заводом предлагаются на 2009—2012 гг. следующие меры по обеспечению автомобилей модификациями двигателей ВАЗ:

1) Освоение с 2010 г. 16-клапанных двигателей рабочим объемом 1,6 и 1,4 л с системой Е-газ под нормы токсичности Евро-4 для автомобилей "Приора" и "Калина".

2) Освоение в действующем производстве двух этапов выпуска модернизированных 8-клапанных двигателей рабочим объемом 1,6 л, общая программа выпуска 380 тыс. шт. в год:

— 1-й этап для автомобилей "Приора" — 50 тыс. шт. в год с 2010 г.,

— 2-й этап для автомобилей "Калина" и "САМАРА" — 330 тыс. шт. с 2011 г.

3) Освоение с 2010 г. на мощностях по производству 16-клапанных двигателей (в составе программы 280 тыс. шт. в год) модифицированного 16-клапанного двигателя рабочим объемом 1,8 л с модулем впуска высокой интеграции и системы Е-газ для новых автомобилей ЛАДА.

Состояние и проблемы подотрасли моторных автокомпонентов и автоэлектроники.

Значительное число отечественных и зарубежных докладов было посвящено проблемам специфических моторных компонентов, разработка, производство и поставка которых становятся объектами растущей деловой активности в России, в первую очередь в плане локализации их производства в России.

Ряд выступлений касался сложных элементов моторной автоэлектроники, которая во многом определяет как динамические параметры и топливную экономичность двигателей, так и их экологические характеристики.

Отечественные производители автокомпонентов были представлены на конференции докладами представителей ООО "Оригинал", ОАО "ШААЗ", ЗАО "Юнит Марк Про".

Зарубежные фирмы также выступили с интересными докладами по перспективным разработкам. Среди них фирма "Вибракустик" (Германия), ООО "Бельхофф" (Германия), Лувата (Швеция), ООО "Палл Евразия", Роберт Бош ГмбХ (Германия).

Экологические аспекты и проблемы сертификации автомобильного моторостроения.

Весьма актуальными были доклады, посвященные различным аспектам обеспечения европейских экологических норм отечественными автотранспортными средствами, а также альтернативным видам топлива. Среди них ОАО "ВНИИНП", ГНЦ РФ ФГУП "НАМИ", ЭТАС ГмбХ, Группа Бош (Германия), ООО "АПС Консалтинг", Borg Wamer Turbo Systems Engineering GmbH (Германия).

Е. С. Добринский,
Ю. Г. Котляров

Художественный редактор *Т. Н. Галицына*. Технический редактор *Е. М. Патрушева*. Корректор *Т. В. Арбузова*
Сдано в набор 17.09.2008. Подписано в печать 27.10.2008. Формат 60×88 1/8. Бумага офсетная. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 7,84. Уч.-изд. л. 9,03. Заказ 1110.
Отпечатано в ООО "Подольская Периодика", 142110, Московская обл., г. Подольск, ул. Кирова, 15