

ISSN 0005-2337

# АВТОМОБИЛЬНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

№ 2 • 1996



1996г. № 2

Вологодская областная универсальная научная библиотека  
[www.booksite.ru](http://www.booksite.ru)

ПОЛИАМИД-6 (капролон) применяется при изготовлении деталей, требующих:

- высокой механической прочности, стойкости к истиранию;
- абразивостойкости;
- малого коэффициента трения;
- хорошего сцепления с металлами;
- хим. стойкости.

Детали из полиамида-6 отлично поглощают ударные нагрузки, долговечны и работают бесшумно в условиях плохой смазки.

ПОЛИАМИД-6 при более низкой цене превосходит традиционные материалы по многим техническим характеристикам.

#### ПОЛИАМИД-6:

- в 7 раз легче стали;
- тверже латуни и бронзы;
- прекрасный диэлектрик;
- коэффициент трения по металлу меньше, чем у большинства антифрикционных сплавов;
- устойчив к воздействию масел, смазок, щелочей, кислот, эфиров.

Срок службы деталей из полиамида-6 в узлах трения превышает срок службы стальных деталей в несколько раз.

Благодаря своим прекрасным физико-механическим характеристикам полиамид-6 широко используется как заменитель металлов и сплавов, а также в качестве изолирующего материала в химической, газовой, нефтяной и нефтеперерабатывающей отраслях, машино-, авио-, судо- и приборостроении, электропромышленности.

Любые изделия из полиамида-6 в готовых деталях и в заготовках изготовит для вас АО "МЕТАФРАКС". Нами также освоена технология получения из полиамида-6 вторичного изделий различного назначения методом точного литья на литьевых прессах и термопластавтоматах импортного производства. Изделия, изготовленные по данной технологии, обладают высокими конструкционными свойствами, сочетают высокую прочность и эластичность, их стоимость значительно ниже стоимости изделий из полиамида-6.

Среди наших заказчиков АВТОВАЗ, КАМАЗ, нефтеперерабатывающие и машиностроительные предприятия.

618290 Пермская обл., г. Губаха, АО "МЕТАФРАКС".  
Тел.: (342 48) 2-08-98, 2-03-97, 2-18-45, 2-13-02, 2-16-21  
Телекс : 134 807 KOLBA RU  
Телетайп : 634 213 КОЛБА  
Факс: (342 48) 3-31-21, 3-19-43

 **МЕТАФРАКС**

# АВТОМОБИЛЬНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

№ 2 • февраль • 1996

## ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 629.113(100)

### КАК СОЗДАВАЛИ "ВСЕМИРНЫЙ" АВТОМОБИЛЬ

А. Г. ЮРУШКИН  
"Форд Мотор компани"

В связи с темой "Будущее российской автомобильной техники" нельзя не остановиться на опыте других стран. В частности, фирмы "Форд Мотор", которая не только высказала (1988 г.), но и реализовала идею так называемого мирового, или глобального, легкового автомобиля. (Этим автомобилем стал "Мондео".)

Работы начались с того, что отделения фирмы (дизайна, конструкторское, кузова и шасси, электрооборудования, двигателей, коробок передач, запасных частей и технического обслуживания, технологическое, снабжения и маркетинга) разработали "базовые" цели создания нового автомобиля. Так, его ездовые качества должна обеспечивать подвеска, способная работать при движении как по неровностям, так и с высокой скоростью; водитель, не имеющий опыта гонщика, должен воспринимать автомобиль как легкий в управлении; руль должен быть "легким" и точным; двигатель и коробка передач должны иметь безупречную совместимость и т. д.

Здесь обращают на себя внимание как сами цели, так и их формулировки: это не жесткий инженерный набор требований, а задачи, наполовину ориентированные на комфорт, удобство и просто приятное восприятие автомобиля пользователями. Иначе ведь его не купят!

Кроме того, эксперты пришли к выводу, что вкусы потребителей разных стран не столь уж различны и все дело в нюансах; законодательные правила в странах по обоим берегам Атлантики достаточно гармонизированы, и главным техническим показателем автомобиля в любом свете является его экономичность.

Очевидным было также и то, что при появлении на рынке в начале 1993 г. модель должна уверенно выдержать конкуренцию в середине 1990-х годов.

Этот автомобиль среднего класса, который должен прийти на смену в Европе модели "Сьерра" и "Темпо-Топазу" в США, получил кодовое название CDW 27.

Затем на основе "базовых" целей эксперты разработали конкретные технические условия и стандарты проектирования автомобиля, причем с учетом многонациональных (глобальных) рынков сбыта.

В разработке стиливого проекта автомобиля принимали участие четыре студии: "Гиа" в Италии, концепт-центр "Форда" в Сан-Хосе (Калифорния), студия в Дирборне (Мичиган) и студия в Кельне совместно с английской в Дантоне.

Они разработали 400 прототипов (240 европейской версии и 160 американской), в том числе прозрачные пластмассовые модели, позволяющие любым специалистам оценить компоновку, удобство сборки, обслуживание, эргономические факторы и т. д. (Такое большое количество прототипов определяется, конечно, не поиском формы, а сложностью технических решений и комплектующих узлов, требовавших



"Форд Мондео"

взаимосвязанной отработки.) Окончательная разработка дизайна велась в Кельне, так как этот проект был признан наиболее перспективным, но некоторые решения и комментарии других коллег, безусловно, учитывались.

Ведущая роль в проекте была отдана специалистам Старого Света. И не только потому, что они больше работают в этом классе автомобилей и выдерживают больший натиск конкурентов, но и потому, что “европейцы лучше понимают свою роль в обществе”, как сказал один из руководителей фирмы “Форд”.

Самые кардинальные решения были приняты за 33 месяца до начала производства. Так, был назначен срок выпуска первых серийных автомобилей; прекращены поисковые работы по кузову и “заморожена” принятая форма; выпущена так называемая “синяя книга”, содержащая: план-график разработки и подготовки производства, анализ аспектов качества автомобиля, параметров его безопасности, эмиссии отработавших газов, пригодности к техническому обслуживанию, технологичности, планы по объемам выпуска, оценку затрат и рентабельности. Наконец, совет директоров фирмы принял в целом проект и программу, предложенную в “синей книге”.

Вот некоторые этапы развития проекта создания мирового автомобиля: март 1987 г. — начата дизайнерская разработка концепции нового автомобиля, сделаны первые эскизы; июль 1989 г. — оценены затраты и себестоимость; сентябрь 1989 г. — изготовлен первый прототип; март 1990 г. — принято решение о завершении проекта в конце 1992 г., окончательно “заморожено” решение кузова, разработана “синяя книга”; апрель 1990 г. — совет директоров принимает программу; конец 1990 г. — окончательно утвержден дизайнерский проект экстерьера и интерьера; начало 1991 г. — изготовлены точные прототипы; сентябрь 1991 г. — на опытном производстве начато изготовление автомобилей; февраль 1992 г. — изготовлено 400 образцов; ноябрь 1992 г. — выпущены первые серийные автомобили; март 1993 г. — “Мондео” выпущен на рынок.

Небезынтересна чисто организационная сторона взаимодействия специалистов — разработка автомобиля велась с размахом. После того как был определен круг уполномоченных лиц и рабочих команд на каждом из континентов, дальнейшие контакты между ними осуществлялись только с помощью телевизионной и компьютерной связи. Для этого в Европе и Америке были оборудованы телевизионные студии, в которых проходили трансконтинентальные совещания и конференции, включая детальное обсуждение документации и чертежей путем их прямого проецирования на телевизионные экраны. (Кстати, о документации. Благодаря наличию единой фордовской компьютерной сети проектировщики имели постоянный доступ ко всем документам, включая чертежи, независимо от своего географического расположения.)

Такое “бесконтактное” взаимодействие себя полностью оправдало. Например, чисто экономически:

стали ненужными переезды и перелеты специалистов из города в город или с континента на континент для проведения встреч. Кроме того, переговоры проходили быстро, совещания имели высокий уровень дисциплины (средства связи-то дороги).

Команда разработчиков состояла из трех групп (планирование, конструкция и технология), общая численность которых — 140 человек. Она была наделена полномочиями, необходимыми для реализации технических решений и даже вопросов внешней кооперации. Половина всех решений принималась в течение 48 ч, 40 % — 72 ч, остальная часть — в течение пяти дней при консультациях с европейскими и американскими центрами и руководителями.

Изначально автомобиль планировали выпускать в Европе (фордовский завод в Генке, где к тому времени изготавливались “Сьерра” и “Транзит”) и в США, причем в Америке его производство должно было начаться на полтора года позже, чем в Европе. Объемы выпуска в Европе намечалось довести до 1970 автомобилей в день. В связи с этим администрация завода по согласованию с профсоюзами ввела третью смену продолжительностью 6,4 ч при семидневной рабочей неделе. Программу выпуска обеспечивают 14 тыс. рабочих.

В процессе подготовки производства капиталовложения в оборудование составили 600 млн. долл. Большая часть из них затрачена на прессовый цех. Здесь, в частности, установлен самый большой в Европе трансферный пресс “Мюллер-Вайнгартен” усилием 620 кН (6200 тс), имеющий быстросменную (15 мин) оснастку. В сварочном кузовном цехе (на кузове — 3400 сварочных точек) работают две линии, на которых установлено 400 роботов. Эти линии разные: одна предназначена для сборки четырех- и пятидверных кузовов, вторая — для четырех-, пятидверных и кузовов автомобилей-универсалов, что позволяет гибко и совершенно независимо реагировать на потребность рынка, вплоть до выдачи половины программы с одним типом кузова.

Цех окраски тоже оснащен самым современным оборудованием, безупречным с точки зрения охраны окружающей среды.

Автомобиль в отношении сборки выполнен весьма интересно: он состоит из модулей. Например, пучки проводов разделены на логические отрезки с разъемами. Передняя и задняя подвески монтируются на подрамники, которые затем крепятся к кузову с помощью четырех только наружных болтов и направляющих элементов. Панель приборов с системой вентиляции и рулевой колонкой крепится на передней поперечине, которая затем в сборе монтируется на кузов.

Все это обеспечивает высокое качество подборок и простоту окончательной сборки, удобство контроля и обслуживания узлов. (Специалисты говорят: “Автомобиль восприимчив к сборочным операциям”.)

Кстати, технологические процессы отрабатывались на опытном заводе, который был создан здесь же, в

Генке, и начал работать за 16 месяцев до первого выпуска серийного автомобиля.

Вопросы снабжения также отрабатывались с чрезвычайной тщательностью. Принималось, что внешние поставки осуществляются по принципу “точно вовремя”, без складов и накопителей. Поставщиком конкретного компонента является, как правило, только одна фирма. В европейско-американских отношениях установлен определенный регламент. Никакие штамповки не пересекают океан. При унифицированных для европейской и американской версий панели пола кузова, подвеске, двигателях и трансмиссиях поставщиком двигателей V6, автоматических коробок и усилителей руля являются только американские заводы, механических коробок передач — только европейский производитель. Всего 47 европейских поставщиков снабжают американский завод 147 компонентами, 20 производителей из США поставляют свою продукцию в Генк.

Что же представляет собой “мировой” автомобиль с точки зрения современных требований?

Начнем с экологии.

Автомобиль с бензиновым двигателем оснащен трехкомпонентным каталитическим нейтрализатором с электронной системой управления, обеспечивающей выполнение любых требований по выбросу отработавших газов. Вариант с дизелем имеет двухкомпонентный окислительный нейтрализатор, и тоже в качестве обязательного оснащения. Не применяются в автомобиле фреоны и асбестосодержащие материалы.

Как видим, в этом смысле “мировой” автомобиль сделал определенный шаг вперед — по направлению, ставшему уже традиционным. Интерес представляет другое: работы по “ресайклингу” — вторичной переработке самого автомобиля и его компонентов. В г. Ниле, под Кельном, у “Форда” есть опытный завод, где осуществляется разборка использованных автомобилей, идентификация деталей по материалам (если маркировка не сделана уже при изготовлении), разрабатывается методология разборки и вторичной переработки, готовятся рекомендации для изготовителей автомобилей и переработчиков материалов.

Так, в ходе двухлетних исследований здесь установили: “Мондео” может быть подвергнут вторичной переработке на 85 %. При этом все составляющие его материалы разделены на три группы: подлежащие немедленной переработке с применением существующих технологий; подлежащие переработке в будущем, когда необходимые технологии будут созданы; не подлежащие переработке. К первой группе относятся металлы и электропроводка (78 % массы автомобиля), моторное масло и охлаждающая жидкость (1 %), стекла (2,8 %), войлок и термопластики, вспененный материал сидений. Вторая группа — это ковровые покрытия, другие термопластики и вспененные компоненты массой более 100 г, деревянные элементы. Любопытно, что материалы не просто

перерабатываются, но значительная их часть используется для изготовления деталей того же “Мондео”. Это прежде всего материалы термопластичные — переработанные воздуховоды, крышки, емкости, которые превращаются в несилловые элементы, например, кожухи колесных арок. Боковые молдинги изготавливаются из переработанного полиуретана, а использованные бамперы разделяются на поликарбонат (изготовление кронштейнов бампера) и пористый материал, который вместе со свежей смесью идет на изготовление энергопоглощающих элементов.

Есть и другие экологически интересные решения. Например, на заводе в г. Саарлуис энергия используется в замкнутом цикле производства. (Это первое предприятие в Европе, не потребляющее первичных энергоносителей.) Второй пример — многоразовая оборотная тара: в ней поставляется 95 % комплектующих для “Мондео” (для предыдущей модели этот показатель был равен 15 %).

При создании “мирового” автомобиля решены проблемы его пригодности к профессиональному системному обслуживанию и готовности сервисной сети принять новую, сложную технику в работу. Причем и то и другое оказалось непростым делом. Ведь все предыдущие фордовские модели были приспособлены к традиционным сервисной аппаратуре и инструменту. Но на борту “Мондео” появился комплекс весьма сложных устройств: электронное управление двигателем; антиблокировочная система; противобуксовочная система; адаптивная (приспосабливающаяся) подвеска; системы противоугонная и безопасности; автоматическая трансмиссия и др. Для того чтобы их надежно диагностировать и обслуживать, пришлось разработать новую компьютерную систему (FDS-2000), способную проверять состояние всех элементов автомобиля как в статическом положении (имитация рабочих процессов), так и на холостом ходу работы ДВС и при движении автомобиля. Об эффективности этой системы говорит такой факт: если для обнаружения какой-либо неисправности профессиональному механику требовалось не менее 20 мин, то FDS выдает такую информацию в течение 15 с, предупреждая при этом оператора о необходимости подключить те или иные соединения, выключить двигатель при определенных операциях и т. д.

В память машины на компакт-диске записана информация не только о параметрах “Мондео”, но и о многих других моделях автомобилей “Форд”, главным образом двигателях, собранная с нескольких тысяч дилерских пунктов по всему миру.

Сервисные центры, в том числе на территории бывшего СССР, прошли специальное обучение по пользованию этим диагностическим комплексом, который не просто является неотъемлемой частью программы “мирового” автомобиля, но и, по-видимому, вскоре вытеснит аппаратуру для диагностики других моделей. (Информация выводится на дисплей, по выбору, на 18 языках.)

## ЭКОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ, МАШИН

Канд. техн. наук Б. В. НАМАКОНОВ

Горловский автомобильно-дорожный институт Донецкого ГТУ

В настоящее время планета испытывает избыток энергии. Между тем ее производство удваивается каждые 10—12 лет. Эта энергия неизбежно, согласно законам термодинамики, превращается в теплоту и перегревает атмосферу и саму Землю, которая уже сейчас подвержена глобальному “парниковому” потеплению. Стабилизация климата на планете, как утверждает наука, невозможна без снижения выбросов оксида углерода до 2 млн. т в год, т. е. до трети объема, приходящегося сегодня на одного жителя Европы. Доказано и то, что примерно половина вредных выбросов газов и теплоты приходится на производство техники, выпуск которой непрерывно растет. Например, только автомобилей к концу текущего столетия будет около 1 млрд. Для изготовления всей этой техники используется так много сырья и выбрасывается столько оксидов углерода, азота, серы и других токсичных соединений, что общество, можно сказать, само себя душит. Так, при производстве 1000 т стали в атмосферу выбрасывается 136 т оксида углерода, сернистых, азотных и других токсичных соединений. Кроме стали для изготовления машин используются алюминий, другие металлы, синтетические материалы и т. д., производство которых более энергоемко, дороже и вреднее, чем производство стали. Еще хуже то, что большинство материалов, используемых сегодня в мире, выбрасывается после однократного использования. Это приблизительно 2/3 алюминия, 3/4 стали и бумаги и еще больше — пластика.

Такое “одноразовое” мышление привело и к тому, что в настоящее время до 40 % черного металла в автомобильной промышленности расходуется на изготовление запасных частей, а 60—80 % затрат при ремонте автомобилей приходится именно на новые запасные части. В то же время до 90 % деталей, которые можно восстановить, выбрасывается в утиль. А ведь еще в 1960-х годах профессор К. Т. Кошкин доказал эффективность восстановления деталей и “вторичного” производства автомобилей. Дело в том, что 80—90 % этих деталей изношены не более чем на 0,12 мм и имеют остаточные стоимость и ресурс, равные 70—90 % от исходного.

Известно, что износ, равный 0,5 кг на 1 т сухой массы автомобиля, делает его неработоспособным. Значит, при восстановлении деталей требуется не более 1 % материала, ушедшего на изготовление деталей, а энергоресурсов, судя по ориентировочным подсчетам, в 25—30 раз меньше. Например, восстановление 60 тыс. коленчатых валов “среднего” размера экономит 1200 т высококачественного металла, а каждый восстановленный коленчатый вал двигателя ЯМЗ-240, как показал опыт Ярославского моторного завода, — 350 кг высококачественной хромо-

ванадиевой стали и огромное количество энергоресурсов.

К сказанному следует добавить: стоимость восстановления, как правило, не превышает 40 % стоимости изготовления новых деталей, а работоспособность восстановленных деталей может значительно превышать работоспособность новых — для этого есть весьма эффективные способы обработки и нанесения твердых износостойких покрытий и получения заготовок из изношенных деталей. (К примеру, крупнейший производитель автомобилей, США, восстанавливает в промышленных масштабах коленчатые валы, стоимость которых оказывается в 5 раз ниже, а износостойкость гораздо выше новых.)

Как видим, резерв огромный. Но реализуется он явно недостаточно. Ремонтные предприятия различных ведомств мало восстанавливают детали, в основном только на свои нужды; количество восстановленных деталей, поступающих в запасные части, — мизерное; почти не восстанавливаются детали автомобилей, принадлежащих отдельным гражданам. Зато в Автопроме и других ведомствах действуют цехи и заводы по производству запасных частей, на которые расходуются первичные металлы, а миллионы деталей, годных для восстановления и вторичного использования, в лучшем случае идут на переплавку.

Такова общая картина. Если ее детализировать, впечатление получится еще хуже. Например, никто у нас не восстанавливает такие массовые детали, как шестерни. А ведь их износ по рабочим поверхностям в конце эксплуатации не превышает 0,15 мм. Более того, в ряде регионов (Белоруссия, Саратов и др.) есть станы, позволяющие получать заготовки из изношенных шестерен. Причем станы производительные (такт выпуска равен 0,5—1,0 мин).

Подобных примеров можно привести великое множество. Они всем хорошо известны. Тем не менее “воз и ныне там”. Даже при проектировании новых ремонтных предприятий предпочтение отдается механообработке, т. е. изготовлению новых деталей. Такие же эффективные и проверенные способы восстановления, как металлизация, пластическое деформирование, наплавка и др., игнорируются. Хотя каждый из участвующих в проектировании при случае не прочь поговорить об экологии, дороговизне энергии и материалов и т. п. Так же как и те, кто разрабатывает государственные программы. Ведь не секрет, что в экономических программах России и других государств СНГ проблема восстановления деталей на чисто отсутствует. В чем же дело?

Негативное отношение к восстановлению деталей кроется, на наш взгляд, в социально-экономических, организационных и технических условиях: мы не научились понимать их в комплексе, рассматривать как одно общее условие. Отсюда и частные решения. Например, вопросы вторичного (из восстановленных деталей) производства машин в техническом плане практически уже решены. Есть и организационные решения. Однако понимания социальной гло-

бальности данной проблемы пока нет. Здесь, видимо, должна сыграть свою роль государственная власть. Только она может вводить реальные экологические налоги, в том числе налоги на производство и потребление энергоресурсов, т. е. на наиболее опасные загрязнители планеты. С другой стороны, в нынешних кризисных экономических условиях создание индустрии восстановления деталей — это сред-

ство загрузки простаивающих машиностроительных и ремонтных предприятий. Такие предприятия необходимо освобождать от налогов, так как они сами по себе приносят государству значительный ресурсный и экологический доход: ведь на восстановление деталей и машин, т. е. их вторичное производство, требуется менее 2 % материалов и в 20—30 раз меньше энергоресурсов, чем на изготовление новых изделий.

## ЧИТАТЕЛЬ РАЗМЫШЛЯЕТ, АНАЛИЗИРУЕТ, ПРЕДЛАГАЕТ

УДК 629.014.6:629.1-46

### **К ПРОБЛЕМЕ ГОРОДСКИХ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК**

В печати, по радио и телевидению настойчиво предлагается (а кое-где уже и делается) проблему городских пассажирских перевозок решать путем закупки автобусов зарубежного производства. В том числе и бывших в эксплуатации.

Рассматривается и второй путь: покупка лицензий на производство зарубежных автобусов устаревших типов.

Оба решения, на наш взгляд, ведут в тупик. Опыт показал, что массовые закупки техники, отработавшей в эксплуатации 8—12 лет, проблему лишь усложняют. Во-первых, это требует переориентации эксплуатационных и технических служб автопредприятий России на расчет в валюте, поскольку средства технического обслуживания и ремонта, а также запасные части и расходные материалы тоже придется покупать за рубежом. Во-вторых, хотя затраты, связанные с приобретением подержанных автобусов зарубежных фирм, сравнительно небольшие, зато затраты на их эксплуатацию — огромны. Примером может служить Ульяновск. Здесь закупили автобусы разных зарубежных фирм и разных моделей. Но оказалось, что срок службы всех этих автобусов в условиях Ульяновска составил всего 4—15 месяцев, а для их восстановления нужно столько запасных частей, что их стоимость становится разорительной для города.

Покупка лицензий на выпуск устаревших автобусов — тоже дело непосильное. Ведь затраты только на некоторые виды оборудования, обязательно необходимого для производства автобуса, — это миллиарды рублей. Причем его стоимость не зависит от объемов выпуска. Если сюда приплюсовать капитальные вложения на подготовку и организацию производства, то это уже триллионы.

Вывод очевиден: насыщение автопарка страны импортными старыми автобусами всевозможных марок, равно как и скороспелые решения об организации выпуска городских автобусов на базе не подготовленных к этому производств, потребует многомиллиардных затрат, но пользы не принесет. Невыгодна и массовая закупка новых автобусов фирм МАН, “Мерседес-Бенц”, “Вольво”, “Скания”, “Неоплан” и

др. Много их не купишь, поскольку цена одного экземпляра составляет 160—200 тыс. амер. дол. Между тем решение есть. Оно — в использовании возможностей ЛиАЗа. Ведь здесь уже завершаются техническая реконструкция и подготовка производства на выпуск 8 тыс. больших городских автобусов ЛиАЗ-5256 в год, а к 2000 г. — 12 тыс. шт.

ЛиАЗ — головной завод в ассоциации “Автобус”. В ее состав входят еще 20 заводов, которые ведут подготовку производства к выпуску 6,5 тыс. автобусов в год на базе ЛиАЗ-5256. (Эти заводы ранее занимались ремонтом автобусов ЛиАЗ-677, но теперь, в связи с тем, что автобусы ЛиАЗ-5256 не требуют капитального ремонта в течение 10 лет эксплуатации, они получают возможность — после реконструкции, разумеется, — выпускать новые автобусы ЛиАЗ-5256 и ЛиАЗ-677.)

Таким образом, ассоциация “Автобус” к 2000 г. будет располагать мощностями на выпуск 18,5 тыс. больших городских автобусов, причем крупной штамповки головной завод будет выдавать 20 тыс. комплектов в год. И это — не только планы. Уже сейчас завод выпускает 5 тыс. автобусов в год, а другие члены ассоциации — более 800. Причем в течение 1993—1994 гг. ЛиАЗ и другие члены ассоциации полностью ушли от поставок комплектующих, металла и материалов из стран дальнего зарубежья. Заканчивается эта работа и по странам СНГ. То есть автобус ЛиАЗ-5256 почти на 100 % будет производиться из российских комплектующих и материалов.

Это, конечно, не самоизоляция. Зарубежные связи завод сохраняет, но в разумных пределах. Например, очень хорошие результаты получены при установке на автобус ЛиАЗ-5256 дизеля МАН с коробкой передач фирмы “Цанрадфабрик”: 30 автобусов, оснащенных ими, очень хорошо себя зарекомендовали при эксплуатации как у нас, так и за рубежом. Однако закупать такие силовые агрегаты невыгодно: цена двигателя составляет 15 тыс. амер. долл., а ГМП — 15,5 тыс. Более подошел бы второй вариант — закупить лицензию на их выпуск у нас.

Выгодно закупать и технологии. Это доказал опыт реконструкции ЛиАЗа на базе оборудования таких зарубежных фирм, как итальянская “Джейко”, английская “Бинкс”, австрийская “Кальтенбах”, швейцарская “Шлаттер”, японская “Наката” и др. Испол-

зается на заводе и современное оборудование, выпускаемое станкостроительными предприятиями России и стран СНГ.

Конечно, пожар на заводе двигателей КамАЗ не мог не сказаться на деятельности ЛиАЗа. Однако положение постепенно исправляется, в том числе за счет участия ЯМЗ, Тутаевского моторного и Козельского машиностроительного заводов, Барнаульского завода "Трансмаш". Разумеется, это потребовало определенной реконструкции как самого двигателя, так и кузова автобуса, а также капитальных вложений в производство. Но все эти трудности преодолимы, тем более что и сам ЛиАЗ, и ассоциация "Автобус" уже обладают мощным производственно-техническим и кадровым потенциалом.

Как видим, ЛиАЗ и ассоциация "Автобус" — это целая система, вполне подготовленная и способная решить проблему пассажирских перевозок в городах России. Она не против конкуренции, скорее наоборот. Но о том, что на цели создания новых, порой полукустарных автобусных производств, закупки ав-

тобусов по импорту, в том числе автобусов, бывших в эксплуатации, расходуются огромные средства, приходится только сожалеть. Потому что все это — результат амбиций некоторых мэров и губернаторов, работников автотранспорта, желающих иметь у себя все, в том числе и местную автомобильную промышленность, в каждой области и в каждом городе. Кое-кто, видимо, забывает, что чувство хозяина — это прежде всего отсутствие рассогласованности между действиями и здравым смыслом. А здравый смысл подсказывает, что, во-первых, работу по созданию отечественной автобусостроительной отрасли нужно продолжать — так, как записано в государственной программе 1993 г. Во-вторых, добиваться, чтобы дотации, выделяемые автотранспортным предприятиям из государственного бюджета, в определенной степени использовались для закупки автобусов отечественного производства.

Ю. А. ЗАСЛОНОВ  
ЛиАЗ

## КОНСТРУКЦИИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

УДК 629.113/.115.796.57

### КАМАЗ: ТЕХНИКА ДЛЯ РАЛЛИ-МАРАФОНОВ

О спортивных результатах международного рейд-марафона "Мастер-ралли" в честь пятидесятилетия Победы, прошедшего в августе 1995 г. по маршруту "Париж—Москва—Улан-Батор—Пекин", отечественная и зарубежная пресса писала много. Но у автотранспорта есть и другая сторона — техническая. Ведь спортивный автомобиль — сложнейшая и подчас уникальная конструкция, технический уровень которой не только работает на имидж фирмы, но и определяет развитие конструкции серийных моделей на годы вперед.

Это касается любых автомобилей — и легковых, и грузовых. Последних, может быть, особенно, что можно показать на примере отечественных КамАЗов.

Дело в том, что в классификации легковых спортивных автомобилей предусмотрены три кате-

гории (Т-1 — серийные, Т-2 — доработанные и Т-3 — специально построенные "спорт-прототипы"), а все грузовые объединены в одну (Т-4). В нее входят непосредственные участники рейда, т. е. автомобили, специально подготовленные, и серийные автомобили, везущие запасные части к первым. (По правилам ралли-марафонов автомобили технической помощи регистрируются и идут по трассе наравне с "боевыми" экипажами, но высоких результатов от них, конечно, не требуется, главное — помогать экипажам "боевых" автомобилей.) В то же время сами "боевые" — это, по существу, специально созданные для соревнований. Причем все автомобили категории Т-4 омологированы и считаются серийными, но, разумеется, автомобили, "идущие на результат", при внешнем сходстве с серийными разительно от них отличаются, особенно двигателем, трансмиссией, подвеской.

Таковы заведомые марафонов — автомобили "Татра", "Перлини", "Хино", "Мерседес" (кстати, несколько "Мерседесов" регулярно используются и как "технические" командами "Ситроен" и "Мицубиси"), а также эпизодически появляющиеся на соревнованиях "Ивеко", "Рено", "Скания". Например, если серийный 12-литровый дизель автомобиля "Татра" развивает мощность 260 кВт (350 л. с.), то форсированный двигатель спортивной "Татры" — 510—550 кВт (700—750 л. с.). Близкие показатели у "Мерседеса". Не отстают от них и автомобили КамАЗ-49252, принявшие участие в "Мастер-ралли-95", созданные на базе семейства "Мустангов" (модернизированных КамАЗ-4310). На них установлены двигатели двух типов: дизель "Камминз" мощностью 370—386 кВт (500—525 л. с.) и дизель Тутаевского моторного заво-





да, подготовленный в свое время для участия в кольцевых гонках и развивающий мощность 550 кВт (750 л. с.). (Заметим, что после пожара на заводе двигателей на КамАЗе была проведена огромная работа по адаптации двигателей различных фирм и моделей к серийным автомобилям. Имеется вся необходимая техническая документация, что позволяет считать такие автомобили с “неродными” двигателями серийной продукцией.)

Трансмиссия спортивных КамАЗов отличается от серийной: используется коробка передач фирмы “Цанрадфабрик”, совмещенная с раздаточной коробкой и имеющая 16 передач. Карданные валы — GVB, позволяющие передавать больший (на 40 %) крутящий момент. Ведущие мосты изготовлены на базе серийных (балки), но имеют усиленные полуоси и редуктор (раньше редукторы приходилось менять в ходе гонки, теперь эта проблема решена). Корпус редуктора и коническая шестерня использованы от автомобиля КраЗ, а цилиндрическая шестерня — собственного изготовления. Трансмиссия с дизелем “Камминз” позволяет развивать на автомобиле скорость до 150 км/ч, с дизелем ТМЗ — 160 км/ч.

Немало проблем до сих пор создавала несовершенная подвеска. На нынешних спортивных КамАЗах ее характеристики удалось наконец оптимизировать: при серийной (по требованию правил соревнований) схеме ход подвески увеличен до 400 мм за счет большей длины рессор (их материал и термообработка — оригинальные). В ней установлены амортизаторы совместной с Волгоградским тракторным заводом разработки. (Они — гидропневматические, служащие и дополнительными упругими элементами.)

Улучшенная подвеска позволила снять ряд проблем, в том числе прочности рамы. Несмотря на то что рама двухосных раллийных КамАЗов специально спроектирована для работы в тяжелых условиях соревнований (сечение лонжеронов осталось стандартным, но поперечины усилены), ее ресурс не превышал одного ралли-марафона. И к следующему соревнованию заводу приходилось собирать практически новый автомобиль. Теперь же, когда число пробоев подвески резко сократилось, рама служит намного дольше.

Далее. Как известно, на серийных грузовых автомобилях КамАЗ кабина подрессорена. На спортивных же вариантах она закреплена на раме лишь через резиновые демпферы, т. е. почти жестко. Изготовлена на базе серийной, с обязательным для спортивных автомобилей трубчатым каркасом безопасности. Причем здесь он играет роль несущей системы кабины: опирается на места крепления кабины к раме, связан с ее “оболочкой” косынками и кронштейнами. К нему сквозь штампованные детали кабины на кронштейнах крепится, кроме того, наружный каркас, защищающий кабину и дополнительные фары от несильных ударов, например крупных ветвей: при ударе детали деформируются, не передавая его энергию силовому каркасу. (В ходе одного из соревнований был случай, когда КамАЗ протаранил задний борт грузовика ЛиАЗ: наружные защитные элементы были смяты, а кабина спасена.)

Претерпело изменения и оборудование кабины. В ней установлены специальные автоматические сиденья фирмы “Рикаро”, штурманские приборы, изменена схема электрооборудования.

Одним из пока еще слабых мест спортивных КамАЗов остаются тормоза. Ведь затормозить 10-тонный автомобиль на скорости 150 км/ч весьма непросто, и, разумеется, серийные тормоза для этого не годятся. Поэтому их дорабатывают. И уже сейчас на спортивных КамАЗах стоят тормозные барабаны, которые в 1,5 раза шире серийных. Причем и барабаны, и колодки отличаются от стандартных материалами. Но пока полного решения проблемы добиться не удалось: в последних соревнованиях, например, В. Московских несколько раз заканчивал спецучастки без тормозов — приезжал с голыми колодками.

Работы по улучшению тормозов продолжаются совместно с фирмой “Ферродо”.

Выше отмечено, что создание спортивной автомобильной техники — одновременно и работа на перспективу. Это, прямо скажем, чрезвычайно важно для КамАЗа: ведь здесь настоящей смены моделей с 1976 г., по существу, не было. Автомобили, конечно, модернизировали, расширяли гамму модификаций, но базовые модели оставались теми же.

Сейчас положение меняется. И этому во многом способствуют наработки по спортивной технике, которые вскоре найдут применение на серийных автомобилях нового поколения. Например, для двухосных тяжелых магистральных тягачей понадобятся новые ведущие мосты и тормоза, для семейства “Мус-танг” пригодятся результаты работ по подвеске и т. д.

Что касается собственно спортивной техники, то работа по ее совершенствованию на КамАЗе будет продолжаться и в дальнейшем. Тем более что, начав с небольших переделок серийного КамАЗ-4310 (на автомобилях-участниках ралли “Объектив Сьюд”, состоявшихся в 1989 г., установлены лишь дополнительные амортизаторы, каркас безопасности и турбонаддувный дизель КамАЗ-7403 мощностью 220 кВт, или 300 л. с., изменен тент платформы), сегодня специалисты автозавода уже вышли на автомобиль, превосходящий по своим характеристикам одного из лидеров такого рода гонок — чешскую “Татру”. Во всяком случае, по основным позициям — подвеске и энерговооруженности.

Устранив оставшиеся проблемы (в первую очередь — с тормозами), камазовцы рассчитывают всерьез бороться за призовые места в абсолютном зачете на ралли “Париж—Дакар”. И это вполне реально: на “Мастер-ралли—95” В. Московских уже удалось занять четвертое место.

В техническом плане камазовцы готовы и к шосейно-кольцевым гонкам, но если для участия в ралли-марафонах у команды КамАЗа есть постоянный спонсор (объединение “Мастер”), то для “кольца” такового нет. А без серьезного финансирования в автоспорте показать высокие результаты невозможно. И все же, будем надеяться, шосейно-кольцевые гонки тоже войдут в “репертуар” КамАЗа.

Р. К. МОСКВИН

**ДИЗЕЛИ ЯМЗ.****ФОРСИРОВАНИЕ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ РАБОТЫ МОТОРНОГО МАСЛА**П. А. ЛОШАКОВ  
ЯМЗ

Турбонаддув, все более и более широко применяющийся на двигателях ЯМЗ, позволил не только форсировать по мощности, но и снизить удельную металлоемкость, расход топлива, а также токсичность отработавших газов. В свою очередь, большая форсированность и повышенные нагрузки на детали потребовали (для сохранения высокой надежности) проведения дополнительных конструкторских и технологических мероприятий. И на заводе это сделали, причем без больших затрат времени, труда и средств, поскольку предварительно провели комплекс исследований и стендовых испытаний.

В ходе реализации этих мер, в частности, были подтверждены известные теоретические положения: наддув неизбежно увеличивает температуру поршня, следовательно, снижает прочность и твердость материала, изменяет геометрию канавок под поршневые кольца, а значит, способствует прорыву газов через кольцевое уплотнение и увеличивает скорость изнашивания канавок. Кроме того, высокие температуры отрицательно сказываются на работоспособности моторного масла.

Таким образом, исследования позволили установить: степень возможного форсирования дизелей ЯМЗ с помощью наддува зависит от умения найти способы, либо парирующие рост температуры поршня, либо препятствующие этому росту при форсировании дизелей за счет наддува.

Начали с самого простого и известного — подбора моторных масел, обладающих высокими антиокислительными и моющими свойствами. При этом исходили из собственного и мирового опыта, который свидетельствует: при использовании масел группы качества “В” температура первого поршневого кольца не должна превышать 470–490 К (200–220 °С), а групп “Г” и “Д” — 290–310 К (220–240 °С). Если же она выше, необходимо сокращать сроки замены масла в эксплуатации, причем без надежды на то, что пригорания поршневых колец не будет.

Правда, конструкторы уже научились снижать температуры в зоне поршневых колец (масляное охлаждение поршня, совершенствование его геометрии, нанесение на его головку теплоизоляционных покрытий, понижение средней температуры термодинамического цикла и т. п.). Тем не менее у большинства зарубежных автотракторных дизелей температура в зоне первой канавки поршня составляет 488 К (215 °С), т. е. близка к предельно допустимой для моторных масел. Некоторые же фирмы, форсируя свои двигатели, идут на ее повышение. Например, фирма “Даймлер-

Бенц”, модернизируя двигатель OM 442 LA, подняла ее до 498 К (225 °С).

Зная все это, на ЯМЗ для повышения уровня форсирования дизелей с традиционного масла М-10В перешли на масла групп “Г<sub>2</sub>” и “Д”. Проведен и ряд конструктивных мероприятий, способствующих снижению температуры поршня. Об их эффективности свидетельствует рис. 1, на котором показана зависимость температуры над верхней канавкой поршня до и после конструктивных изменений.

Так, линия А — это изменение температуры над верхним кольцом у нефорсированного двигателя ЯМЗ-238 (8Ч 14/13) с номинальной частотой вращения коленчатого вала, равной 2100 мин<sup>-1</sup>. Как видим, при эффективном давлении в камере сгорания 706 кПа, соответствующем номинальной мощности (176 кВт, или 240 л. с.), эта температура не достигает 493 К (220 °С). Значит, двигатель можно эксплуатировать на масле группы “В”, не внося в конструкцию каких-либо дополнительных изменений, способствующих снижению температуры поршня.

Линия Б — это линия изменения температуры в рассматриваемой зоне для дизеля с газотурбинным наддувом. Здесь максимальное эффективное давление достигает 800 кПа. Этот результат обусловлен повышенными подачами топлива, т. е. увеличением количества теплоты, выделяемой в цилиндре, значит, и повышением интенсивности теплоотдачи от газа к стенкам деталей ЦПГ, в частности, температуры поршня в зоне верхней канавки, где она достигает 513 К (240 °С). Масло группы “В” уже не подходит — нужны масла групп “Г<sub>2</sub>” и “Д”. Чтобы продолжить форсирование этого двигателя, нужны конструктивные меры по снижению температуры поршня над канавкой кольца. И первая из таких мер, примененная на дизелях ЯМЗ, — подача масла через неподвижную форсунку, укрепленную на стенке блока цилиндров, на внутреннюю поверхность поршня. Благодаря ей температура снизилась до 478 К (225 °С), т. е. появилась возможность форсировать (линия В) двигатель 8ЧН 14/13 до давления 940 кПа, или на 17,5 %, и тех же 513 К (240 °С), не изменяя конструкции поршня. Для получения большего эффекта от орошения поршня маслом толщину днища желательнее уменьшить и, что-

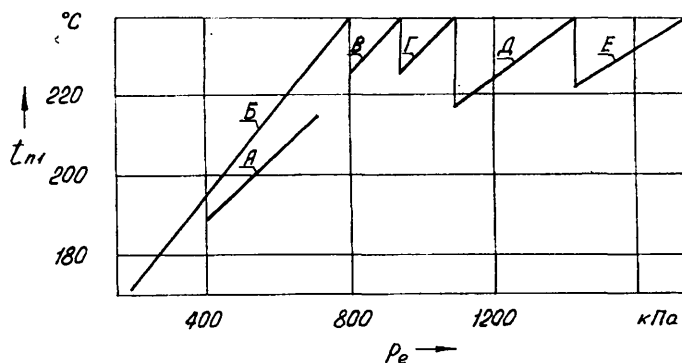


Рис. 1. Зависимость температуры над верхней канавкой под поршневое кольцо от среднего эффективного давления

бы увеличить поверхность теплоотдачи и сделать конструкцию жестче, предусмотреть ребрение.

Стендовые испытания разных модификаций двигателей ЯМЗ показали: струйное охлаждение поршней маслом улучшает работоспособность всего масла, находящегося в дизеле, а его расход на угар составляет менее 1,2 % от расхода топлива. Если же поршень не имеет масляной полости, то при подключении струйного охлаждения поршней расход масла на угар увеличивается на 60 %. Правда, прорыв газов в картер уменьшается на 6 %, поскольку из-за снижения температуры поршня вязкость масла в зоне уплотнения растет.

Линия Г показывает эффективность применения промежуточного охлаждения наддувочного воздуха в охладителе типа «вода—воздух». Как видно, благодаря такому охлаждению дизель форсируется до ~1050 кПа, т.е. еще на 20 %. Вообще доказано, что при постоянной мощности четырехтактного дизеля каждые 10 К снижения температуры воздуха после компрессора снижают среднюю температуру цикла на ~30 К. Водовоздушный же теплообменник на дизеле ЯМЗ уменьшает температуру наддувочного воздуха на 46—48 К. Это снизило загрязненность нагароотложениями верхней канавки поршня на 19,6 %. Кроме того, несколько снизился и расход масла на угар.

Исследования показали также, что степень форсирования можно увеличить, причем довольно резко, на 41,5 %, если на поршне сделать кольцевую канавку, предназначенную для взбалтывания охлаждающего масла (линия Д). При этом количество нагароотложений в верхней канавке снижается на 16, суммарное их количество по поршню — на 12,9 %. Однако канавка усложняет конструкцию поршня, требует значительных дополнительных затрат на его изготовление.

Влияние охлаждения воздуха на впуске и охлаждения поршней маслом оценивалось, как сказано выше, на разных модификациях дизелей ЯМЗ. Математическая обработка результатов испытаний позволила получить общее для них уравнение регрессии:  $y = 3,675 - 0,975x_1 - 1,725x_2$ . (Здесь  $y$  — суммарная загрязненность поршня,  $x_1$  — температура поршня,  $x_2$  — температура на впуске.)

Рассмотренные выше конструктивные изменения позволили, в конечном счете, форсировать дизель 12ЧН 14/14 до эффективного давления 1430 кПа и температуры в зоне над первым поршневым кольцом, равной 513 К, или 240 °С (линия Д).

Но перечисленным дело не закончилось. На заводе применили и еще один способ снижения температуры деталей ЦПГ — оптимизировали профиль боковой поверхности поршня. В результате температура над верхним кольцом при номинальном режиме работы дизеля снизилась на 18—20 К, что позволило получить фактически две модификации дизеля: форсированную до 1700 кПа и температуры 513 К (240 °С), которой соответствует конец линии Е; форсированную до 1400 кПа с температурой 493 К (220 °С), которой соответствует начало линии Е. Причем последняя, оче-

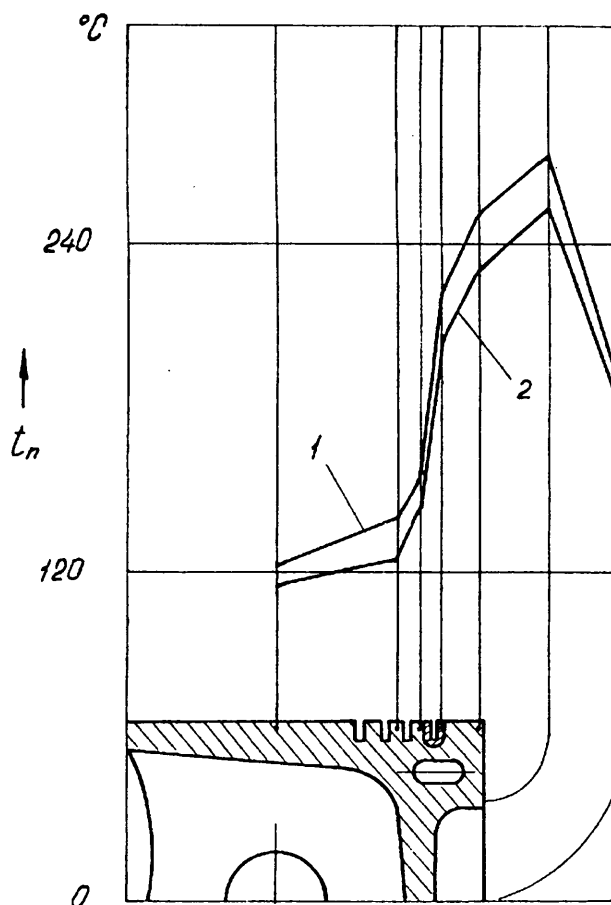


Рис. 2. Температура поршней с исходным (кривая 1) и доработанным (кривая 2) профилями боковой поверхности при работе двигателя 12ЧН 14/14 на режиме номинальной мощности ( $n = 2200 \text{ мин}^{-1}$ ;  $N_{\text{ном}} = 478 \text{ кВт}$ )

видно, отличается более благоприятными условиями работы моторного масла, уменьшением интенсивности образования нагароотложений на головке поршня и, как следствие, повышением ресурса двигателя.

В целом отмечается: относительная эффективность поршня с оптимизированным профилем боковой поверхности достаточно высока — 33,4 %. Немаловажно то, что это достигается при затратах значительно меньших, чем те, которые необходимы для реализации всех других из рассмотренных выше конструктивных изменений, способствующих снижению температуры поршня. Как и то, что при оптимизации профиля боковой поверхности снижается (рис. 2) максимальная температура поршня. Следовательно, при одинаковом уровне форсирования двигателя физико-механические свойства материала после доводки профиля будут лучше, чем до нее, а уменьшение температурного поля способствует снижению температурных напряжений. Сказывается это и на масле. Например, у дизеля снижение температуры в районе над верхней канавкой составило 19 К, что явно замедлило процессы старения моторного масла: содержание нерастворимых осадков в нем снизилось в 1,5—2 раза, рост вязкости самого масла — в 2 раза.

Улучшились и диспергирующе-стабилизирующие свойства работавшего масла, нагаро- и лакообразование на деталях ЦПГ замедлилось. Вот цифры, характеризующие загрязненность поршней с оптимизированным профилем после 100 ч испытаний: по верхним канавкам она в 1,9 раза ниже, чем у поршней с исходным профилем, а суммарная — ниже в 1,5 раза. При этом интенсивность загрязнения фильтра центробежной очистки масла меньше в 1,7 раза.

Аналогичные результаты дали испытания поршней с оптимизированным профилем и на других дизелях ЯМЗ.

Таким образом, можно считать доказанным: изменение профиля боковой поверхности поршня по эф-

фективности замедления старения масла и уменьшения загрязненности ЦПГ нагароотложениями сравнимо с введением масляного охлаждения поршней.

И второй вывод. Очевидно, что при создании новых и форсировании существующих дизелей не нужно принимать дорогостоящие конструктивные меры, способствующие выдерживанию температуры в зоне первой поршневой канавки, необходимой для нормальной работы моторного масла. Сначала нужно оценить и затем использовать возможности оптимизации профиля боковой поверхности поршня: данный способ не требует значительных конструктивных изменений двигателя, а его эффективность в ряде случаев может оказаться достаточно высокой.

УДК 621.43.038

## ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ МП-СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ВПРЫСКИВАНИЕМ ТОПЛИВА

Кандидаты техн. наук А. С. ТЮФЯКОВ  
и А. В. ДМИТРИЕВСКИЙ  
НАМИ

Европейские требования на выброс токсичных веществ с отработавшими газами ("Евро-1") и предполагаемый в дальнейшем переход к нормам "Евро-2" заставляют искать новые подходы к выбору систем управления топливopодачей и зажиганием для двигателей. Уже ясно, например, что выполнить нормы "Евро-2" возможно только с помощью трехкомпонентных нейтрализаторов и систем регулирования, имеющих обратную связь по содержанию кислорода в отработавших газах.

В связи с этим специалисты НАМИ и НИИП (г. Жуковский) разработали микропроцессорный контроллер, способный управлять антитоксичными устройствами и системами впрыскивания топлива двигателей, устанавливаемых на автомобилях малого и среднего классов. Контроллер выпускается Раменским приборостроительным заводом и уже применяется на автомобиле ГАЗ-31029 с двигателем ЗМЗ-4062.10. Причем предусмотрены две его модификации: для работы двигателя на этилированном бензине без использования нейтрализатора отработавших газов и для работы на неэтилированном бензине с бифункциональным нейтрализатором отработавших газов и лямбда-зондом.

Система регулирования с МП-контроллером работает по принципу обратной связи. Дело в том, что при наличии бифункционального нейтрализатора эффективность последнего в отношении компонентов отработавших газов неодинакова. Так, если систему регулирования настроить (рис. 1) на максимальную конверсию по оксиду углерода, то она будет достигнута при максимально возможном обеднении смеси; если же по оксидам азота, то, наоборот, при крайнем обогащении состава смеси. Другими словами, при сущес-

твенном снижении концентрации оксида углерода в отработавших газах количество оксидов азота снижается незначительно. И наоборот, максимальная (90 %-я) степень конверсии одновременно для обоих компонентов достигается, как видно из рис. 1, лишь в весьма узкой зоне состава смеси (в данном примере — вблизи  $\alpha = 0,98$ ). Эта зона называется "окном бифункциональности" и определяется свойствами активного слоя нейтрализатора.

В то же время, рассматривая зависимость напряжения выходного сигнала кислородного датчика (первая

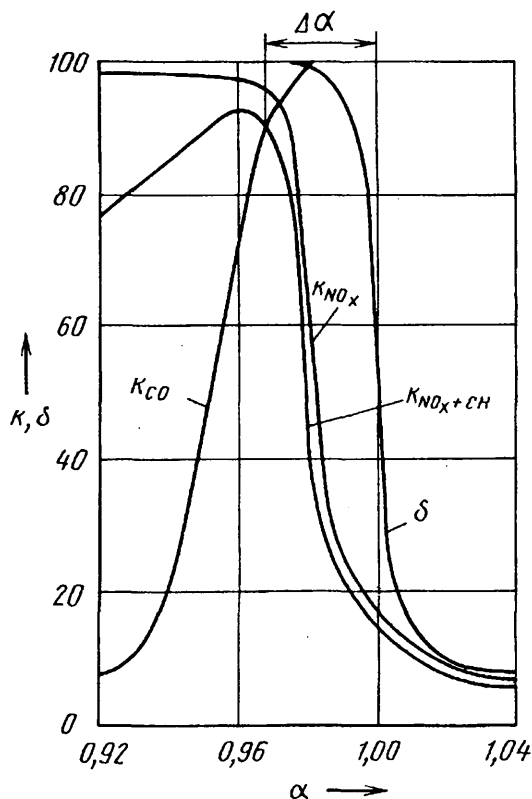


Рис. 1. Зависимость степени конверсии ( $K$ ) оксида углерода ( $CO$ ), суммарных выбросов углеводородов и оксидов азота ( $CH + NO_x$ ) и напряжения ( $\delta$ ) лямбда-зонда от коэффициента избытка воздуха ( $\alpha$ ) при использовании бифункционального нейтрализатора

кривая на рис. 2), характеризующего мгновенный текущий состав топливовоздушной смеси, следует отметить, что моменты его резкого изменения от уровня 0,8—0,6 до 0,25—0,10 В и наоборот, используемые системой управления топливоподачей в качестве главного командного параметра, точно соответствуют  $\alpha = 1$  и, в силу особенностей положенных в основу его принципа действия электрохимических процессов, не поддаются какой-либо заметной корректровке в “богатую” или “бедную” область.

Таким образом, обратная связь нужна. И такая, которая четко реагирует на содержание (через содержание кислорода) в отработавших газах оксидов углерода и азота и управляет составом смеси, смещая его в заданные либо “богатую”, либо “бедную” области.

Принцип работы системы регулирования топливоподачи с обратной связью по составу смеси, без учета необходимого в ряде случаев сдвига среднего значения состава смеси от  $\alpha = 1$ , заключается в следующем.

В соответствии с величиной выходного сигнала, выдаваемого установленным в выпускной системе кислородным датчиком и характеризующего фактический состав топливовоздушной смеси, система регулирования обеспечивает такое изменение топливоподачи, которое бы компенсировало текущее отклонение этого состава от заданного оптимального.

Данный принцип иллюстрируют первая и вторая кривые рис. 2. Из них следует, что при большом выходном сигнале лямбда-зонда топливоподача уменьшается темпом, который задан углом наклона второй кривой. Затем, когда сигнал лямбда-зонда начинает уменьшаться, подача топлива возрастает. Аналогичная картина наблюдается и в области богатой смеси: в момент изменения состава отработавших газов

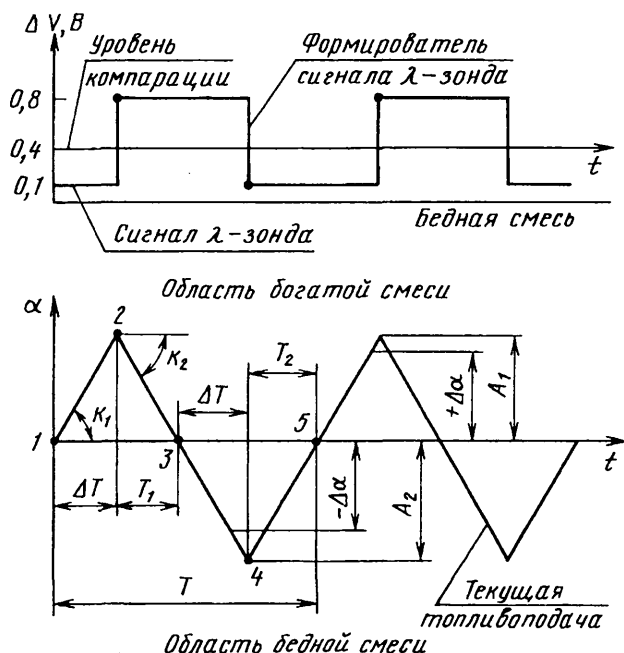


Рис. 2. Схема процесса управления топливоподачей с обратной связью (интегральный регулятор)

на активной поверхности кислородного датчика направление воздействия на топливоподачу меняется на противоположное. Система управления с обратной связью срабатывает не мгновенно: между временем подхода отработавших газов к кислородному датчику и между изменением длительности импульсов впрыскивания топлива и ее срабатыванием, т. е. реакцией кислородного датчика на это воздействие, характеризуемое фазовым сдвигом  $\Delta T$ , имеется рассогласование.

Фазовый сдвиг  $\Delta T$  характеризуется промежутком времени от начальной точки 1, представляющей собой момент перехода топливоподачи в область богатой смеси с темпом ее увеличения  $K_1$ , и до конечной точки 2, в которой кислородный датчик фактически среагировал на этот переход повышением напряжения своего выходного сигнала сверх заданного уровня компарации. В точке 2 система управления начинает уменьшать топливоподачу с темпом  $K_2$ , и до точки 3 в течение периода  $T_1$  смесь обедняется. В этой точке первый полупериод процесса регулирования заканчивается, и начинается второй полупериод с противоположным направлением изменения топливоподачи. Заканчивается он в точке 5. (Точка 4 характеризует момент реакции кислородного датчика на обеднение состава смеси.)

Следовательно, каждый полупериод цикла регулирования включает фазовый сдвиг  $\Delta T$  и временной интервал  $T_1$  (в первом полупериоде) или  $T_2$  (во втором полупериоде), в которых система управления возвращает состав смеси к стехиометрическому.

Это качественная картина. Есть и количественная.

Например, максимальные отклонения  $A_1$  и  $A_2$  фактического состава смеси от заданных в процессе регулирования вычисляются по формулам  $A_1 = K_1 \cdot \Delta T = K_2 \cdot T_1$  и  $A_2 = K_2 \cdot T_1 = K_1 \cdot T_2$ , а частота цикла регулирования — по формуле  $f = K_1 K_2 / (K_1 K_2)^2 \Delta T$ . (Эта частота при  $K_1 = K_2$  максимальна и равна  $0,25/\Delta T$ .)

Таким образом, в рассмотренной схеме управления топливоподачей с обратной связью по содержанию кислорода в отработавших газах амплитуда отклонения состава смеси от среднего его значения в процессе регулирования зависит от величины фазового сдвига, темпов увеличения и уменьшения топливоподачи, а максимальная частота регулирования достигается при равных темпах увеличения и уменьшения топливоподачи и тоже определяется фазовым сдвигом в системе.

Отсюда следует, что при доводке конкретного образца системы в принципе можно, изменяя темпы топливоподачи в процессе регулирования, задать такие предельные отклонения состава смеси от  $\alpha_{ср}$ , которые обеспечат удовлетворительное функционирование нейтрализатора на установившихся режимах работы двигателя.

Однако на практике эта возможность, по существу, отсутствует, так как система регулирования в этом случае теряет быстроедействие, и при изменении режима работы двигателя и соответствующих “забросах” по составу смеси требуется значительно большее время для восстановления нормального цикла регу-

лирования. В течение этого времени нейтрализатор, очевидно, будет работать в неоптимальном режиме, что неприемлемо.

Реальный резерв повышения частоты регулирования в другом. Он — в сокращении периодов  $T_1$  и  $T_2$ , что достигается введением в рассмотренный выше простейший интегральный регулятор пропорционального звена, включающегося в работу в моменты перехода состояния кислородного датчика из одной области в другую.

Алгоритм и схема такого регулирования, реализованные в блоке управления РПЗ-НИИП, приведены на рис. 3, а и б. Как из него видно, здесь при изменении состояния кислородного датчика происходит разовое ступенчатое изменение топливоподачи в соответствующем направлении, после чего система работает по рассмотренному выше алгоритму интегрального регулирования.

Подборочный параметр здесь — величины  $H$  ступени изменения топливоподачи. Так, если эта ступень соответствует максимальному отклонению состава смеси от  $\alpha_{ср}$  в цикле регулирования, т. е. равному  $A_1$  или  $A_2$ , частота регулирования составит  $0,5/\Delta T$ , т. е. при прочих равных условиях повысится вдвое по сравнению с частотой, обеспечиваемой простейшим интегральным регулятором.

За счет величин  $H_1$ ,  $H_2$ ,  $K_1$  и  $K_2$  можно подобрать оптимальную форму цикла регулирования, обеспечивающую требуемый сдвиг от  $\alpha = 1$  среднего во времени, поддерживаемого регулятором обратная связь, значения состава смеси при сохранении высокого быстродействия системы на неустановившихся режимах работы двигателя. На рис. 3, в показан цикл управления со сдвигом среднего значения  $\alpha$  в область “богатой” смеси на величину  $\delta\alpha$ , что достигнуто путем изменения соотношения параметров  $H_1$  и  $H_2$ , а именно уменьшением  $H_1$  по отношению к  $H_2$ . Появление сдвига объясняется возникновением в этом случае дополнительного времени задержки перехода состава смеси из “богатой” в “бедную” область, в результате чего при сохранении прежней амплитуды отклонения состава смеси от  $\alpha = 1$  время нахождения состава смеси в “богатой” области становится больше, чем в “бедной”.

Рассмотренное выше — это предпосылки к созданию системы управления двигателем, способной резко снизить, по сравнению с обычными системами, выброс нормируемых компонентов токсичных веществ в отработавших газах и довести его до норм нового цикла МВЕГ-А ЕЭК-93, основная особенность которого состоит в том, что при испытании на беговых барабанах к четырем повторяющимся фазам с максимальными скоростями до 50 км/ч добавляется фаза с максимальной скоростью до 120 км/ч и условной протяженностью 5,99 км. (Для автомобилей с меньшей максимальной скоростью испытания проводятся по тому же циклу, но в графике движения ограничиваются режимы, превышающие скорость 90 км/ч. При этом необходимо учитывать, что при том же времени полного цикла, равном 780 с, общий

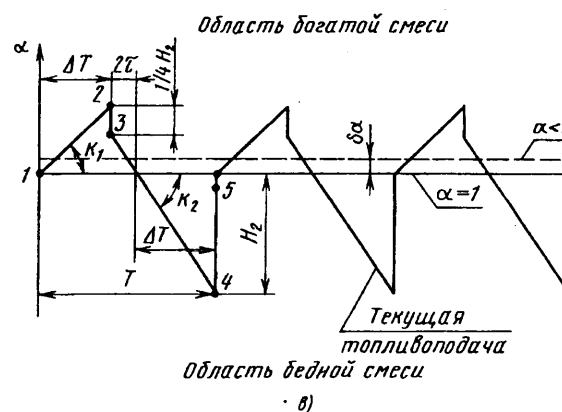
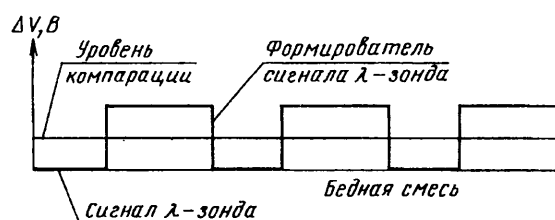
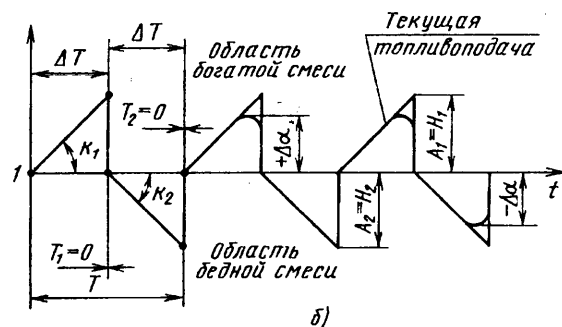
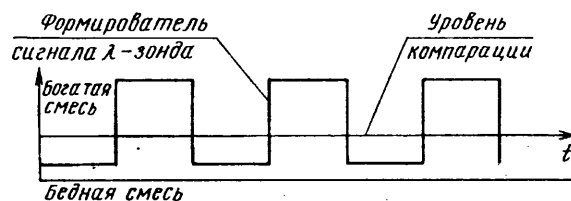
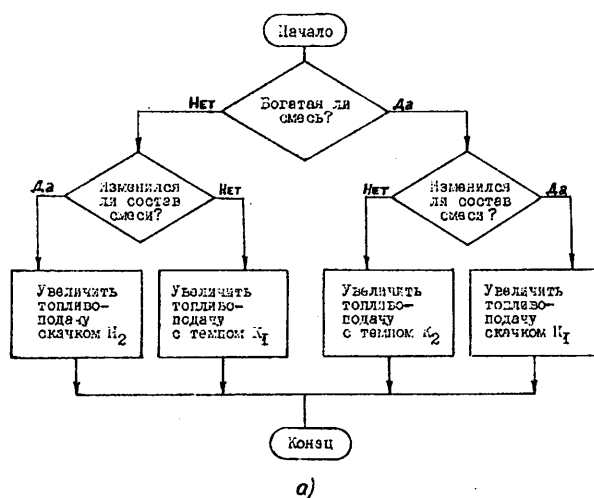


Рис. 3. Алгоритм (а) и схемы (б, в) регулирования топливоподачи с пропорциональным звеном

путь составляет уже не 11007 м, а на 342 м меньше, т. е. 10665.)

Предпосылки были реализованы в реальную конструкцию системы регулирования. Проверяли ее при доводке автомобиля УАЗ с двигателем УМЗ-420.10, оборудованным системой впрыскивания топлива. Результаты оценки токсичности по старому (ЕЭК-15-04) и новому (МВЕГ-А ЕЭК-93) циклам приведены в таблице.

Из таблицы видно, что при отсутствии нейтрализатора отработавших газов выброс оксида углерода и углеводородов при новом цикле снижается соответственно на 43 и 34 %, что определяется увеличением общей продолжительности цикла, а следовательно, снижением влияния холодной фазы на общий выброс этих компонентов. Однако выброс оксидов азота увеличивается на 26 %, поскольку двигатель во время скоростной фазы работает с повышенными нагрузками. При работе же с нейтрализатором общий выброс оксида углерода и углеводородов снижается еще больше (на 48,6 и 40,5 %), так как меньше сказывается влияние первой фазы работы с непрогретым нейтрализатором. Выброс оксидов азота за счет эффективной работы нейтрализатора при отсутствии резкопеременных режимов уменьшается на 28 %.

Диаграммы, характеризующие баланс выброса токсичных веществ по участкам цикла, с выделением первой ("холодной") фазы протяженностью 1,013 км, суммы второй, третьей и четвертой фаз общей длиной 3,04 км, а также пятой ("скоростной") фазы длиной ~7 км, приведены на рис. 4. Верхний ряд цифр на каждой из диаграмм характеризует процентные доли массового выброса токсичных веществ на каждом из

Фаза цикла	Выброс токсичных веществ, г/км		
	CO	CH	NO <sub>x</sub>
<i>Автомобиль без нейтрализатора</i>			
Первая "холодная"	21,9	0,95	3,1
Вторая, третья и четвертая "горячие"	7,45	0,92	4,01
Пятая "скоростная"	3,53	0,4	5,27
По циклу ЕЭК-15-04	10,55	0,92	3,73
По циклу МВЕГ-А	6,2	0,6	4,7
<i>Автомобиль с нейтрализатором</i>			
Первая "холодная"	9,2	0,36	1,3
Вторая, третья и четвертая "горячие"	2,9	0,16	0,34
Пятая "скоростная"	0,96	0,07	0,32
По циклу ЕЭК-15-04	4,42	0,21	0,57
По циклу МВЕГ-А	2,27	0,12	0,41

трех указанных участков цикла (сумма этих долей составляет 100 %), нижний — процентные доли удельной массы веществ, выбрасываемых в среднем на 1 км пути для той или иной фазы цикла.

Из рисунка следует, что превышение выброса оксида углерода для полноприводных автомобилей УАЗ, двигатели которых оборудованы системой впрыскивания топлива, снижение токсичности по отношению к действующим по Правилам № 83-02 ЕЭК ООН европейским нормам (5,17 г/км) составляет всего лишь 10—15 %. Суммарный же выброс углеводородов и оксидов азота превышает норму (1,4 г/км) более чем в 2,5 раза. При этом доля углеводородов в суммарном выбросе не превышает 10—12 %.

Массовый выброс оксида углерода по первой, сумме второй, третьей и четвертой фаз, а также пятой фазе цикла практически одинаков. Это означает, что на первом километре цикла оксида углерода выбрасывается в 3 раза больше, чем на каждом из трех последующих, и более чем в 5 раз больше, чем на каждом километре пятой фазы.

Выброс углеводородов на каждом из первых четырех километров цикла практически одинаков, но на последних 7 км он снижается, по сравнению с четырьмя первыми, более чем в 2 раза, что связано с отсутствием на этой фазе резкопеременных режимов.

Выброс оксидов азота минимален на первом километре и увеличивается на 60 % на последних 7 км цикла, что объясняется работой двигателя на режиме повышенных нагрузок. Но без нейтрализатора автомобиль УАЗ даже с системой впрыскивания топлива в нормы "Евро-1" уложиться не может. Особенно по суммарным выбросам углеводородов и оксидов азота.

Выбросы токсичных веществ на автомобиле с системой нейтрализации отработавших газов и с выбранными из условия обеспечения равных по отношению к нормам запасов по оксиду углерода и углеводородам калибровками управления двигателем более чем вдвое ниже существующих европейских норм. При этом характер распределения выброса оксида углерода по фазам цикла отличается от отмечаемой для серийного автомобиля прежде всего большим (до 1/2 против 1/3) выбросом на первом кило-

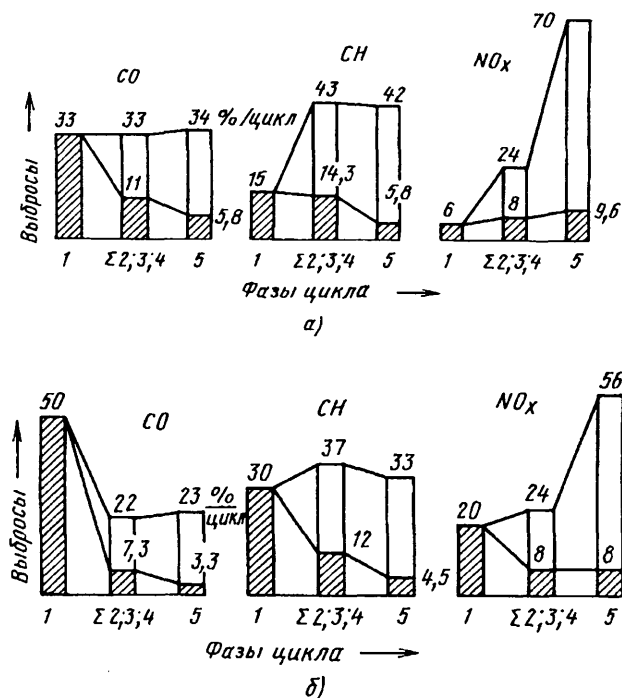


Рис. 4. Диаграммы баланса выброса токсичных веществ по участкам ездового цикла автомобилем без нейтрализатора (а) и с бифункциональным нейтрализатором (б)

метре и относительно меньшим (1/4 против 1/3) выбросом на седьмом километре пятой фазы цикла. Характер распределения выброса углеводородов имеет те же особенности: относительный (процентный) выброс углеводородов с нейтрализатором на первом километре цикла в 2 раза больше, чем в комплектации без нейтрализатора.

Относительный выброс оксидов азота на первом километре для варианта с нейтрализатором в 3–4 раза больше, чем без него, а на последних 7 км на 20 % меньше.

Таким образом, при установке нейтрализатора роль первой (“холодной”) фазы цикла в общем выбросе токсичных веществ резко возрастает. Тем не менее эту роль можно несколько уменьшить. В частности, подсчитано, что путем “идеальной” оптимизации начального режима работы двигателя и прогрева нейтрализатора в период первой фазы предельное (теоретическое) снижение выбросов может составить, по сравнению с достигнутым, по оксиду углерода — 25–45 %, углеводородам — 15–18, оксидам азота — 12–17.

Учитывая небольшую долю углеводородов в суммарном выбросе углеводородов и оксидов азота, на практике за счет дальнейшей оптимизации режима пуска и прогрева можно ожидать снижения суммы этих выбросов не более 10 %.

И еще одно. Для того чтобы обеспечить равноценные запасы по выбросу оксида углерода и суммарному выбросу углеводородов и оксидов азота, нейтрализатор должен трехкратно снижать выброс оксида углерода и десятикратно — выброс оксидов азота. Это означает, что работу нейтрализатора нужно смещать в область восстановительного режима при относительно “богатой” регулировке топливоподающей системы.

При оценке результатов испытаний автомобиля на токсичность отработавших газов, качества настройки системы управления двигателем и выявлении направления ее коррекции удобно пользоваться диаграммой, приведенной на рис. 5. На этой диаграмме нанесены граничные линии, соответствующие нормам на выброс оксида углерода и суммарный выброс углеводородов и оксидов азота, а также прямоугольники и точки, соответствующие результатам испытаний автомобиля. Степень сбалансированности выбросов рассматриваемых компонентов и дает расположение экспериментальных точек относительно диагоналей: чем ближе экспериментальная точка к диагонали и началу координат, тем в большей степени сбалансированы запасы по выбросам токсичных веществ и больше величина этих запасов по отношению к конкретным рассматриваемым нормам.

При испытаниях автомобиля УАЗ с бифункциональным нейтрализатором с исходной регулировкой на  $\alpha = 1$  зафиксировано существенное превышение норм “Евро-1” на выброс оксида углерода, но сумма выбросов углеводородов и оксидов азота находилась на пределе. Путем коррекции топливоподачи с пропорциональным звеном (см. рис. 3) последние уда-

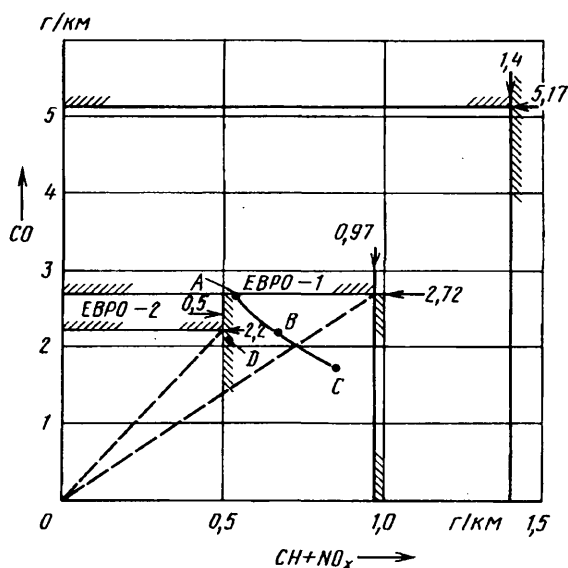


Рис. 5. Диаграмма для оценки сбалансированности выбросов оксида углерода и суммарного выброса углеводородов и оксидов азота по отношению к нормам “Евро-1” и “Евро-2” (A, B, C и D — экспериментальные точки по результатам испытаний автомобиля УАЗ-31512 на стенде с беговыми барабанами)

лось снизить до показателей почти с двойным запасом (точка A на рис. 5). Однако при этом выброс оксида углерода сместился на предел существующих норм. В результате второй коррекции состава смеси в сторону ее обогащения была получена точка C, по содержанию суммарного выброса углеводородов и оксидов азота близкая к норме “Евро-1”. Затем по двум крайним значениям (точки A и C) была выполнена третья коррекция на состав смеси, позволившая получить промежуточную точку B, обеспечивающую доведение необходимого запаса как по оксиду углерода, так и по суммарному выбросу углеводородов и оксидов азота до норм “Евро-1”. Более того, после уточнения программы управления углом опережения зажигания последний удалось снизить до границы норм “Евро-2” (точка D). Причем достигнуто это без учета льготных поправок для полноприводных автомобилей, к которым относятся автомобили УАЗ.

Для дальнейшего снижения суммарных выбросов углеводородов и оксидов азота и одновременного снижения расхода топлива автомобиль целесообразно дооборудовать системой частичной рециркуляции отработавших газов. Это позволит скорректировать программу управления двигателем, максимально приблизив углы опережения зажигания к оптимальным, и, несколько обеднив поддерживаемый регулятором обратной связи состав топливовоздушной смеси, обеспечить одновременно необходимый запас по отношению к нормам “Евро-2”.

Полученные материалы показывают, что накопленный за последние годы отечественный опыт создания, доводки и практической реализации систем микропроцессорного управления двигателем позволяет выполнить современные требования по токсичности отработавших газов и создать тем самым необходимые предпосылки для экспорта автомоби-



## МОЩНОСТНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ АТС БОЛЬШОЙ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТИ<sup>1</sup>

Ю. В. АЗАРОВА, д-р техн. наук В. Ф. КУТЕНЕВ, канд. техн. наук А. Г. ШМИДТ  
ГНЦ—НАМИ

В 1980 г. практически все зарубежные грузовые АТС большой (полная масса 38 т) грузоподъемности оснащались двигателями мощностью 185—260 кВт (250—350 л. с.). Например, на моделях “Рено” она изменялась от 226 кВт (306 л. с.) (турбонаддув с промежуточным охлаждением воздуха) до 263 кВт (356 л. с.) (турбонаддув без промежуточного охлаждения воздуха). Несколько шире диапазон мощностей двигателей на изделиях производства “ИВЕКО”: 84—94 кВт (250—260 л. с.) — для АТС, работающих на коротких маршрутах; 206—221 кВт (280—300 л. с.) — для АТС с турбонаддувными двигателями, работающих на маршрутах большой протяженности (этот ряд пользовался наибольшим спросом вследствие выгодного соотношения тягово-скоростных свойств и топливной экономичности); 235—258 кВт (320—350 л. с.) — для АТС, предназначенных для обеспечения транспортных перевозок с заданными средними скоростями вне зависимости от степени пересеченности местности, по которой пролегает маршрут.

Некоторые производители предлагали двигатели более высокой мощности. Например, мощность двигателя фирмы “Камминз” составляла 284 кВт (386 л. с.). Однако, если проанализировать изменение рынка АТС большой грузоподъемности с 1980 по 1984 г. в целом, то выясняется, что мощностные показатели двигателей возросли незначительно. И это объяснимо. Главным критерием для потребителей таких АТС была тогда топливная экономичность.

С конца 1984 г. и до настоящего времени положение меняется: мощностные показатели выпускаемых двигателей непрерывно и существенно возрастают. Все производители перешли к выпуску двигателей мощностью свыше 295 кВт (400 л. с.). Результатом такой тенденции стало оснащение главными производителями указанных АТС двигателями с существенно увеличенной мощностью (табл. 1).

Более того, к 1991 г. ряд фирм (например, МАН, “Рено”) предложили двигатели мощностью 308 кВт (500 л. с.), а в 1992 г. появился двигатель мощностью

390 кВт (530 л. с.). Это не было вызвано существенным возрастанием полной массы АТС (последняя увеличилась с 38 до 40 т), а стало результатом того, что топливная экономичность отошла на второе место, на первое же выдвинулись тягово-скоростные свойства. Техническая аргументация при этом сводилась к следующему: в случае АТС полной массой 40 т двигатель мощностью 390 кВт, по сравнению, например, с двигателем мощностью 370 кВт, в диапазоне скоростей 70—90 км/ч уменьшает время разгона с 35,4 до 33 с, т. е. на 10 % повышает способность АТС преодолевать подъемы при движении на автострате, увеличивает среднюю скорость движения с 75,2 до 76 км/ч, т. е. на 0,8 км/ч. При этом расход топлива возрастает незначительно — на 1,5 л/100 км, а токсичность отработавших газов соответствует требованиям “Евро-1”.

Данная аргументация оказалась убедительной. Об этом говорит то, что средняя мощность двигателя реализуемых на рынке тяжелых АТС к концу 1995 г. возросла до 280—287 кВт (380—390 л. с.), тогда как в 1985 г. она составляла 243 кВт (330 л. с.). Причем доля АТС, оснащенных двигателями мощностью более 257 кВт (350 л. с.), неуклонно возрастает (табл. 2).

В этой связи возникает естественный вопрос: за счет уменьшения какого сектора произошел указанный рост? Ответить на него затруднительно. Например, статистическое исследование транспортного потока через туннель в Альпах (между Италией и Францией), проведенное весной 1992 г., показало: 91 % проходящих через него АТС большой грузоподъемности имели максимальную паспортную полную массу (40 т), причем 94 % — это седельные или прицепные автопоезда. Реальная полная масса лишь 37 % из них составляла 40 т, а 73 % — только 35 т.

Большой разбой наблюдался и по мощности двигателей. Например, на 12 % АТС стояли двигатели мощностью 331 кВт (450 л. с.) и более, на 30 % — мощностью 294 кВт (400 л. с.) и более и на 58 % — мощностью 258 кВт (350 л. с.) и более. То есть средняя мощность составляла 274,5 кВт (373 л. с.). Если же учесть страны приписки автомобилей, то здесь опять существенная разница. Так, для французских средняя максимальная мощность двигателя оказалась равной 265 кВт (360 л. с.), итальянских — 295,8 (402), английских (11 % транспортного потока) и бельгийских (13 % транспортного потока) — 279,6 (380), нидерландских (8 % транспортного потока) — так же, как и французских, 265 кВт (360 л. с.).

<sup>1</sup> Материал подготовлен по результатам исследования Дж. Делси (Франция).

Таблица 1

Фирма-изготовитель	Семейство двигателей	Мощность двигателя, кВт (л. с.)
"Вольво"	TD122FS	291 (395)
	TD162F	342 (465)
"Скания"	DSC1404	346 (470)
"Мерседес"	1948S	353 (480)
		362 (492)

Таблица 2

Производитель АТС	Доли продаваемых АТС большой грузоподъемности с двигателями мощностью более 257 кВт (350 л. с.), %, по годам			
	1988	1989	1990	1991
Франция	37,6	40,8	44,3	46,4
Европа	40,6	44,2	49,3	54,4

Интересны результаты исследования по удельной мощности. Оказалось, что в условиях беспрепятственного движения ее увеличение с 8 до 10 л. с./т приводит к возрастанию средней скорости движения с 57 до 63 км/ч, тогда как следующий шаг, увеличение с 10 до 12 л. с. /т, лишь в редких случаях дает возрастание, да и то небольшое, всего на 1—2 км/ч, этой скорости.

Теперь несколько слов о максимальных скоростях движения. Установлено, что все современные АТС большой грузоподъемности могут достигать и поддерживать на горизонтальной дороге при полной нагрузке скорость, превышающую 120 км/ч. Так, грузовое АТС полной массой 40 т с двигателем мощностью 250 кВт (340 л. с.) при номинальной частоте вращения коленчатого вала двигателя, равной 1900 мин<sup>-1</sup>, может развить скорость 122 км/ч (правда, при частоте вращения коленчатого вала, несколько превышающей номинальную).

Однако при возрастании скорости движения увеличиваются расход топлива, количество вредных выбросов отработавших газов и внешний шум. Так, на одном из тяжелых АТС при постоянной скорости 80 км/ч расход топлива близок к 33 л/100 км, а при скорости 120 км/ч он возрастает до 54,6 л/100 км, т. е. на 65 %.

Естественно, зависит расход топлива и от характера маршрута. Это хорошо видно из табл. 3, где приведены данные по АТС полной массой 40 т при движении с полной нагрузкой в условиях, когда максимальная скорость ограничена величиной 80 км/ч.

Мощность, необходимая для движения этого АТС со скоростью 80 км/ч по горизонтальной дороге, близка к 110 кВт (150 л. с.). Таким образом, при установке двигателя мощностью 250 кВт (340 л. с.) последняя используется лишь на 44 %, а при мощности 368 кВт (500 л. с.) степень ее использования не превышает 30 %. Но поскольку применяемая на всех двигателях для тяжелых АТС технология примерно одинакова (турбонаддувные дизели с промежуточным охлаждением), то в рассмотренном выше примере автомобиля с двигателем 368 кВт (500 л. с.) будет иметь более высокий расход топлива (при относительной разнице лишь в несколько процентов абсолютные величины расхода топлива составят 35—38 л/100 км).

Возрастают и средняя скорость движения, и количество токсичных выбросов (табл. 4).

В 1980 г. фирма “Рено” при поддержке французского правительства провела углубленное многокритериальное изучение тенденций в автомобильном производстве до 2000 г. В результате она пришла к следующим выводам.

Первый: главные факторы, от которых зависит путевая топливная экономичность АТС, — это тип маршрута и максимальная крейсерская скорость. И чем тяжелее маршрут (больше подъемов) и/или быстрее движется АТС, тем выше расход топлива.

Второй: чем выше (при прочих равных условиях) мощность двигателя, тем больше средняя скорость движения, интенсивность разгона и продолжительность времени движения с установившимися скоростями, однако и расход топлива при этом также выше. Причем все перечисленные показатели по мере роста мощности двигателя асимптотически приближаются к своим пределам. Другими словами, каждый следующий процент тягово-скоростных свойств требует все более существенного увеличения мощности двигателя.

Отсюда третий вывод: до тех пор, пока отсутствуют оптимальные технические критерии выбора тягово-скоростных свойств, целесообразно считать, что понятие “оптимум” существует лишь в сфере экономики и безопасности. Поэтому ожидать, что допустимый предел максимальной скорости движения сильно превысит установленные ныне 80 км/ч, оснований нет. Более вероятно, что на шоссейных дорогах и в 2000 г. будут те же 80 км/ч, на автострадах — не более 90—100 км/ч.

Четвертый: удельная мощность АТС 5,15 кВт/т (7 л. с./т) обеспечивает им приемлемый уровень тягово-скоростных свойств, поэтому ее увеличение до 6,6 кВт/т (до 9 л. с./т) маловероятно. Да и нецелесообразно, поскольку лишь в незначительной степени влияет на все, кроме топливной экономичности, показатели. Более того, для стран со слабо пересеченной местностью вполне приемлемые характеристики будут иметь АТС удельной мощностью 3,6—4,4 кВт/т (5—6 л. с./т).

Пятый: тягово-скоростные свойства современных АТС большой грузоподъемности, оснащенных двигателями мощностью 220—257 кВт (300—350 л. с.), можно рассматривать как рациональный и приемлемый

Таблица 3

Показатель	Маршрут № 1 (легкий)	Маршрут № 2 (более тяжелый)	Маршрут № 3 (ровный, позволяющий передвигаться с постоянной скоростью)
Средняя скорость движения, км/ч	75,2	69	80
Средний расход топлива, л/100 км	39,1	42,3	33,1

Таблица 4

Показатель	Значение показателя при мощности двигателя, кВт (л. с.)		Прирост показателя, %
	250 (340)	368 (500)	
Средняя скорость движения, км/ч	75,2	77,3	2,7
Средний расход топлива, л/100 км	39,1	41,4	6,0
Выброс NO <sub>x</sub> , % (по отношению к выбросу АТС с двигателем мощностью 340 л. с. при постоянной скорости 80 км/ч)	111	118	7,0

компромисс между топливной экономичностью, безопасностью и производительностью и принять за основу для конструкций таких АТС на период до 2000 г. Показатели двигателей для подобных АТС, однако, зависят от успехов в области снижения аэродинамического сопротивления. И может оказаться, что двигатели станут менее мощными.

Последний вывод, как видим, в какой-то степени противоречит наблюдающейся тенденции. Но это лишь на первый взгляд. Дело в том, что существенное возрастание мощности двигателя рассматриваемых АТС за последние 10—15 лет было неизбежным. Во-первых, оно было обусловлено резким снижением стоимости топлива (его доля в себестоимости перевозок снизилась с 26 % в 1980 г. до менее чем 12 % в 1992 г.). Во-вторых, тем, что плата за проезд по автострадам (в тех странах, где она взимается) на АТС особо большой грузоподъемности чуть ли не вдвое ниже, чем за проезд частных легковых автомобилей (несмотря на то, что, по оценке дорожников, тяжелые

грузовые АТС в 4 раза более интенсивно разрушают дорожное покрытие). В-третьих, тем, что в некоторых странах величина “осевого” налога в течение последних 15 лет оставалась неизменной. Наконец, в-четвертых, тем, что политика поощрения контрактов на перевозку по принципу “точно вовремя” для своей реализации требует именно мощных АТС, способных на ровных (без подъемов и спусков) дорогах передвигаться со скоростями, близкими или даже превосходящими скорости небольших легковых автомобилей, и быстро разгоняться до скорости 100—110 км/ч, т.е. легко преодолевать небольшие подъемы. Но сейчас все это достигнуто: тягово-скоростные свойства (средняя скорость движения, интенсивность разгона, способность преодолевать подъемы) стали оптимальными. Поэтому АТС с двигателями мощностью 220—260 кВт (300—350 л. с.) и удельной мощностью не более 73 кВт (10 л. с./т) действительно можно рассматривать как рациональный и приемлемый компромисс и для конструкций на весь период до 2000 г.

УДК 629.113.62-235;621.85

## **АДАПТИВНЫЕ ТРАНСМИССИИ — ПУТЬ К СОЗДАНИЮ ЭКОНОМИЧНЫХ АТС**

Д-р техн. наук И. К. АЛЕКСАНДРОВ  
Вологодский политехнический институт

Хорошо известно, что наибольшая топливная экономичность и наименьшая экологическая вредность ДВС достигаются лишь в стационарных (стендовых) условиях при его работе на внешней скоростной характеристике, т. е. когда обеспечивается близкая к максимальной цикловая подача топлива (для дизелей) или полное открытие дросселя (для карбюраторных ДВС). Но при эксплуатации любого машинного агрегата или транспортного средства такие условия не реализуются: в системах, передающих механическую энергию от энергоустановки к рабочему органу, ДВС, как правило, работает на неуставившихся режимах и частичных скоростных характеристиках. (Исключение составляют гибридные системы с аккумуляторами энергии. Однако они пока что не получили развития по причине их конструктивной сложности, значительной материалоемкости, а также из-за несовершенства, низкой надежности и высокой стоимости аккумуляторов.) Но положение не безвыходное.

Так, одно из возможных решений, способствующих экономичности и экологичности транспортных средств, — применение многоступенчатых и непрерывных коробок передач с автоматическим выбором передаточного отношения, соответствующего величине нагрузки на движитель (ведущие колеса). Второе решение — создание адаптивного двигателя, автоматически приспособляющегося к изме-

няющимся внешним условиям (в первую очередь, к переменным нагрузочным режимам).

Оба решения имеют право на жизнь. Но в последние годы исследователи отдают предпочтение второму. Хотя при нем в качестве входных воздействий на ДВС приходится брать довольно много параметров — температуру охлаждающей жидкости и топлива, цикловую подачу топлива, положение рейки ТНВД, угол опережения впрыска топлива, а в качестве выходных параметров — эффективный момент двигателя, удельный расход топлива, дымность и шумность работы дизеля. То есть иметь дело с многомерной системой.

Техническая реализация такой системы при нынешнем уровне развития электроники особого труда не представляет. Нужно лишь располагать датчиками — в необходимом количестве и приемлемого качества. Например, число и номенклатура датчиков должны соответствовать числу учитываемых входных воздействий и выходных параметров. Правда, в этом случае возникают проблемы надежности автоматической системы регулирования и ее технологичности при проведении ремонтно-профилактических работ. Причем проблемы не всегда разрешимые.

В связи с этим возникает вопрос: а нельзя ли обойтись более простыми и надежными системами регулирования? Оказывается, можно, если исключить саму причину появления неуставившихся режимов работы двигателя. Другими словами, если “заставить” двигатель работать только на установившихся режимах. (Дело в том, что никакое, даже самое совершенное, автоматическое регулирование двигателя на неуставившихся режимах не способно обеспечить более экономичное и эффективное его функционирование, чем тогда, когда он, как сказано выше, работает в условиях стационарных нагрузок.)

Путь, таким образом, в принципе очевидный. Однако для его использования нужен способ создания стационарной нагрузки на двигателе. Такой способ известен. Это передаточный механизм, установленный на транспортном средстве между движителем (ведущими колесами) и двигателем и способный автоматически изменять свои параметры в зависимости от нагрузки на входе (двигателе) так, что нагрузка на двигатель остается неизменной.

Известны не только способ, но и примеры его реализации. В частности, электромеханическая трансмиссия карьерных самосвалов БелАЗ, применяемая на автопоездах, тракторах промышленного назначения, а также на железнодорожном транспорте.

Адаптивные возможности электромеханической трансмиссии иллюстрирует рис. 1, на котором выделены два блока: дизель-генераторная установка, состоящая из дизеля 1 и генератора 2 тока; мотор-колесо, в состав которого входят электродвигатель 3 и колесо 4. Как известно, в такой системе используется двигатель 3 постоянного тока последовательного возбуждения с мягкой механической характеристикой, представляющей собой гиперболическую функцию частоты вращения вала электродвигателя от величины момента сопротивления. Благодаря этому, несмотря на переменный характер нагрузочного режима, определяемого нестабильной величиной крутящего момента  $M_1(t)$  на колесе, обеспечивается постоянство мощности ( $P(t) = M_1(t) \cdot \omega_1(t) = \text{const}$ ). Тем самым достигается стабилизация электрической мощности в цепи “генератор тока—двигатель—мотор-колеса”. Это, в свою очередь, приводит к стабилизации работы дизель-генераторной установки, приводной двигатель которой (дизель) выходит на заданный (определяемый требуемым мощностным диапазоном), практически стационарный режим при постоянном крутящем моменте  $M_2(t) = \text{const}$  и постоянной частоте вращения коленчатого вала ( $\omega_2(t) = \text{const}$ ).

Однако у электромеханических трансмиссий есть ряд недостатков: двойное преобразование энергии, которое сопряжено с дополнительными непроизводительными потерями; существенно большие габаритные размеры и масса, чем у механических и гидромеханических передач. (Поэтому, кстати, две последние и получили преимущественное применение на транспортных средствах.)

Тем не менее к настоящему времени уже проведены значительные научно-технические работы по созданию и других типов автомобильных и тракторных трансмиссий, способных адаптироваться к перемен-

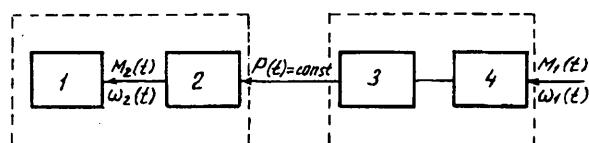


Рис. 1. Принципиальная схема транспортного средства с электромеханической трансмиссией:

1 — дизель; 2 — генератор тока; 3 — электродвигатель; 4 — движитель (колесо)

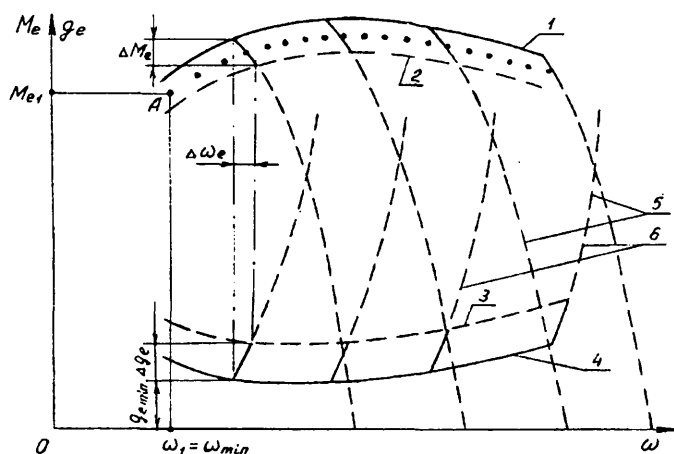


Рис. 2. Характеристики дизеля с всережимным регулятором ТНВД:

1 — внешняя характеристика по эффективному моменту; 2 и 3 — соответственно граничные значения эффективного момента и удельного расхода топлива при работе с автоматической системой регулирования; 4 — внешняя характеристика по удельному расходу топлива; 5 — регуляторные ветви характеристик по эффективному моменту; 6 — регуляторные ветви характеристик по удельному расходу топлива; A — первая суперпозиция

ным нагрузочным режимам, возникающим на движителе. Это в первую очередь касается гидродинамических, гидрообъемных и бесступенчатых механических трансмиссий. Правда, особенно заметных успехов пока нет. В частности, с их помощью не удастся достигнуть необходимого согласования механической характеристики трансмиссии с режимными характеристиками ДВС. Например, не отслеживается условие максимального использования двигателя на его внешней скоростной характеристике.

Для управления рассматриваемыми типами трансмиссий (для этих целей прежде всего подходит передача с управляемым гидротрансформатором вкупе с автоматической ступенчатой коробкой передач) представляется рациональным применить систему автоматического регулирования, обеспечивающую точную стабилизацию скоростного режима двигателя за счет адаптации (непрерывной поднастройки) параметров трансмиссии. При этом так, чтобы ДВС не требовал никаких сложных конструктивных изменений.

Эффективность использования такой регулируемой трансмиссии иллюстрирует рис. 2, на котором приведены характеристики  $M_e = f(\omega)$  и  $g_e = f(\omega)$  для дизеля с всережимным регулятором. Благодаря применению адаптивной трансмиссии ДВС при средних и больших нагрузках работает, как видно из рисунка, вблизи внешней скоростной характеристики (с незначительным диапазоном отклонения от заданной частоты вращения коленчатого вала). При этом заданная частота вращения (а следовательно, и потребная мощность) ДВС устанавливается оператором (водителем) исходя из условий работы машины.

В пределах малых нагрузок, т. е. до того момента, как достигается возможность перевода на внешнюю скоростную характеристику, система “ДВС—трансмиссия” работает по стандартной схеме: двигатель

используется на частичных характеристиках (поле кривых, ограниченное внешними характеристиками  $M_e$  и  $g_e$ , — кривые 5 и 6), а параметры трансмиссии системой автоматического регулирования не корректируются. После того как мощность ДВС увеличивается (машина разгоняется и выводится на режим средних нагрузок) и достигает величины, обеспечивающей перевод двигателя на внешнюю скоростную характеристику (кривые 1 и 4), включается система автоматического регулирования. Этому моменту соответствует выход системы “ДВС—трансмиссия” на первую суперпозицию (точка А), при которой топливоподающий орган (ТНВД или дроссель) занимает положение, близкое к максимальной подаче топлива, а минимально устойчивая частота вращения коленчатого вала, характерная для первой суперпозиции, устанавливается соответствующей нагрузкой на валу двигателя за счет поднастройки механической характеристики трансмиссии на заданный — в данном случае минимальный — скоростной режим.

Дальнейшее увеличение мощности двигателя регулируется задатчиком частоты вращения коленчатого вала. Сигнал от задатчика поступает в систему регулирования, которая корректирует соответствующим образом механическую характеристику трансмиссии.

При этом положение топливоподающего механизма не меняется, т. е. сохраняется таким же, как и при первой суперпозиции вблизи максимальной подачи топлива.

Таким образом, принципиальным отличием предлагаемой системы автоматического регулирования от известных технических решений является то, что здесь взаимосвязанное управление ДВС осуществляется не за счет управляющего воздействия на топливоподающий механизм и другие системы ДВС, а путем автоматического управления параметрами трансмиссии. Кроме того, данная система — однопараметровая, основанная на использовании наиболее надежных, хорошо отработанных в конструктивном отношении и сравнительно дешевых датчиков частоты вращения. Все это снимает проблему настройки и эксплуатационной надежности системы.

Как известно, электромеханические трансмиссии снижают расход топлива автомобилей на 15–20 %. Учитывая то, что предлагаемые адаптивные трансмиссии не только стабилизируют работу энергоустановки, но и обеспечивают значительную часть времени ее работы на самых экономичных режимах, их энергетическая эффективность должна быть существенно выше.

УДК 629.113.001.4

## **НОРМЫ ПРОЧНОСТИ ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ ПЕРЕДНИХ ВЕДУЩИХ МОСТОВ**

Х. А. ФАСХИЕВ, Ф. А. ШАМСУТДИНОВ  
КамАЗ, КамПИ

О совершенстве или несовершенстве любых, особенно несущих, тяжело нагруженных деталей конструкций в эксплуатации судят по тому, насколько прочны они, долговечны. Для производителей же важно и то, какой ценой (масса, стоимость детали) достигнута требуемая эксплуатационниками прочность.

Это противоречие между требованиями потребителя и изготовителя разрешить порой бывает очень трудно: прочность автомобильных деталей пока не нормируется. А если бы были нормы прочности, изготовитель уже на этапе проектирования смог бы выбрать материал, геометрические размеры, конструктивно-технологические особенности детали, удовлетворяющие этим нормам, а на этапе доводки АТС — проверить соответствие прочностных параметров нормативным. Поэтому разрабатывать нормы прочности придется. И готовиться к этому нужно уже сейчас: набирать статистику, выбирать условия проверки соответствия деталей нормам прочности и т. п. Причем превращение условий испытаний в составную часть норм прочности следует считать обязательным.

Таковы общие исходные соображения. Что же касается конкретных вопросов, то о них можно сказать следующее.

Основой для разработки норм должны стать результаты стендовых испытаний и эксплуатации, а стендовые условия — условиями проверки соответствия нормам. Главное преимущество в данном случае заключается в том, что на стенде можно наиболее точно воспроизводить нагрузки на деталь в широком диапазоне их изменения.

В общем случае норма прочности должна содержать величину запаса прочности предельной нагрузки в статическом режиме нагружения и (или) долговечность при определенных условиях испытаний. При этом необходимо учитывать следующие требования к испытаниям: деталь на стенде должна закрепляться и нагружаться так же, как и на автомобиле; форсирование режима нагружения не должно менять закономерности развития характера усталостных повреждений и разрушений.

И еще два вопроса.

Первый. Разрабатывая нормы прочности на основе исследования серийно выпускаемых машин в стендовых и эксплуатационных условиях, в стендовых испытаниях нужно определять функции распределения долговечности деталей, агрегатов и находить коэффициенты эквивалентности. Затем по заданному в техническом задании ресурсу через коэффициент эквивалентности рассчитывать нормативную стендовую долговечность, по которой и находятся размеры детали, ее материал, а на стадии доводки выявляется соответствие опытной конструкции требованиям технического задания.

Второй. Нормы прочности целесообразно разрабатывать и для агрегата в целом — это снизит трудозатраты и сроки проверки отдельных деталей. Но в данном случае прочность и долговечность деталей должны быть не меньше, чем у самого агрегата.

Все рассмотренное выше конкретизируем на примере конструкций ведущих управляемых мостов автомобилей КамАЗ.

Особенность таких мостов, как известно, состоит в том, что внутри их несущей оболочки расположены детали трансмиссии, которые в эксплуатации нагружены переменным во времени крутящим моментом. Детали же несущей системы — в основном изгибающим моментом, а крутящими моментами — лишь при торможении автомобиля. В связи с этим при разработке норм прочности следует выделить две группы деталей: несущие детали и детали трансмиссии моста. К первой, очевидно, относятся картер, шаровые опоры со шкворнями, поворотные кулаки с цапфами и детали их соединения. Они в сборе образуют один агрегат, который можно испытывать в стендовых условиях, имитируя характер его работы в эксплуатации. Ко второй группе относятся шестерни, полуоси и другие элементы трансмиссии.

Ускоренные испытания картеров ведущих управляемых мостов в сборе в стендовых условиях на КамАЗе проводятся по схеме нагружения, показанной на рис. 1. Нагрузки прилагаются в вертикальной плоскости и изменяются (циклически) от нуля до величины, в 2,5 раза превышающей номинальную нагрузку на мост (для автомобиля грузоподъемностью 6 т номинальная нагрузка равна 50 кН, или 5 тс). Такая нагрузка принята по следующим соображениям.

Эксплуатационные исследования несущих деталей показывают, что коэффициент динамичности в них не превышает величины 2,5, а статический запас прочности по текучести этих деталей — не менее 5,0. Следовательно, в эксплуатации даже при действии пиковых нагрузок статический запас прочности несущих деталей равен 2,0, что означает отсутствие в деталях пластических деформаций.

Исходя из этого и для максимального ускорения стендовых испытаний величину нагрузки можно принять равной максимальной эксплуатационной, т. е. в 2,5 раза превышающей номинальную нагрузку на мост.

Коэффициент асимметрии цикла и частота нагружения при испытании принимаются максимально близкими к эксплуатационным, найденным экспери-

ментально, т. е. первый — равным нулю, второй — равным 7 Гц.

Функция распределения долговечности картера в стендовых условиях испытаний показана на рис. 2 (кривая 1). Там же приведена (кривая 2) и функция распределения ресурса картера в эксплуатации.

На рис. 3 дан график соответствия ресурса картера в эксплуатации его долговечности в стендовых условиях. Этот график можно использовать при модернизации серийной и разработке новой конструкции картера. Например, из рисунка видно: для того чтобы ресурс картера в эксплуатации был не меньше 300 тыс. км пробега, на стенде он должен выдержать не менее  $0,58 \cdot 10^6$  циклов нагружения.

Это нормативная долговечность. По ней, выбрав материал, на стадии проектирования можно рассчитывать основные размеры картера.

Помимо долговечности картер должен обладать такой жесткостью, при которой прогиб несущих деталей не оказывает существенного влияния на работоспособность деталей трансмиссии.

В качестве нормируемого параметра жесткости принято, как известно, отношение максимального прогиба картера под номинальной нагрузкой на мост к колее. Величину этого отношения рекомендуют поддерживать равной 1 мм/м. Однако у серийных мостов автомобилей семейства КамАЗ оно находится в пределах 0,9—1,5 мм/м и, как показали исследования, не оказывает влияния на работоспособность трансмиссии. В частности, напряжения изгиба на полуосях, даже при нагрузке, в 2,5 раза превышающей номи-

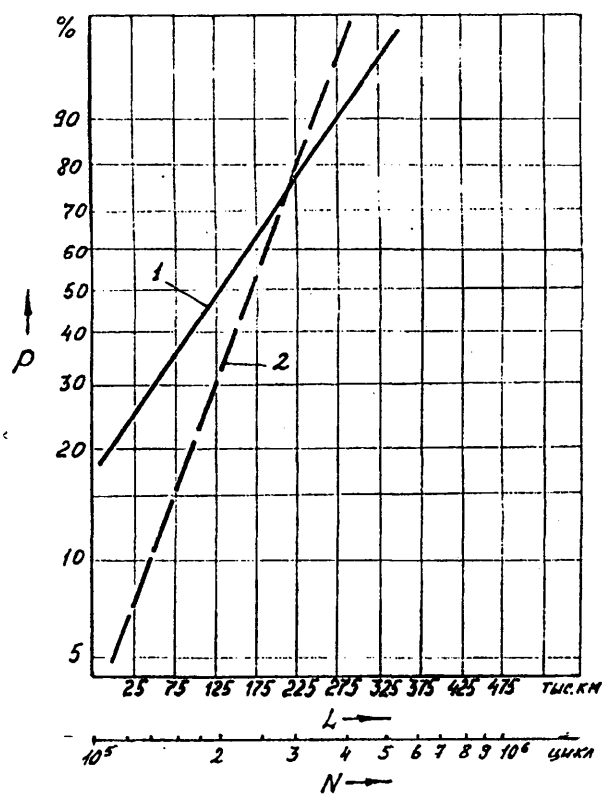


Рис. 2

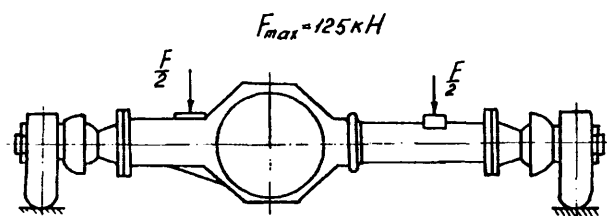


Рис. 1

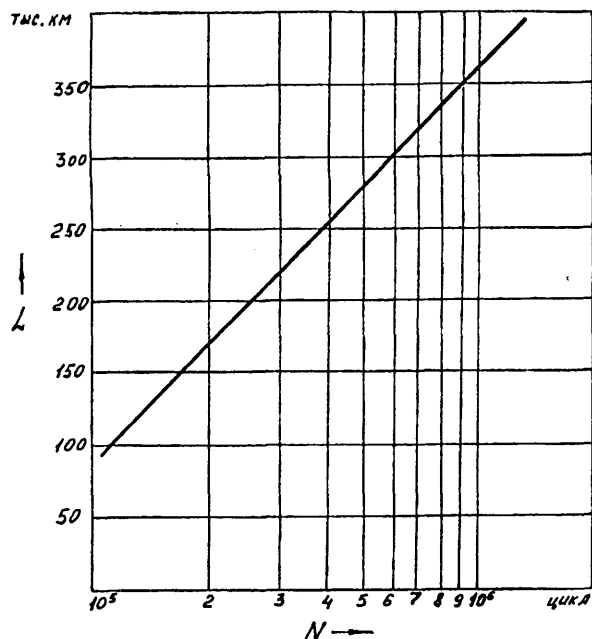


Рис. 3

нальную, доходят лишь до 29 МПа (200 кгс/см<sup>2</sup>), следовательно, можно утверждать, что нормативная жесткость картеров мостов может быть принята равной 1—1,5 мм/м.

Несущие детали ведущих мостов, по компоновочным соображениям, обычно имеют значительные геометрические размеры. Поэтому статический запас прочности по текучести у них получается большим (не менее 4—5). И автомобили КамАЗ в этом смысле — не исключение. Так, из таблицы видно, что запас прочности по текучести у стальных шаровых опор отечественных автомобилей, если не учитывать места концентрации напряжений, меняется в пределах 4,5—11,8.

Долговечность других несущих деталей и деталей, передающих крутящий момент, ведущих управляемых мостов должна быть, очевидно, не меньше долговечности основной несущей детали — картера. Она нормируется по разрушающей статической нагрузке и по усталостной долговечности. Но при испытаниях деталей трансмиссии моста надо учитывать следующее: максимальный крутящий момент, воспринимаемый ими в эксплуатации, может превышать максимальный момент двигателя не более чем в 2,4 раза.

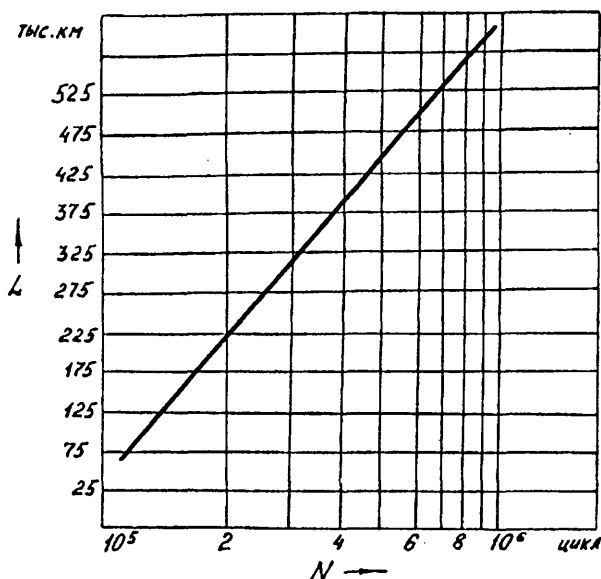


Рис. 4

Причем такое возможно только при “сбросе” сцепления груженого автомобиля на асфальте, что для большинства автомобилей за весь период эксплуатации может не произойти ни разу. Следовательно, можно утверждать, что статический разрушающий крутящий момент деталей трансмиссии должен быть не меньше момента, в 2,4 раза превышающего максимальный момент двигателя.

Разрушения деталей трансмиссии в эксплуатации имеют главным образом усталостный характер, поэтому основным оценочным показателем их прочности является усталостная долговечность. И так как наиболее ответственные детали трансмиссии моста — это зубчатые колеса, то нормы прочности определяются для них. Остальные детали, как и в других случаях, должны иметь долговечность не меньшую, чем у зубчатых колес. Причем оценивают зубчатые колеса по двум видам усталостной долговечности — контактной и изгибной. Мост испытывается в сборе; режим нагружения — гармонический, обычно с замкнутым потоком мощности (например, на стенде типа “Глиссон-510”). Поэтому дается оценка не только зубчатым колесам, но и всему узлу (подшипникам, валам, деталям соединений и уплотнений).

При испытаниях на изгибную выносливость крутящий момент принимается равным максимальному моменту двигателя на включенной первой передаче в коробке передач и частоте вращения зубчатых колес, соответствующей движению автомобиля с максимальной скоростью на этой передаче. (Данный режим обеспечивает максимально ускоренное накопление повреждений на зубчатых колесах, наиболее полно приближая стендовые испытания к эксплуатационным.)

По результатам испытаний серийных главных передач и по данным их эксплуатационных разрушений устанавливается коэффициент эквивалентности ресурса в эксплуатации и стендовой долговечности.

В качестве примера на рис. 4 показан график сопоставления ресурса в эксплуатации и долговечности

Автомобиль	Нагрузка на мост, кН (тс)	Материал	Статический запас прочности	
			в зоне перехода в сферу	в зоне перехода во фланец
КамАЗ-4310	49,30 (4,93)	Сталь 40Х	8,7	9,9
“Урал-4320”	42,40 (4,24)	Сталь 40Х	9,7	11,8
ЗИЛ-131	30,60 (3,06)	Сталь 45	5,0	6,8
ГАЗ-66	29,15 (2,915)	Сталь 40	5,4	4,5
КрАЗ-260	71,25 (7,125)	Сталь 40Х	9,2	6,6

на стенде для ведущих цилиндрических шестерен главных передач автомобилей КамАЗ общетранспортного назначения. Из него видно, что для обеспечения ресурса 350 тыс. км пробега стендовая долговечность шестерен при испытании должна быть не менее  $3,5 \cdot 10^5$  циклов. Эту величину и можно считать нормой прочности данных зубчатых колес по изгибной выносливости.

Если при разработке новой главной передачи задан иной ресурс (пробег), то по нему (см. рис. 4) находят норму циклов нагружения и рассчитывают параметры зубчатых колес, соответствующие этой норме. (Естественно, при этом прочностные характеристики материалов аналога и прототипа должны быть близкими.)

Испытания зубчатых колес на контактную долговечность ведут, прилагая крутящий момент, соответствующий максимальному моменту двигателя на второй передаче в коробке передач, и на частоте их вращения, соответствующей движению автомобиля с максимальной скоростью. Этот режим позволяет получить выкрашивание зубчатых колес, аналогичное эксплуатационному, причем за минимальное время. (Экспериментально установлено, например, что для ведущих цилиндрических шестерен главной передачи автомобилей КамАЗ общетранспортного назначения наработка  $2,8 \cdot 10^6$  циклов на стенде соответствует ресурсу в эксплуатации 350 тыс. км пробега. Такая долговечность и может быть принята за нормативную для зубчатых колес главной передачи этих автомобилей.)

В цепи трансмиссии мостов серийных конструкций при перегрузках наиболее часто разрушаются, как известно, полуоси (они выполняют роль своего рода предохранительного элемента). Это экономически оправданно, так как стоимость и трудоемкость замены полуоси меньше, чем у зубчатых колес

главной передачи. Кроме того, эксплуатационные исследования автомобилей КамАЗ показывают: усталостные разрушения полуосей практически не встречаются при пробегах до 540 тыс. км. Тем не менее полуоси на КамАЗе в стендовых условиях тоже испытывают. Нагрузка прилагается в виде крутящего момента двигателя, циклически изменяющегося от нуля до максимального. База испытаний принимается равной  $3 \cdot 10^6$  циклов. И вот что они показывают: при такой нагрузке деталь подвергается напряжениям, меньшим предела выносливости. Другими словами, полуоси с наработкой  $3 \cdot 10^6$  циклов под максимальной нагрузкой имеют "неограниченную" долговечность. Почему — понятно: полуоси изготавливают из высоколегированных сталей.

Установлено и второе: полуоси со статическим запасом прочности по разрушению, равным 2,4, соответствуют требованию по усталостной долговечности. Это и есть их норма прочности.

Приведенные выше нормы могут быть основой для расчета размеров деталей ведущего управляемого моста на стадии его проектирования, а на стадии доводки и серийного производства по ним можно оценивать соответствие конструкции эксплуатационным требованиям.

Как видно из сказанного выше, основное достоинство предлагаемых норм состоит в том, что они, во-первых, разработаны по эксплуатационным данным, во-вторых, легко, с минимальными материальными затратами, могут быть реализованы при проектировании новой детали и ее доводке. Значит, применение норм прочности повысит технический уровень выпускаемой продукции, уменьшит сроки ее разработки, трудовые и материальные затраты на создание новой техники.

## **ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫПОЛНИТ**

**работы по проектированию и изготовлению пресс-форм, штампов, оснастки, нестандартного оборудования любой сложности.**

*Сроки - кратчайшие. Цены - умеренные.*

☎ Обращаться: телефон/факс (095) 964-12-56  
телефон (095) 369-00-02, доб. 2-51



## ВНИМАНИЕ: СТОП-СИГНАЛ

УДК 629.4.067.6

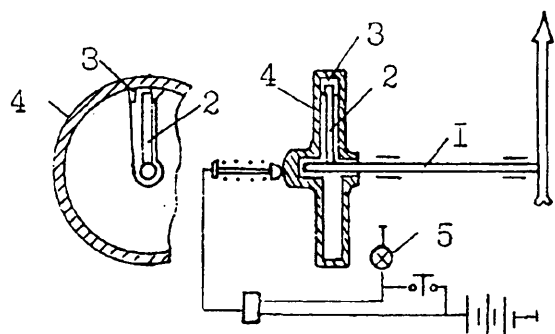
### Повышение информативности

Канд. техн. наук В. А. ХАРИТОНАШВИЛИ

Водитель должен получать информацию, помогающую обеспечивать безопасность дорожного движения. В этом ему содействуют системы оповещения. Одна из них, пожалуй, важнейшая, — стоп-сигнал: он информирует водителей идущих сзади (ведомых) АТС о намерениях идущего впереди (лидера) при движении в транспортном потоке. Если говорить более конкретно, то стоп-сигнал информирует других участников движения о том, что водитель АТС воздействовал на тормозную педаль, в результате чего АТС начинает двигаться с замедлением (исключение — движение на спуске сравнительно значительной крутизны, когда притормаживанием удается поддерживать постоянную скорость). Однако стоп-сигнал не оповещает других участников движения о замедлении АТС при торможении двигателем, вспомогательной тормозной системой, запасным и стояночным тормозом, а также при повышении сопротивления движению. А эти замедления, как показывают расчеты, могут достигать, в зависимости от дорожных условий,  $2-3,5 \text{ м/с}^2$ .

Отсутствие информации о замедлении особую опасность представляет, очевидно, в случае движения транспортного потока в ночное время. Ведь водитель ведомого АТС заметит, что лидер начал движение с замедлением, лишь тогда, когда обнаружит, что дистанция между ним и лидером сокращается. Эксперименты показывают: он начинает тормозить на  $1,5-3 \text{ с}$  позже, чем сделал бы это, если бы на АТС-лидере сработал стоп-сигнал. И тормозить резко, увеличивая тем самым вероятность попутного (с позади идущим АТС) столкновения. Надо учесть, кроме того, что запаздывание в цепочке АТС возрастает от водителя к водителю, а также то, что у ведомого АТС тормозные свойства могут оказаться хуже, чем у лидера, а его масса значительно больше.

Отсюда напрашивается вывод: автомобили нужно оснащать резервной (точнее, дублирующей основную) системой с расширенным объемом информации.



Примерная принципиальная схема такой системы оповещения о замедлении АТС дана на рисунке. Организована она следующим образом.

На валике 1 указателя скорости закреплен электрический контакт 2, второй контакт (3) свободно насажен на том же валике. При замедлении АТС замыкающий контакт 2 входит в соприкосновение с контактом 3, и стоп-сигнал 5 оповещает других участников движения об этом.

УДК 629.1.05.628.9

### Лампы под контролем

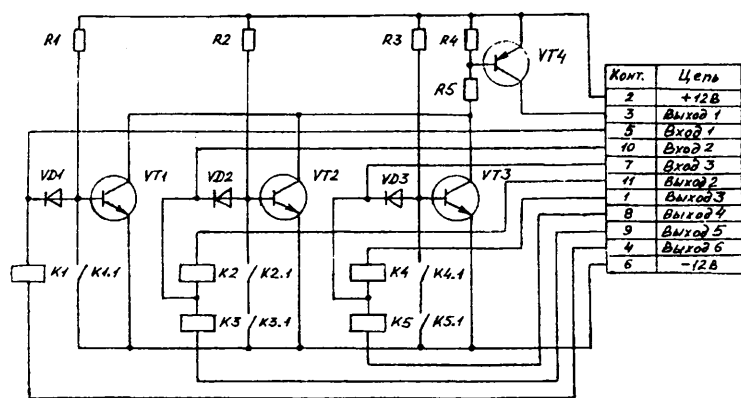
В. В. БАННИКОВ

Появившиеся не столь давно на зарубежных легковых автомобилях бортовые системы контроля (БСК) не только создают водителю повышенный комфорт, но и гарантируют высокую безопасность движения: они способны следить за тем, все ли ремни безопасности пристегнуты, все ли двери закрыты, не превышены ли допустимые значения скорости автомобиля, частоты вращения коленчатого вала или температуры антифриза в системе охлаждения двигателя, достаточен ли запас топлива в баке и пр. Наконец, едва ли не все БСК проверяют исправность всех светотехнических приборов, причем независимо от того, включены их лампы или нет.

Объективный контроль светотехники может быть, в принципе, двояким — оптическим или электрическим. В первом случае свет от горящей лампы передается непосредственно на комбинацию (щиток) приборов при помощи гибких оптических волокон (световодов) и попадает на условную мнемоническую схему, на которой отображается стилизованный контур автомобиля. Здесь высвечиваются те точки, которые соответствуют горящим в данный момент фонарям.

Способ, как видим, наглядный и надежный с точки зрения восприятия информации. Однако проконтролировать, понятно, он позволяет лишь зажженные фонари; если же они пока выключены, оптика не в состоянии ответить, будут ли они гореть или нет. В этом смысле электрический способ диагностирования предпочтительнее: он дает возможность проверять нити накала ламп, даже когда они не находятся под напряжением. Именно поэтому его и применили на автомобиле ВАЗ-21099, где данная система следит за исправностью ламп стоп-сигнала и габаритных огней.

Главный элемент этой системы — электронное реле 4402.3747 (см. рисунок). Его транзистор  $VT1$  следит за исправностью ламп стоп-сигнала, а транзисторы  $VT2$  и  $VT3$  — ламп габаритных огней соответственно правого и левого бортов. Транзистор  $VT4$  обобщает информацию, поступающую с транзисторов  $VT1-VT3$ .



Его коллекторной нагрузкой служит контрольная лампа (на рисунке не показана) в комбинации приборов автомобиля, один вывод которой соединен с выходом 1 реле контроля (с коллектором транзистора *VT4*), а второй — с “массой” автомобиля. То есть она горит, когда транзистор *VT4* открыт. А это имеет место в случаях, когда открыт один из транзисторов *VT1—VT3*.

За током в лампах стоп-сигнала следит обмотка *K1* электромагнитного реле, а за током в лампах габаритных огней — обмотки *K2*, *K3* (правый борт) и обмотки *K4*, *K5* (левый борт), для чего лампы сигнала (на рисунке не показаны) подключены соответственно к выходам 6, 2, 5, 3 и 4 реле контроля. При включении этих ламп напряжение +12 В подается соответственно на входы 1, 2 и 3 реле контроля.

Работает система следующим образом.

Когда габаритный огонь включен, тормозная педаль не нажата, напряжение +12 В поступает на обмотки *K1—K5* по линии “контакт 2 — резисторы *R1—R3* — диоды *VD1—VD3*”. Токи очень малы (~4 мА), поэтому контакты *K1.1—K5.1* реле разомкнуты, а подключенные к выходам 2, 3, 4, 5 и 6 лампы не горят. Эмиттерные переходы транзисторов *VT1—VT3* шунтированы соответственно диодами *VD1—VD3*, низкоомными обмотками *K1—K5* и лампами стоп-сигнала и габаритных огней, сопротивление нити накала которых в холодном состоянии очень мало. Таким образом, транзисторы *VT1—VT3* закрыты, поэтому закрыт и транзистор *VT4*, а контрольная лампа системы погашена. Она загорается, если перегорели обе лампы стоп-сигнала, габаритные огни любого из бортов. В первом случае благодаря действию резистора *R1* откроется транзистор *VT1*, во втором — *VT2* или *VT3*.

Когда напряжение +12 В подано на вход 1 реле контроля (нажата педаль тормоза), протекающий через обмотку *K1* ток замкнет геркон *K1.1*. При этом лампы стоп-сигнала горят, а эмиттерный переход транзистора *VT1* шунтирован этим герконом. Следовательно, транзистор *VT4* по-прежнему закрыт, а контрольная лампа в комбинации приборов погашена. Если же перегорит хотя бы одна лампа стоп-сигнала, ток в обмотке *K1* станет уже недостаточен для срабатывания геркона *K1.1*. Естественно, транзистор *VT1* тогда будет открыт, что вызовет открытие

транзистора *VT4* и горение контрольной лампы на комбинации приборов.

Реле 4402.3747 вполне надежно, поскольку построено на защищенных от внешних воздействий герконах (герметизированных контактах), а его транзисторная схема довольно проста. Надежности способствует и то, что обмотки *K1—K5* выполнены достаточно толстым проводом, хорошо противостоящим механическому воздействию. Однако реле контроля исправности ламп, к сожалению, не имеет защиты от короткого замыкания в цепи ламп стоп-сигнала и габаритных огней. Поэтому не исключены случаи, когда из-за короткого замыкания в цепи реле 4402.3747 может выйти из строя.

В этом случае проще всего заменить реле новым исправным. Но можно отремонтировать и старое. Например, если из-за короткого замыкания перегорела одна из обмоток *K1—K5*, то ее следует перемотать (обмотка *K1* выполнена проводом диаметром 0,8 мм в лаковой изоляции, а обмотки *K2—K5* — диаметром 0,51 мм). В некоторых случаях достаточно лишь немного укоротить обмотку, выбросив перегоревший кусок провода. В необходимых случаях можно заменить и герконы, диоды или транзисторы (можно применять диоды *КД102А*, *КД102Б*, *КД103А*, *КД103Б*; транзисторы *VT1—VT3* типа *КТ315В*, но можно применить и *КТ315Д*, *КТ315И*, а *VT4* — типа *4Г44*, возможная замена — *КТ814В*, *КТ814Г*, *КТ816В*, *КТ816Г*).

Если же восстановить реле контроля не удастся (скажем, из-за отсутствия нужных деталей), можно, на худой конец, отключить систему контроля. Поскольку реле 4402.3747 входит в состав блока реле и предохранителей 174.3722-01, следует взамен реле установить в этот “черный ящик” три перемычки. Первая из них должна соединять контакты 4 и 5, вторая — контакты 1, 7 и 8, третья — контакты 9, 10 и 11. Иными словами, первая перемычка используется взамен обмотки *K1*, вторая — обмоток *K2*, *K3*, третья — вместо обмотки *K4*. Изготовить эти перемычки можно из латуни толщиной 0,75 мм, вырезав и согнув их точно так же, как и перемычки в “черном ящике” (на месте реле *K4* этого прибора в автомобилях ВА3-2105, ВА3-2107, ВА3-2108, ВА3-2109 или АЗЛК-2141, АЗЛК-21412).

Можно поступить и по-другому: поставить перемычки непосредственно в корпусе перегоревшего реле 4402.3747. В этом случае его выводы 2 и 3 (+12 В и выход 1) следует отсоединить от внешних цепей.

Некоторые автолюбители, наверное, захотят оборудовать свои автомобили такой системой. Для этого достаточно в “черном ящике” (174.3722-01) удалить упомянутые перемычки, а вместо них установить реле контроля 4402.3747. Кроме того, потребуется подключить к выходу 1 (контакт 3) реле один из выводов контрольной лампы из числа имеющихся в комбинации приборов резервных ламп (второй вывод этой лампы должен быть соединен с “массой” машины). Если свободной лампы не окажется, вместо нее можно включить подходящий светодиод, соединенный через ограничительный резистор сопротивлением 1,5 кОм.

## ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ УРАВНОВЕШЕННОСТИ ДВИГАТЕЛЕЙ ЗИЛ ПРИ РЕМОНТЕ

Д-р техн. наук А. Д. НАЗАРОВ  
Туркменский СХИ

Коленчатые валы и валы в сборе двигателей ЗИЛ рабочим объемом 6 и 7 л, поступающие в запасные части, имеют дисбалансы в плоскостях коррекции, соответственно в 1,2—10,7 и 1,5—12,3 раза превышающие допустимые по ТУ. Причем располагаются они чаще всего вне сектора противовесов вала. А это означает, что их нельзя балансировать высверливанием неуравновешенных масс из противовесов. В итоге двигатели, прошедшие капитальный ремонт, оказываются шумными в работе, имеют низкую послеремонтную надежность.

Естественен вопрос: безвыходно ли сложившееся положение? Специалисты кафедры ремонта машин Туркменского сельхозинститута отвечают на него отрицательно. Более того, они нашли способ полного уравновешивания двигателей ЗИЛ при их ремонте.

Но прежде — о причинах неуравновешенности отремонтированных двигателей.

Как известно, в обоих (рабочими объемами 6 и 7 л) двигателях ЗИЛ применяют один и тот же коленчатый вал. Параметры (масса и расстояние от оси вращения до центра тяжести) его противовесов при проектировании определялись применительно к двигателю рабочим объемом 6 л. Но даже на этом двигателе массы некоторых деталей его КШМ постепенно менялись, неизменными остались только массы поршневого пальца, опорных колец, шатунных вкладышей и шатуна (соответственно 20,9; 0,41; 7,34 и 124,4 г). Масса же наиболее тяжелой детали, поршня, за счет чугунной вставки под первое компрессионное кольцо возросла с 85,15 до 88,71 г, т. е. на 3,56 г. У двигателя рабочим объемом 7 л изменения еще больше: поршень без вставки тяжелее исходного, спроектированного под рабочий объем 6 л, на 9,68, а со вставкой — на 14,27 г. Кроме того, масса комплекта его поршневых колец тоже на 1,42 г больше, чем у исходного.

Как видим, массы деталей КШМ даже новых двигателей существенно возросли. Но это не все. При ремонте в двигатели устанавливают ремонтные, т. е. с неизбежно измененной массой, детали. Например, суммарная масса поршней и комплекта поршневых колец первого—третьего ремонтных размеров у двигателя рабочим объемом 6 л на 0,58; 1,17 и 1,42 г больше номинальной, а у двигателя рабочим объемом 7 л — на 0,64; 1,28 и 1,75 г.; масса шатунных вкладышей первого—шестого ремонтных размеров у обоих двигателей больше соответственно на 0,371; 0,742; 1,114; 1,486; 1,857 и 2,229 г.

Таким образом, массы усовершенствованных и ремонтных деталей КШМ, во-первых, больше первоначальных, предусмотренных при проектировании двигателей рабочим объемом 6 л; во-вторых, они от-

личаются в зависимости от рабочего объема двигателя. Естественно, при установке таких деталей параметры противовесов оказываются меньше тех, которые нужны при изменившихся массах деталей КШМ. Поэтому в плоскостях, проходящих через центр тяжести противовесов и перпендикулярных оси вращения последних, появляются дополнительные дисбалансы  $D_{ip}$ , равные разности действительных и теоретических значений параметров противовесов. Фактические размеры противовесов (следовательно, и дисбалансы  $D_{ip}$ ) в условиях массового производства распределены по нормальному закону, имеют поле рассеяния и предельные значения, и наиболее вероятная их величина определяется математическим ожиданием. Поэтому при расчетах и исследованиях целесообразно исходить из среднего ( $D_{ic}$ ) значения дисбалансов.

Выполненные с учетом данного обстоятельства расчеты показывают: математическое ожидание анализируемого дисбаланса у обоих двигателей всегда отрицательно, и при изменении разности масс деталей КШМ двигателя рабочим объемом 6 и 7 л  $\Delta m_i$  в диапазоне от нуля до 17,96 г по абсолютной величине изменяется от 139,9 до 702,1 г · мм (см. таблицу). В таблице: масса  $\Delta m_1$  равна  $\Delta m_{п1}$  (разность масс обычных, или первоначальных, поршней двигателей рабочими объемами 6 и 7 л);  $\Delta m_2$  равна сумме  $\Delta m_i$ ,  $\Delta m_{пр3}$  (разность масс поршней третьего ремонтного и номинального размеров) и  $\Delta m_{шр5}$  (разность масс шатунных вкладышей пятого ремонтного и номинального размеров);  $\Delta m_3 = \Delta m_{п1}$  (разность масс с вставкой поршней обоих двигателей и обычных поршней двигателей рабочим объемом 6 л);  $\Delta m_4$  — сумме  $\Delta m_{п1}$ ,  $\Delta m_{пр3}$  и  $\Delta m_{шр5}$ . При этом значения  $\Delta m_i$ , т. е.  $\Delta m_1$ ,  $\Delta m_2$ ,  $\Delta m_3$ ,  $\Delta m_4$ , для двигателей рабочим объемом 6 л составляют 0,0; 3,52; 3,56; 7,08 г; двигателей рабочим объемом 7 л — 9,68; 13,37; 14,27 и 17,96 г. Знак “минус” перед указанным дисбалансом означает, что он всегда направлен в противоположную от противовесов сторону. Это еще раз подтверждает сказанное выше: данный дисбаланс нельзя устранить высверливанием неуравновешенной массы из противовесов.

Есть другой путь. Он очевиден: наварка на соответствующие противовесы металла определенной массы, пропорциональной значению дисбаланса. Однако этот путь трудно реализовать на предприятиях-изготовителях и практически невозможно — в условиях ремонтного производства.

Кроме дисбаланса  $D_{ip}$  существуют и вызываемые им в плоскостях маховика и шкива коленчатого вала рассматриваемых двигателей дисбалансы  $D_{мр}$  и  $D_{шр}$ , суммарный их момент  $M_{др}$  и суммарный неуравновешенный момент  $\Delta M_{вр}$  центробежных сил инерции. Все эти факторы, как и сам дисбаланс  $D_{ip}$ , имеют наименьшее, наибольшее и среднее значения. Они тоже распределены по нормальному закону, и наиболее вероятным их значением является математическое ожидание. В частности, при упоминавшемся выше увеличении массы  $\Delta m_i$  от нуля до 17,96 г средние значения  $D_{мс}$  и  $D_{шс}$  возрастают от 221,2 и 179,4 до 667,3 и

Параметр	Значение при $\Delta m_i$			
	$\Delta m_1$	$\Delta m_2$	$\Delta m_3$	$\Delta m_4$
$m_{\text{вт1}} \rho_{\text{т1}}, \text{Г} \cdot \text{мм}$	$\frac{14677,7}{14929,3}$	$\frac{14769,0}{15025,5}$	$\frac{14770,1}{15049,1}$	$\frac{14862,0}{15145,1}$
$m_{\text{вт2}} \rho_{\text{т2}}, \text{Г} \cdot \text{мм}$	$\frac{9423,0}{9584,4}$	$\frac{9481,6}{9646,7}$	$\frac{9482,6}{9661,7}$	$\frac{9541,3}{9723,5}$
$m_{\text{вт3}} \rho_{\text{т3}}, \text{Г} \cdot \text{мм}$	$\frac{8968,1}{9121,8}$	$\frac{9023,8}{9180,7}$	$\frac{9024,3}{9195,0}$	$\frac{9080,5}{9253,8}$
$m_{\text{вт8}} \rho_{\text{т8}}, \text{Г} \cdot \text{мм}$	$\frac{14398,7}{14645,8}$	$\frac{14488,3}{14740,3}$	$\frac{14489,4}{14763,1}$	$\frac{14579,6}{14857,6}$
$D_{1c}, \text{Г} \cdot \text{мм}$	$\frac{-234,7}{-486,3}$	$\frac{-326,0}{-582,0}$	$\frac{-327,1}{-606,1}$	$\frac{-419,0}{-702,1}$
$D_{2c}, \text{Г} \cdot \text{мм}$	$\frac{-153,1}{-314,5}$	$\frac{-211,7}{-376,8}$	$\frac{-212,7}{-391,8}$	$\frac{-271,4}{-453,6}$
$D_{3c}, \text{Г} \cdot \text{мм}$	$\frac{-139,9}{-293,6}$	$\frac{-195,6}{-352,5}$	$\frac{-196,1}{-366,8}$	$\frac{-252,3}{-425,6}$
$D_{8c}, \text{Г} \cdot \text{мм}$	$\frac{-226,9}{-474,0}$	$\frac{-316,5}{-568,5}$	$\frac{-317,6}{-591,3}$	$\frac{-407,8}{-685,8}$
$D_{\text{мс}}, \text{Г} \cdot \text{мм}$	$\frac{221,2}{461,3}$	$\frac{308,3}{555,0}$	$\frac{309,4}{575,4}$	$\frac{397,0}{667,3}$
$D_{\text{шс}}, \text{Г} \cdot \text{мм}$	$\frac{179,4}{374,1}$	$\frac{250,0}{448,4}$	$\frac{250,7}{466,6}$	$\frac{314,5}{540,9}$
$\mu_{\text{дс}}, \text{Г} \cdot \text{мм} \cdot \text{м}$	$\frac{183,6}{381,1}$	$\frac{255,2}{456,8}$	$\frac{256,2}{475,1}$	$\frac{328,2}{550,5}$
$\Delta M_{\text{вск}}, \text{Н} \cdot \text{м}$	$\frac{7,29}{15,09}$	$\frac{10,10}{18,08}$	$\frac{10,14}{18,81}$	$\frac{12,99}{21,80}$
$\Delta M_{\text{всн}}, \text{Н} \cdot \text{м}$	$\frac{20,62}{42,79}$	$\frac{28,66}{51,28}$	$\frac{28,76}{53,35}$	$\frac{36,85}{61,83}$
$D_{\text{н1с}} \text{ и } D_{\text{н2с}}, \text{Г} \cdot \text{мм}$	$\frac{225,4}{467,9}$	$\frac{313,4}{560,9}$	$\frac{314,6}{583,4}$	$\frac{403,0}{675,9}$
$\text{tg} \alpha_{\text{вс}}$	$\frac{0,3429}{0,3447}$	$\frac{0,3438}{0,3449}$	$\frac{0,3437}{0,3450}$	$\frac{0,3443}{0,3451}$
$\alpha_{\text{вс}}$	$\frac{18^\circ 55'}{19^\circ 01'}$	$\frac{18^\circ 58'}{19^\circ 02'}$	$\frac{18^\circ 57'}{19^\circ 02'}$	$\frac{18^\circ 59'}{19^\circ 03'}$

Примечание. Числитель — для двигателя рабочим объемом 6 л, знаменатель — 7 л;  $\Delta M_{\text{вск}}$  и  $\Delta M_{\text{всн}}$  — для частоты вращения коленчатого вала, соответствующей максимальным крутящему моменту и мощности двигателей.

540,9 г · мм · м, а  $\mu_{\text{дс}}$  — от 183,6 до 550,5 г · мм · м. Математическое ожидание  $\Delta M_{\text{жс}}$  при этом повышается в зависимости от частоты вращения коленчатого вала от 7,29 до 61,83 Н · м (см. таблицу). Другими словами, дисбалансы и их моменты соответственно в 1,79—6,67 и 2,27—6,80 раза превышают допустимые по ТУ.

Цифры, как видим, недопустимо большие. Но уменьшить их за счет высверливания неуравновешенных масс из противовесов тоже нельзя, так как векторы действия  $D_{\text{мр}}$ ,  $D_{\text{шр}}$ ,  $\mu_{\text{дс}}$  и  $\Delta M_{\text{вр}}$  расположены вне сектора противовесов. Их, так же как и дисбалансы  $D_{1c}$ , можно компенсировать наваркой металла определенной массы на соответствующие противовесы, что опять-таки неприемлемо для практики.

Тем не менее задача решается, если пойти по третьему пути — использовать так называемые направленные, одинаковые по величине дисбалансы  $D_{\text{н1с}}$  и  $D_{\text{н2с}}$  (см. таблицу), при балансировке вала устанавливаемые в плоскостях маховика и шкива так, чтобы их векторы были направлены в противоположные стороны и располагались в плоскости, опережающей плоскость первого кривошипа коленчатого вала на угол  $\alpha_{\text{вс}}$ . Они, как показали исследования и опыт, позволяют полностью уравновесить оба двигателя, в условиях ремонтных предприятий сбалансировать ремонтные отдельно взятые коленчатые валы и валы в сборе.

Для создания направленных дисбалансов в плоскостях коррекции коленчатого вала на его носок и хвостовик устанавливают специальные диски, на которые с помощью шкива гайки или болта крепят соответствующие массы.

В случае балансировки коленчатого вала в сборе направленный дисбаланс в плоскости создают аналогично изложенному выше, а в другом — высверливанием маховика или установкой специальной пластины под болты крепления к нему сцепления. В обоих случаях перед сборкой двигателей на шкиве коленчатого вала нужно создать соответствующий направленный дисбаланс.

В заключение скажем, что необходимые для такой балансировки диски, специальные пластины, контрольные роторы для настройки балансировочных станков и технологические процессы в ТСХИ разработаны. С их помощью, как показал опыт, можно обеспечить полную уравновешенность двигателей ЗИЛ, повысить их послеремонтный ресурс на 18—37 %, снизить вибрации и шум на 6—19 дБ.

\*   \*   \*   \*   \*

\*   \*   \*

\*

УДК 621.833.004.67

## ВОССТАНОВЛЕНИЕ ШЕСТЕРЕН ПЕРВОЙ ПЕРЕДАЧИ

Одна из наиболее часто встречающихся причин шума в коробках передач автомобилей “Волга” — изнашивание рабочей поверхности бронзовой втулки шестерни первой передачи. Дефект этот, как правило, обнаруживают при капитальном ремонте коробки передач или автомобиля в целом.

“Руководство по капитальному ремонту автомобиля “Волга” для таких случаев рекомендует: втулки, внутренний диаметр которых превысил 35,07 мм, необходимо менять. Однако в запасные части втулки не поставляются. Изготавливать же их на месте — дело весьма трудоемкое. Поэтому на практике шестерни с изношенными втулками обычно выбрасывают, меняя их на новые. И в итоге получают хотя и восстановленную, но сильно шумящую коробку. Дело в том, что все шестерни коробки передач на заводе-изготовителе подбирают и комплектуют парами — так же, как и шестерни главной передачи. Подбирают по двум параметрам — пятну контакта зубьев в зацеплении и разбросу зазоров (0,07—0,2 мм). Естественно, при замене одной шестерни “заводское” сочетание этих параметров может быть лишь случайным.

Из сказанного следует: нужно придерживаться рекомендации “Руководства”, т. е. восстанавливать шестерню. И опыт Московского центрального авторемонтного завода показал, что восстановление не требует больших усилий и времени, если втулку не менять на новую, а восстанавливать.

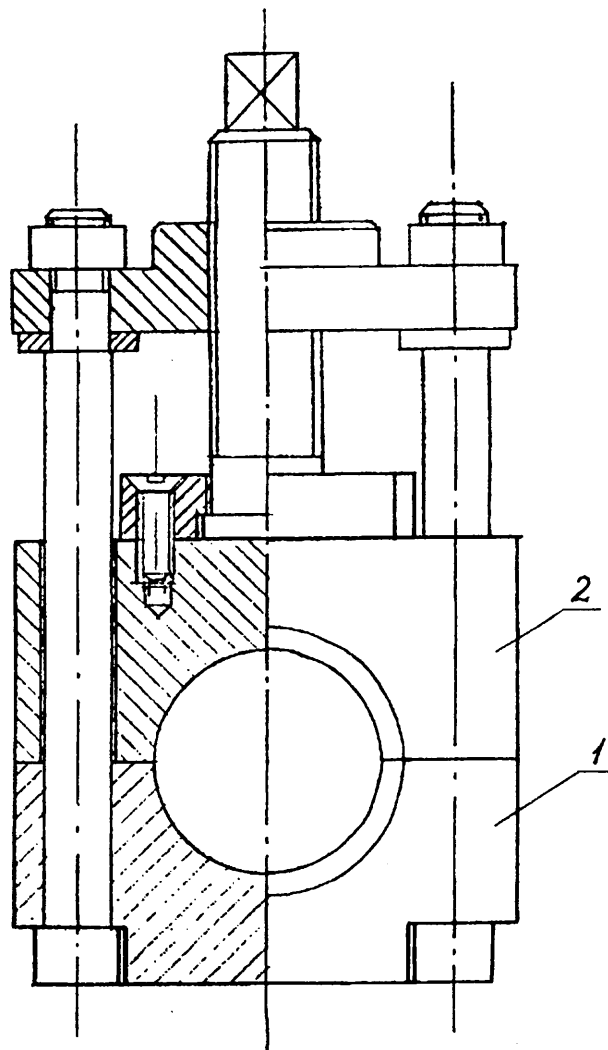
Суть применяемого здесь метода сводится к весьма несложным операциям.

Шестерню устанавливают на стол ручного пресса и с помощью оправки выдавливают из нее изношенную втулку. Затем втулку зажимают в тисках (по торцам) и разрезают одну из ее стенок по образующей на ширину 0,75 мм.

Следующая операция — изготовление пластины-компенсатора. Ее вырезают из стальной (сталь 65Г) ленты толщиной 0,25 мм. (Размеры этой пластины — 112×34 мм, с допуском “минус 0,5 мм”.)

Подготовленную таким образом компенсационную пластину свертывают в кольцо и закладывают в приспособление (см. рисунок), полукольца 1 и 2 которого несколько раздвинуты. Затем туда же помещают восстанавливаемую втулку и болтами сжимают полукольца приспособления.

Окончательная монтажная операция — запрессовка втулки с наращенной за счет пластины внешней ее



поверхностью в шестерню. Выполняют операцию с помощью того же ручного пресса.

Заключительные восстановительные операции — расточка отверстия во втулке до номинального размера ( $35^{+0,050}_{-0,025}$ ) и сверление в пластине и втулке двух отверстий, предназначенных для смазки (их сверлят через отверстия между зубьями шестерен).

Эксплуатация автомобилей с восстановленными таким образом шестернями доказала абсолютную надежность рассмотренного способа ремонта.

С. Я. ЛАНДО

УДК 629.01

## СКВОЗНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА НОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

В. Н. ЗАЙЦЕВ, С. Г. ПУРГИН, С. Б. КЛИМЫЧЕВ, А. С. КУТЫРЕВ,  
В. М. ЛОБАСТОВ  
ГАЗ

О том, что на ГАЗе работает эффективная система автоматизированного проектирования, журнал сообщал уже не раз. Например, благодаря САПР широко известная, популярная ныне “ГАЗель” (ГАЗ-3302) сошла с конвейера всего три года спустя после начала разработки, что считается неплохим сроком даже ведущими автомобильными фирмами мира.

Основу САПР составляет система трехмерного геометрического моделирования (“САТИА”), позволяющая в короткие сроки разработать высококачественную конструкцию нового автомобиля, трехмерные технологические модели и управляющие программы для станков. Начиная с 1989 г. конструкции ряда деталей кузовов автомобилей ГАЗ создавались с применением данной системы. Наибольший объем конструкторских работ, в том числе и по модельной оснастке, с ее помощью выполнен при разработке кабины “ГАЗели”. Но, пожалуй, особенно важным следствием внедрения системы стало то, что появилась реальная возможность быстро создавать новые варианты автомобильных кузовов и ставить их на производство, оперативно откликаясь на изменения рынка. Например, на базе “ГАЗели” разработана и готовится к выпуску гамма перспективных модификаций, включая грузовой цельнометаллический фургон, микроавтобус, санитарный и милицкий автомобили, грузопассажирские автомобили на базе “Волги” и т. д.

Пространственные математические модели позволяют в процессе проектирования проводить различные виды математического анализа — такие, как моделирование динамики разрабатываемого узла или автомобиля в целом, прочностные расчеты и т. п. Конструктор получает полную информацию о нагрузках в процессе работы узла, распределении напряжений, необходимости перераспределения материала для снижения массы и более эффективной работы конструкции. Опыт доказал: массу узла удается снизить на 10—15 %, а его несущую способность и долговечность узла, наоборот, повысить; иногда по результатам расчета конструкция полностью перерабатывается, что не требует изготовления дорогостоящей оснастки, опытных образцов и проведения стендовых или натурных испытаний, больших затрат средств, а главное — времени. (Кстати, именно по результатам расчета была полностью переработана конструкция основания пола полутонотонного фургона ГАЗ-2705.)

Но внедрение САПР сопровождается огромным объемом организационных мероприятий, о которых почему-то не принято говорить. В частности, 800 математических моделей на кузовные детали ГАЗели и других модификаций, не имеющих чертежей на плазе, потребовали создания системы, обеспечивающей безусловную сохранность математических моделей и однозначное отслеживание изменений одновременно и в этих моделях, и в конструкторской документации. В конструкторских подразделениях пришлось создавать систему автоматизированного ведения конструкторской документации, содержащую информацию по более чем 35 тыс. деталей и позволяющую надежно контролировать комплектность разработки конструкторской документации, определять, какая деталь или сборочная единица куда входит и в каком количестве, автоматически получать состав автомобиля или любого узла. Потребовалась и система математических моделей технологической цепочки производства. Что это за система, можно показать на примере кузова автомобиля.

Разработка технологии штамповки любой кузовной детали начинается с создания математической модели вытяжного перехода, заменяющей трудоемкие гипсовые модели. В ходе разработки этого перехода окончательно определяются состав и последовательность штамповочных операций.

На основе модели вытяжного перехода разрабатываются математические модели последующих переходов штамповки, каркасные образы которых, после соответствующей подготовки, передаются в систему САПР “Технолог”. Эта система, в свою очередь, разрабатывает полный комплект технологической документации. В том числе технологические карты, снабженные точными эскизами переходов штамповки. Она же определяет (с использованием прикладных программ) форму и размеры исходных заготовок, оптимизирует процесс раскроя листового и рулонного материала, назначает потребные усилия прессового оборудования и др. В частности, для оптимизации формы вытяжного перехода наиболее сложных кузовных деталей, повышения качества, снижения затрат на наладку и сроков подготовки производства используется расчетно-аналитический пакет OPTRIS. Причем процесс формообразования анализируется с помощью метода конечных элементов, что позволяет в результате расчета получать поля напряжений, деформаций и толщин деталей после вытяжки, определять оптимальные характеристики исходного металла, а также возможные отклонения формы детали вследствие упругой отдачи.

Разработанные модели технологических переходов по технологической цепочке передаются для проектирования штамповой оснастки и разработки управ-

ляющих программ. И здесь надо отметить, что после реализации в конце 1993 г. совместного пилотного проекта АО “ГАЗ” и фирмы IBM начался новый этап развития автоматизированного проектирования крупных штампов: непосредственно в конструкторских бюро организованы рабочие места с соответствующими техническими и программными средствами, позволившие конструктору в интерактивном режиме работать с технологической трехмерной моделью штампуемого изделия и, следовательно, ускорить проектирование кузовных штампов.

Технологический переход для деталей из различных полимерных материалов представляет собой разработку и описание рабочих поверхностей литьевых пресс-форм, поверхности разъема, вставок и других частей пресс-формы. Разработка этих переходов ведется одновременно с проектированием деталей вместе конструкторами и технологами.

После разработки технологических переходов информация в виде математических моделей штампов и пресс-форм передается в конструкторские бюро инструментальной оснастки, а сами модели из служб главного технолога (в виде конструкторской документации) — в подразделения, занимающиеся разработкой управляющих программ для станков с ЧПУ. Это позволяет перевести изготовление деталей инструментальной оснастки (таких, как кузнечные штампы, литейная оснастка) на станки с ЧПУ, исключив из технологического процесса изготовление мастер-моделей.

Примером, доказывающим преимущество данной технологии перед традиционной, может служить изготовление на станках с ЧПУ кузнечных штампов для коленчатого вала двигателя, деталей подвески автомобилей.

На заводе штампов и пресс-форм АО “ГАЗ” действует автоматизированная система, предназначенная для организации, планирования и управления системой производства инструментальной оснастки. Она, как и система проектирования автомобиля, представляет собой комплекс систем трехмерного проектирования и расчета с помощью управляющих программ “EUKLID” и “CATIA”, применяемых на высокопроизводительных рабочих станциях различных типов персональных компьютеров. Есть на заводе 50 единиц высокопроизводительного современного технологического оборудования с ЧПУ по трем-пяти осям, предназначенных для механической и электроэрози-

онной обработки и позволяющих измерять, размечать и сканировать модели и детали оснастки.

По технологическим математическим моделям и чертежам штампов и пресс-форм разрабатываются управляющие программы и выполняется механическая обработка на станках с ЧПУ как литейных моделей из пенополистирола, так и формообразующих деталей штампов и пресс-форм.

Данная технология, если математическая модель и электронный шаблон, служащие эталонными носителями геометрической информации о поверхности детали, соответствуют друг другу, позволяет сократить сроки подготовки производства новых автомобилей за счет повышения качества и точности инструментальной оснастки и получаемых с нее деталей, обеспечения гарантированной собираемости деталей кузова.

Эффективность функционирования интегрированной системы подготовки производства инструментальной оснастки подтверждается следующими цифрами и фактами.

Сроки подготовки производства штампов и пресс-форм для новых автомобилей сокращаются на 20—30 %, а количество и число форм бумажной конструкторско-технологической документации — в 2—2,5 раза; на 30—35 % повышается производительность труда инженеров. Резко снижается доля ручного труда (подгонка формообразующих поверхностей шлифовальными машинками после копировально-фрезерной обработки), поскольку при фрезеровании на станках с ЧПУ такой подгонки не требуется. Расширяется номенклатура инструментальной оснастки, изготавливаемой с использованием компьютерной технологии (обрезные и фланцовочные штампы, пресс-формы для деталей из полимеров, приспособления, мастер-макеты и др.).

Подготовка производства автомобилей ГАЗ-3105, ГАЗ-31029 “Волга” и особенно ГАЗ-3302 (“ГАЗель”) и ГАЗ-2705 (фургон) подтверждает преимущество и перспективу выбранной в качестве приоритетного направления технологического развития “сквозной” технологии подготовки производства. Наглядным примером тому могут служить более 40 сложных пресс-форм на пластмассовые детали ГАЗ-3302, три из которых (на детали “панель приборов”, “решетка радиатора” и “панель переднего буфера”), а также большое число штампов для 40 деталей фургона ГАЗ-2705 впервые в отечественной практике спроектированы и изготовлены собственными силами.

#### УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

Журнал “Автомобильная промышленность” выписывают и читают руководители предприятий и организаций — как мощных, хорошо организованных, так и малых, начинающих производств, как России, так и ближнего и дальнего зарубежья.

Присылайте Ваши рекламные материалы по адресу:

103012, Москва, Ветошный пр., 13, комн. 424.

Телефоны для справок: (095) 298-89-18, 928-48-62.

## ХОЛОДНАЯ ОБЪЕМНАЯ ШТАМПОВКА в АО "ГАЗ"

Р. М. ГАФУРОВ, Е. В. РАЗОВ, Н. И. СУХАРСКИЙ  
АО "ГАЗ"

В условиях рыночной экономики себестоимость выпускаемой продукции оказывает решающее влияние на финансовое положение предприятия. Поэтому внедрение малоотходных технологий металлообработки, обеспечивающих высокую производительность труда и рациональное использование ресурсов, — это, по существу, экономическая задача, решаемая организационно-технологическими средствами.

К числу таких важнейших технологий относится и холодная объемная штамповка. Но холодновысадочное производство — производство специфическое: оно требует концентрации. В связи с этим в 1988 г., когда было решено его организовать на ГАЗе, начинали с создания производственного участка, оборудованного на площадях механосборочного цеха производства радиаторов и гидроузлов. Позднее, в 1992 г., когда началась эксплуатация дизельного производства, в составе завода автомобильных моторов организовали уже цех холодной высадки и выдавливания. И в настоящее время номенклатура деталей, изготавливаемых методом холодной объемной штамповки, насчитывает более 75 наименований. (Конечно, холодная объемная штамповка существовала и до 1988 г. Однако ее роль ограничивалась изготовлением деталей типа пробок-заглушек, фланцев бензобака, пальцев амортизаторов. Иначе и быть не могло: до того времени завод располагал всего лишь четырьмя единицами холодновысадочного оборудования, причем рассредоточенными по различным производствам.)

Большую часть названной номенклатуры производит цех холодной высадки и выдавливания завода автомобильных моторов, оснащенный современным холодновысадочным и прессовым оборудованием как отечественного, так и зарубежного изготовления. Например, в цехе установлены 12 холодновысадочных автоматов и 8 кривошипно-коленных прессов усилием от 2500 до 10000 кН (от 250 до 1000 тс). В его состав входят четыре основных участка: заготовительный, калибровки, штамповки и механической обработки. Есть и участок химико-термической обработки, на котором металл готовится перед высадкой и выдавливанием.

Цех рассчитан на изготовление 82 наименований деталей общей массой более 10000 т в год. Все эти детали по характеру применяемого оборудования можно разделить на две группы: изготавливаемые на многопозиционных холодновысадочных автоматах и получаемые холодным выдавливанием на прессовом оборудовании.

В первую группу входят детали 45 наименований, в числе которых такие сложные по форме, как болт крепления головки цилиндров, болт масляного фильтра, муфта, направляющий палец и др. (рис. 1).

Причем надо иметь в виду, что болты крепления головки цилиндров и масляного фильтра — детали высокоответственные, поэтому делают их из высокопрочных сталей (40ХН2МА и 30Х соответственно), т. е. труднодеформируемых с точки зрения штамповки. Но делают. Четырехпозиционный холодновысадочный автомат ВЛ-4 бельгийской фирмы "Недшроф Герентальс" с этим справляется успешно.

К числу оригинальных деталей первой группы относится и муфта, имеющая форму тонкостенного полого четырехгранника, переходящего по внешней поверхности в цилиндр. Она штампуется за пять технологических переходов на автомате PBV-6.5 той же фирмы.

Детали крепежа цех изготавливает из экономнолегированной боросодержащей стали 20Г2Р, которая обладает большей, чем труднодеформируемые в холодном состоянии стали 35, 30Х и 40Х, технологической пластичностью и обеспечивает достаточно высокую стойкость холодновысадочного инструмента.

На участке выдавливания освоено производство тоже довольно сложных по конфигурации деталей второй группы. Например, деталь "корпус механизма вращения" (рис. 3), который представляет собой шайбу с торцевыми фасонными углублениями, получают однопереходной штамповкой на барнаульском прессе мод. К0034Б (усилие 2500 кН, или 250

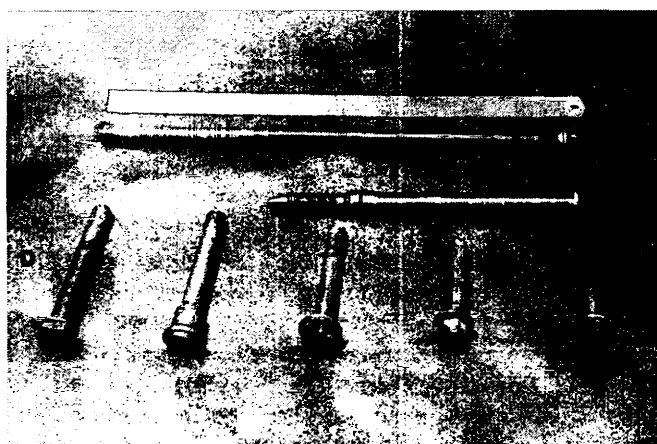


Рис. 1

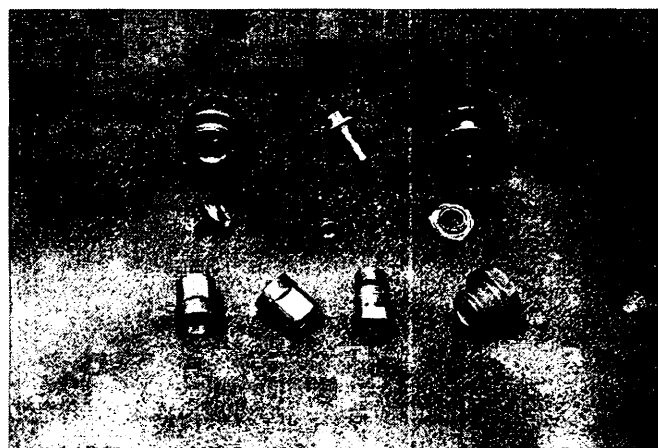


Рис. 2



тс) из точечной кольцевой заготовки. Однако путь к этой простоте был сложным. Технологам цеха, конструкторам и специалистам лаборатории холодной объемной штамповки пришлось решить многие задачи, связанные с оптимизацией конструкции рабочих частей штампа.

Показанный на этом же рисунке поршневой палец (сталь 15Х) штампуют за три технологических перехода из фосфатированной и омыленной штучной заготовки. Затем, после промежуточного отжига, выполняют окончательную штамповку пальца. Штамп для первых операций — многопозиционный, для окончательной — однопозиционный. Прессы мод. К8240 (Барнаул), развиваемое ими номинальное усилие — 10000 кН.

Холодное выдавливание поршневого пальца позволило повысить, по сравнению с процессом механической обработки, производительность труда в 5 раз, а коэффициент использования металла — вдвое (с 0,4 до 0,8).

На участке холодной высадки цеха радиаторов и гидроузлов размещено 16 единиц холодновысадочного и прессового оборудования, в состав которого входят 8 холодновысадочных автоматов фирмы “Нешенл Мэшинери” (США—Германия), “Сакма” (Италия), “Кизерлинг” (Германия), а также 8 автоматов азовского и чимкентского заводов.

В настоящее время на участке освоены 23 наименования деталей и 20 деталей находятся в стадии подготовки производства. Они образуют три группы: типа пальцев, типа гаек и типа пробок-заглушек и втулок. Причем наибольший интерес в первой группе представляет процесс холодной объемной штамповки стержня бензинового отстойника, во второй — упорного стержня колодок тормоза, гаек крепления колес (по типу ISO) автомобилей ГАЗ-4301 и ГАЗ-3302 (рис. 2). Рассмотрим их.

Стержень бензинового отстойника (см. рис. 1) имеет полую головку с фланцем. Его получают на автомате мод. M24-SI-4D фирмы “Нешенл Мэшинери” за четыре технологических перехода. Материал — сталь 15 диаметром 17,6 мм (в мотках).

Внедрение этого процесса в производство позволило сэкономить 68 т металлопроката и повысить коэффициент использования металла с 0,4 до 0,76.

Оригинален по конструкции и упорный стержень колодок тормоза: на его хвостовике имеются шлицы мелкого профиля.

Технология получения данной детали предусматривает пять технологических переходов на автомате мод.

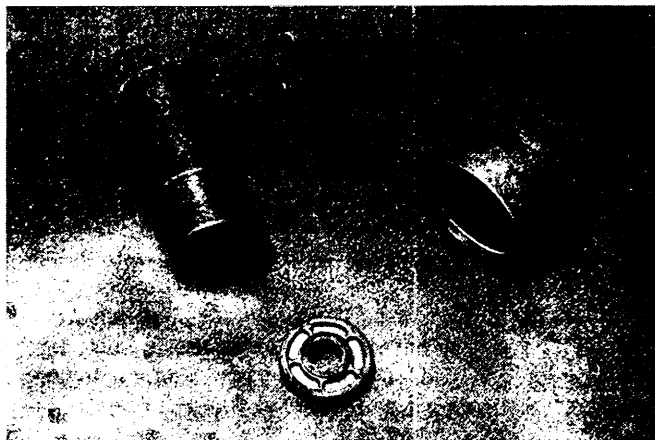


Рис. 3

ГАЗ-15 фирмы “Кизерлинг”. Шлицы формуют на последней позиции штамповки путем редуцирования.

Процесс высокопроизводителен и обеспечивает необходимое качество деталей. Получить эту массовую деталь каким-либо иным методом практически невозможно: все другие слишком трудоемки.

Гайки крепления колес штампуют на пятипозиционном автомате мод. 1250-5D CF фирмы “Нешенл Мэшинери”. Исходный материал — сталь 20 диаметром 28 мм (в мотках).

При внедрении процесса был решен вопрос повышения стойкости штампового инструмента и обеспечения необходимого качества деталей. В частности, применены секторные вставки с износостойким покрытием нитридом титана и увеличены натяги при запрессовке матриц.

Таким образом, на заводе сделано и делается в области холодной объемной штамповки многое, и на достаточно высоком уровне. Об этом свидетельствуют результаты разработки новых технологических процессов и новых технических решений: ряд из них выполнен на уровне изобретений (а. с. 1641496; а. с. 1804936 и др.).

Значительны и планы на будущее. Прежде всего, расширение номенклатуры деталей, получаемых методом холодной высадки и выдавливания, т. е. перевода ряда деталей действующего производства с технологии механической обработки и горячей штамповки на холодную объемную, освоение деталей при подготовке производства новых моделей автомобилей. Это, как показывают расчеты, позволит повысить коэффициент использования металла в среднем на 0,4—0,6 (с нынешнего 0,3 до 0,7—0,9) и существенно (в 5—7 раз) снизить трудоемкость изготовления деталей.

## НАПОМИНАЕМ:

подписной индекс журнала “Автомобильная промышленность” — 70003

## ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ДВС

Канд. техн. наук А. Н. ГОЦ, М. А. МИРОНЫЧЕВ, С. И. НЕКРАСОВ  
Владимирский государственный технический университет,  
АО "ЗМЗ", НИКТИД

Известно, что момент затяжки гайки или болта не дает достоверной картины достигаемого усилия затяжки и величины напряжения в резьбовом соединении, поскольку величина коэффициента трения под головкой болта или гайки, а также в резьбе, шероховатость и плоскостность сопрягаемых деталей имеют значительные разбросы. Особенно большая неравномерность затяжки наблюдается в групповых резьбовых соединениях (в ДВС — это соединение "коленчатый вал—маховик", головка блока цилиндров и др.): здесь дополнительно к перечисленным факторам сказываются неравномерность деформирования соединяемых деталей, взаимное влияние усилий в рядом расположенных болтах или шпильках, способ сборки. Поэтому при доводке нового семейства бензиновых восьмицилиндровых двигателей ЗМЗ рабочими объемами 4,25; 4,68; 5,03; 5,53 л особое внимание было обращено именно на повышение надежности резьбовых соединений. В частности, шатуна, крышки коренных подшипников блока цилиндров, коленчатого вала и маховика. Для "материализации" этого было выполнено (методом конечных элементов) расчетное исследование напряженно-деформированного состояния резьбовых соединений, а затем — и экспериментальное исследование.

На рис. 1 приведены графики изменения усилия в шатунном болте (кривая 1) и угла поворота гайки (кривая 2), а также их 80 %-е доверительные интервалы (кривые 1', 1" и 2', 2" соответственно) при незатянутах втором шатунном болте; на рис. 2 — те же графики при затянутом втором шатунном болте.

По результатам расчетных исследований было получено, что для обеспечения плотности стыка криво-

шипной головки шатуна с коэффициентом запаса 2,5 (с учетом усилия деформации вкладышей 3) усилие затяжки должно составлять 26—35 кН (2600—3500 кгс). Чтобы получить величину момента затяжки, соответствующую этим усилиям, равным 26 и 35 кН, нужно провести горизонтальные линии до их пересечения с кривыми 1' и 1". Проекция полученных точек на ось абсцисс и даст соответственно верхнюю и нижнюю границы момента затяжки соединения (55 и 60 Н·м, или 5,5 и 6 кгс·м). Угол поворота гайки (кривые 2' — нижняя граница и 2" — верхняя граница после достижения усилия затяжки 10 кН) равен 130—165 град.

На рис. 3 приводятся графики изменения усилия в шпильке крепления коренных подшипников (кривая 1) и угла поворота гайки (кривая 2) в зависимости от момента затяжки, а также их 80 %-е доверительные интервалы (кривые 1' и 1", а также 2' и 2" соответственно). Результаты расчетов: для обеспечения плотности стыка этого резьбового соединения с коэффициентом запаса 2,5 усилие затяжки шпилек должно быть равно 43—49 кН (4300—4900 кгс), что соответствует моменту затяжки 100—120 Н·м (10—12 кгс·м). Угол поворота гайки (после достижения усилия затяжки 10 кН) должен быть равен 140—149 град.

На рис. 4 приведены графики изменения усилия в болте крепления маховика (кривая 1) и угла поворота головки этого болта (кривая 2) в зависимости от момента затяжки, а также 80 %-е доверительные интервалы этих величин (кривые 1' и 1", 2' и 2" соответственно). Как видно, для обеспечения плотности стыка этого соединения с коэффициентом запаса 2,5 усилие затяжки болтов должно составлять 22—29 кН (2200—2900 кгс), что соответствует моменту затяжки 40—50 Н·м (4—5 кгс·м). Угол поворота гайки (после достижения усилия затяжки 10 кН) равен 52—68 град.

По результатам экспериментальных исследований получены соотношения величин напряжений изгиба и растяжения в болтах и шпильках и приведенные коэффициенты трения в резьбовых соединениях. Так,

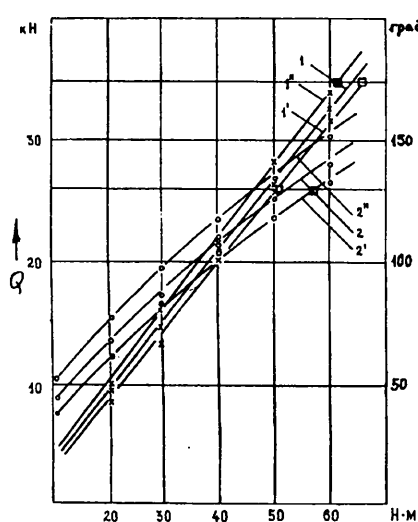


Рис. 1

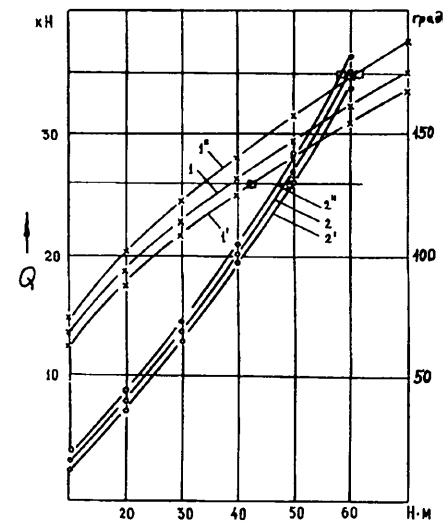


Рис. 2

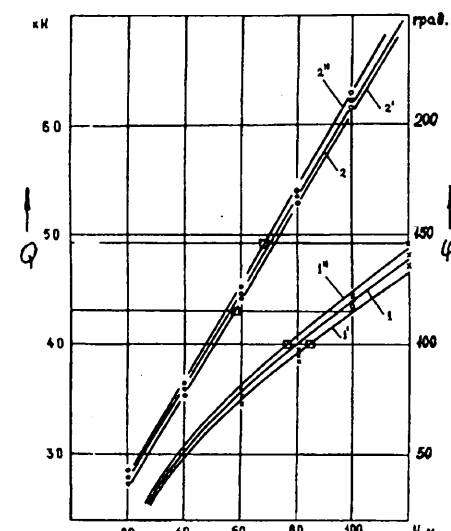


Рис. 3

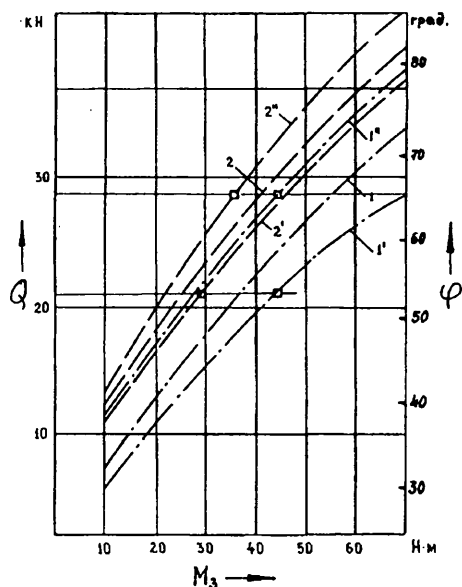


Рис. 4

соотношение напряжения изгиба и напряжения растяжения в шатунных болтах составляет 0,37, в шпильках крепления коренных опор — 0,2, а в болтах крепления маховика — 1,19. Таким образом, в

первых двух случаях напряжения изгиба влияния на надежность резьбового соединения не оказывают, в третьем — влияют сильнее, чем напряжения растяжения (такое увеличение напряжений изгиба вызвано деформацией шайбы, которая подкладывается под болты).

Приведенный коэффициент трения в резьбе и на опорной поверхности головки болта (гайки) равен: для шатунных болтов — 0,17—0,18; для шпилек крепления крышки коренных подшипников — 0,19—0,2; для болтов крепления маховика — 0,18—1,19. Причем коэффициент увеличивается после Perezatyazhek, так как при этом за счет смятия опорной поверхности на ней растет сила трения. При однозначной зависимости между моментом затяжки и усилием затяжки последнее при этом уменьшается. В то же время затяжка по углу поворота гайки или головки болта обеспечивает гарантированное усилие затяжки.

Полученные расчетно-экспериментальные значения действительных усилий в ответственных резьбовых соединениях позволили дать рекомендации по сборке их не по моменту затяжки, а по углу поворота болта или гайки. Следовательно, и по обеспечению стабильности затяжки при сборке.

## НУЖНЫ НЕТРАДИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

УДК 629.113.62-112.82

### Полимерные клеевые

А. А. ПОЛУНГЯН, В. С. ЦЫБИН, Г. В. МАЛЫШЕВА  
МГТУ имени Н. Э. Баумана

Потребителю нужен надежный, длительно и эффективно работающий автомобиль, а производителю — автомобиль низкой себестоимости, простой в производстве. Сделать его таким во многом помогают клеи и герметики.

Рассмотрим основные области их применения.

Первая — клеесварка крупногабаритных тонкостенных конструкций. Область эта — абсолютно новая для России и всех стран СНГ. Дело в том, что тонкостенные конструкции, панели кузова автомобиля после выполнения контактной точечной сварки, до сих пор герметизируют с помощью различных мастик, грунтовок и пластизолей. Это достаточно трудоемкая операция, причем в случае зазоров более 0,5 мм достичь высококачественной герметизации, как правило, не удастся. Клеесварная же технология не только обеспечивает хорошую герметизацию сварного шва, но и увеличивает в 1,5 раза прочность соединения.

Соединение выполняется таким образом: на соединяемые поверхности наносится слой клея, затем они накладываются одна на другую и провариваются точечной сваркой. Клеевая прослойка воспринимает большую часть нагрузки, и благодаря этому сварная точка разгружается, улучшается ее работоспособность, что существенно повышает усталостную прочность и жесткость соединения. Вследствие этого

число сварных точек можно уменьшить на 30—50 % и соответственно снизить трудо- и энергозатраты на сварочные работы.

Клеевые материалы, используемые при данной технологии, представляют собой пастообразные одно- или двухкомпонентные составы. Причем однокомпонентные отверждаются при 410—430 К (140—160 °С), что в ряде случаев делает возможным совместить сушку клея с сушкой нанесенного на готовое изделие лакокрасочного покрытия. Важно и то, что клеесварка не требует предварительной очистки соединяемых поверхностей. Наконец, клеесварная технология сборки решает и вопросы коррозионной защиты сварного шва.

Вторая область — крепление неподвижных стекол в проемах кузовов автомобилей и автобусов. Это одна из наиболее перспективных областей применения клеев в автомобилестроении, поскольку имеет ряд преимуществ перед традиционными (посредством резинового профиля) технологиями: увеличивает жесткость кузова (приклеенное стекло работает как элемент обшивки конструкции); улучшает аэродинамические показатели АТС; снижает уровень шума в салоне и вибрацию кузова; расширяет возможности дизайна; исключает негерметичность кузова в зоне стекол; делает автомобиль более безопасным (например, зарубежная практика показала, что даже при сильном столкновении вклеенное стекло остается в кузове, тогда как стекло, закрепленное с помощью резиновых профилей, выпадает из проема).

Для крепления стекол используются полиуретановые герметики, которые, обладая высокой адгезионной

прочностью, стойкостью к воздействию ультрафиолета, длительно работоспособны при одновременном воздействии перепадов температур и влажности воздуха.

Третья область — фиксация, герметизация и стопорение резьбовых соединений с помощью анаэробных уплотняющих составов, или анаэробных герметиков, которые представляют собой однокомпонентные материалы с жизнеспособностью один год и более, способные отверждаться при комнатной температуре. При попадании в узкий зазор герметик теряет контакт с кислородом воздуха и контактирует с поверхностью металла. В результате он быстро полимеризуется, образуя прочный полимерный слой, обладающий большим коэффициентом трения.

Анаэробные герметики отличаются высокими вибростойкостью, прочностью на сжатие и сдвиг, длительной водо-, масло- и бензостойкостью, грибоустойчивостью. Они уплотняют соединения, работающие в широком диапазоне давлений и вакуума, работоспособны в интервале температур от 213 до 473 К (от  $-60$  до  $+200$  °С). Их применение в резьбовых соединениях позволяет отказаться от механических стопорных устройств, упростить ремонт техники, а также уменьшить массу конструкции, стоимость механической обработки и сборки деталей.

Сейчас выпускается много типов анаэробных герметиков. Они отличаются друг от друга по прочности, термической и химической стойкости, скорости отверждения и величине уплотняемого зазора. Так что есть полная возможность выбрать именно наилучший герметик, скажем, для фиксации шпилек в блоках цилиндров двигателей, стопорения направляющих клапанов толкателя, герметизации болтов крепления крышки редуктора заднего моста, герметизации резьбовых и колпачковых заглушек и пробок в блоке и т. п.

Четвертая область — герметизация фланцевых соединений, т. е. область, где в настоящее время, как правило, применяются прокладки из листовых или формованных материалов, требующие строгой параллельности плоскостей сопрягаемых деталей.

Эластомерные герметики, или, как их еще называют, “жидкие” прокладки, способны принимать любую форму, легко заполняют все микронеровности, поэтому увеличиваются и фактическая поверхность соприкосновения, по сравнению со случаем твердых прокладок, и степень герметичности соединения. Используют их для герметизации узлов маслоснабжения, блока цилиндров, впускной трубы, крышки шестерни привода распределительного вала, поддона масляного картера, бензо- и водяного насосов.

“Жидкие” прокладки бывают двух типов — вулканизующиеся и невулканизующиеся.

В исходном состоянии вулканизующаяся прокладка представляет собой пастообразную массу, которая после отверждения превращается в резиноподобный материал. В большинстве случаев такие прокладки выпускаются в однокомпонентном виде и фасуются в тубы массой 100—250 г. Отверждаются они за счет взаимодействия с атмосферной влагой, причем время отверждения зависит от марки и составляет 0,5—24 ч.

Их рабочий температурный интервал — от 213 до 620 К (от  $-60$  до  $+350$  °С).

Невулканизующиеся прокладки — это пластилинообразный материал с постоянной липкостью. Интервал их рабочих температур несколько уже — от 243 до 390 К (от  $-30$  до  $+120$  °С). Но они, как правило, в несколько раз дешевле, чем вулканизующиеся. Применяют их в тех случаях, когда к изделию не предъявляются дополнительные требования по химической стойкости в условиях высоких ударных нагрузок.

УДК 269.113.075.6

## Морозостойкие

Канд. техн. наук Б. Б. БОБОВИЧ  
НИИАТМ

Эксплуатация автотранспортных средств на Крайнем Севере, в районах Западно-Сибирского нефтегазового комплекса отличается крайне сложными дорожно-климатическими условиями. Поэтому автомобильная техника в исполнении “ХЛ”, предназначенная для использования в этих районах, имеет ряд серьезных конструктивных отличий, а материалы, применяемые для ее изготовления, должны сохранять свои эксплуатационные свойства при экстремально низких, до 213 К ( $-60$  °С), наружных температурах. И такие материалы — теплоизоляционные, обивочные и тентовые — есть. Причем новые.

Это, в частности, радиационно-сшитый пенополиэтилен, обладающий отличными теплоизоляционными свойствами и предназначенный для теплоизоляции кабин автомобилей и салонов автобусов. Такие свойства пенополиэтилена объясняются особенностями его строения: структура — закрытопористая, благодаря чему он, в отличие от волокнистых материалов и многих марок пенополиуретана, не поглощает влагу. Кроме того, он, в отличие от напыляемого на стенки кабины пенополиуретана, легко отделяется от стенок кабины при ремонтно-сварочных работах.

Пенополиэтилен, ко всему прочему, хороший звукоизолятор: при частотах 2000 и 6000 Гц он снижает уровень звука соответственно на 13 и 18 дБ. Поэтому уже разработана искусственная кожа на его основе, которая представляет собой поливинилхлоридную пленку с тиснением и печатью, дублированную с радиационно-сшитым пенополиэтиленом марки РЛ-3010. Такую кожу можно применять в качестве утеплителей капота и радиатора, облицовки потолка и стен кабины. А так как уже создана пленка с морозостойкостью до 213 К ( $-60$  °С) и рядом других полезных качеств (табл. 1), то кожа должна найти самое широкое применение именно на АТС в исполнении “ХЛ”. То есть заменить собой ныне используемую искусственную кожу на нетканой основе (ВИК-НТ). Разработанный материал обладает более высокими, чем ВИК-НТ, теплоизоляционными свойствами, водонепроницаемостью, меньшей массой, высокой биостойкостью, а также способностью к термоформованию. Звукоизоляционные свойства нового материала во всем исследованном диапазоне частот тоже выше.

Таблица 1

Материал	Масса 1 м <sup>2</sup> , г	Теплопро- водность, ккал/(м. ч. град К)	Водо- погло- щение, %	Био- стой- кость, баллов
ВИК-НТ, теплошумо- изоляционная кожа	2520	0,04	190	3
ПВХ-пленка, дублированная ППЭ	550	0,03	1,5	0

Для обивки сидений автомобилей в исполнении “ХЛ” создана искусственная кожа с модифицированным поливинилхлоридным покрытием морозостойкостью до 213 К (–60 °С), которая успешно прошла эксплуатационные испытания в условиях Крайнего Севера на автомобилях КамАЗ. Ее характеристики приведены в табл. 2. К ним следует добавить, что новая искусственная кожа очень стойка к многократному изгибу. Например, даже при температуре –60 °С она выдерживает более 3000 циклов нагружения.

Для тентов автомобилей разработан (впервые в мировой практике) и испытан в условиях Крайнего Севера синтетический материал на основе полиэфирной ткани с двухсторонним поливинилхлоридным покрытием, сохраняющий гибкость и эластичность при тех же 213 К (–60 °С).

Хорошими морозостойкостью, теплоизоляционными, звукопоглощающими и гигиеническими свойствами обладают также новые отделочные и оби-

Таблица 2

Показатель	Технические требования	Результаты испытаний
Масса 1 м <sup>2</sup> , кг	0,76 ± 0,07	0,75
Разрывная нагрузка, Н:		
в продольном направлении	Не менее 300	350
в поперечном направлении	Не менее 200	220
Относительное удлинение под нагрузкой 19,6 Н/см, %:		
в продольном направлении	Не менее 12	15
в поперечном направлении	Не менее 40	60
Изменение жесткости после те- плого воздействия (363 К, или –10 °С, 48 ч), %	Не более 30	25
Светостойкость, баллов	Не менее 4	4
Термослипание, МПа	Не более 0,1	0,1
Морозостойкость, К (°С)	Не более 213 (–60)	208 (–65)

вочные текстильные материалы — ткани, трикотаж, нетканое полотно, ковры. Они изготавливаются на основе натуральных (шерсть), синтетических (полиамид, полиэфир) волокон и их смесей.

Таким образом, можно сказать, что в настоящее время у нас есть широкий ассортимент новых теплоизоляционных, звукопоглощающих, обивочных и тентовых материалов, необходимых для автомобильной техники в исполнении “ХЛ”. Эти материалы уже внедрены на ряде автозаводов России, Украины и Белоруссии.

## ИНФОРМАЦИЯ

### СЕМИНАР ПО ПРОБЛЕМАМ ЛАЗЕРНОЙ СТЕРЕОЛИТОГРАФИИ

25–26 октября 1995 г. в Москве прошел двухдневный семинар “Лазерная стереолитография — прорыв в концепции создания и освоения новых изделий”. В качестве коллективного организатора этого мероприятия выступил Комитет Российской Федерации по машиностроению (Глававтопром), АО “Автосельхозмаш-холдинг”, Российская инженерная академия (секция “Машиностроение”), Научный центр международных банков данных по проблемам высоких технологий (“Интертехнобанк”) и АО “НИИТавтопром”.

На семинаре были рассмотрены актуальные проблемы конструирования, технологической подготовки производства и освоения выпуска новых изделий автомобиле- и машиностроения. В том числе такие, как дизайн, конструирование с использованием уникального оборудования и программного обеспечения; ис-

пользование лазерно-компьютерных систем стереолитографии при производстве изделий из пластмасс, а также в литейном, кузнечно-штамповочном, сборочном и других производствах; компактные интеллектуальные производственные системы на базе стереолитографии.

В рамках семинара прошла презентация первого в России инженерно-технического центра лазерной стереолитографии, организованного в НИИТавтопроме. В ее ходе была продемонстрирована возможность выращивания твердотельного прототипа по математической модели изделия.

Участники семинара с большим интересом ознакомились также с последними разработками фирмы “Матра датавизион” (Франция) в области ускоренного лазерно-компьютерного проектирования и подготовки производства.

На семинаре были представлены, кроме того, каталоги высоких технологий, разработанные и изданные научным центром “Интертехнобанк”.

Е. С. ДОБРинский

## С КОЛЛЕГИИ РОСКОММАША

Состоялось заседание коллегии Российского комитета по машиностроению. Его участники обсудили ряд ключевых вопросов выживания фундаментальной и отраслевой науки на современном этапе, а также создания необходимых условий для ее развития в ближайшем будущем.

Выступавшие директора ГНЦ, НИИ, АО отмечали: расчет правительства на то, что нарождающееся предпринимательство востребует по крайней мере прикладную науку, не оправдался. Продолжается “утечка мозгов” за рубеж. Лабораторная база используется зачастую для производства какой-либо (профильной) продукции и работает на износ. Многие специалисты уходят из отраслевой науки в вузы. В сложившейся ситуации необходимо изменить бюджетную политику

в отношении науки: те небольшие инвестиции, которые выделяются на капитальное строительство, следует направлять на исследования.

Собравшиеся были также проинформированы о проекте создания акционерного общества “Российское машиностроение” (АО “Росмаш”), поддержанном российским правительством. Уставный капитал АО сформирован за счет передачи ему части акций машиностроительных предприятий, принадлежащих государству и не подлежащих продаже. Дополнительные средства планируется привлечь, выпустив собственные акции АО и разместив их среди отечественных и зарубежных инвесторов. Задача АО “Росмаш” — помочь отраслевой науке всеми доступными средствами, с тем чтобы не только сохранить ее интеллектуальный, научно-технический потенциал, но и обеспечить возможность ее неуклонного развития.

## В АССОЦИАЦИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ИНЖЕНЕРОВ РОССИИ

УДК 629.4.05

### УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИМ СОСТОЯНИЕМ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Л. Я. РОШАЛЬ, Ю. В. АНДРИАНОВ, В. В. ДОНЧЕНКО  
НИИАТ

Один из факторов, в значительной степени определяющих безопасность (в широком смысле слова) эксплуатации автотранспорта — техническое состояние парка автотранспортных средств. Так, по данным исследований, из-за его несоответствия установленным нормативным требованиям в Российской Федерации ежегодно происходит свыше 10 тыс. дорожно-транспортных происшествий, в которых получают ранения свыше 10 тыс. человек, а 4 тыс. погибают. По той же причине ежегодно в атмосферу выбрасывается 10 млн. т оксида углерода, 1,5 млн. т углеводов, 1,8 млн. т оксидов азота, 244 тыс. т оксидов серы, 58 тыс. т сажи и дополнительно расходуется 25 млн. т условного топлива. Неудовлетворительное техническое состояние парка существенно снижает также провозные возможности автотранспорта, что в первую очередь проявляется в такой социально важной сфере, как пассажирские перевозки. В денежном выражении ежегодный суммарный “эффект” оценивается в 35—40 трлн. р. (в ценах 1994 г.).

Как видим, положение тревожное. Основные причины этого — старение и значительный рост парка АТС, в том числе за счет поступления на рынок подержанных автомобилей зарубежного производства; разрушение ранее действовавшей в СССР системы, регламентировавшей и административными методами поддерживавшей определенный уровень их технического состояния; фактическое свертывание широко применявшейся ранее планово-предупредительной системы технического обслуживания и ремонта автотранспортной техники.

Выход из сложившегося положения видится прежде всего в принципиально новом концептуальном подходе, предусматривающем государственное регулирование технического уровня и состояния автотранспортных средств при работе автотранспортной отрасли в условиях рыночной экономики. Его суть, если говорить коротко и опираясь на мировые опыт и практику государственной деятельности в сфере автотранспорта, сводится к следующему.

Первое — защита населения от последствий работы автомобильного транспорта (безопасность на дорогах, экологическая безопасность, медико-физиологические аспекты технической эксплуатации транспортных средств, другие социальные последствия).

Второе — минимизация транспортных издержек населения и народного хозяйства за счет повышения технического уровня подвижного состава, совершенствования его структуры с учетом требований перевозчика.

Третье — стимулирование развития предпринимательской деятельности в области автотранспорта. В первую очередь, в сферах “незакрытых” потребностей и социально ориентированных программах (пассажирский транспорт, автосервис, социально неразвитые регионы страны и т. п.) через законодательно-правовое и тарифно-налоговое государственное регулирование. В том числе посредством такого механизма, как лицензирование.

Механизм реализации данной концепции также разработан. Его важнейшая составляющая — система сертификации механических транспортных средств, специального и специализированного подвижного состава, услуг по техническому обслуживанию и ремонту автотранспортных средств, гаражного оборудования и нефтепродуктов.

Вторая составляющая — регламентация производства АТС. На переходный период, когда рыночные отношения в стране формируются в условиях сложив-

шегося монополизма автомобилестроителей и производителей основных эксплуатационных материалов, в качестве заказчика отдельных, наиболее значимых видов продукции (автобусы для городских и пригородных перевозок, техника и материалы для Севера, некоторые типы коммунального автотранспорта, санитарные, пожарные автомобили и т. п.) выступает государство (на федеральном и региональном уровнях). На этом этапе монополизированный производитель может быть стимулирован в производстве дефицитных типов АТС, отсутствие которых сегодня сдерживает развитие автотранспортного рынка и его инфраструктуры (некоторые типы малотоннажных автомобилей для развитого малого бизнеса, автомобили-такси, внедорожные и газобаллонные автомобили и др.).

В дальнейшем эти функции по большей части номенклатуры автомобильной техники примут на себя рынок, спрос и конкуренция производителей. Однако и в будущем по ряду социально важных и имеющих государственное значение видов продукции (например, спасательная и оборонная техника) государство, так же как и во всех странах с развитой рыночной экономикой, останется ее заказчиком.

Функции государственного заказчика автомобильного подвижного состава на этот период должно выполнять Министерство транспорта России, но по специальным автомобилям — лишь заказчика базовых шасси. Оно же должно быть заказчиком отдельных видов гаражно-технологического оборудования для автосервиса (особенно диагностического, в том числе для экологического контроля АТС), эксплуатационных материалов (топлива, масла, специальные жидкости, автопринадлежности и шины — только для нужд эксплуатации).

Государственное регулирование рынка сервисных услуг должно осуществляться законодательно-правовыми средствами и путем проведения четкой финансово-экономической, инвестиционной, налоговой, тарифной, лицензионной, сертификационной, экологической политики, реализации государственных программ, а также организацией контроля от имени государства за соблюдением нормативно-правовых актов. Причем особое место в механизме занимает контроль технического состояния автотранспортных средств. И он уже действует: в августе 1993 г. правительство Российской Федерации приняло постановление № 874 “Об организации и проведении государственного технического осмотра автотранспортных средств и прицепов к ним в Российской Федерации”, в котором установлен порядок проведения обязательного государственного технического осмотра всех находящихся в эксплуатации автотранспортных средств и прицепов к ним. Однако анализ показывает, что возможности органов ГАИ по обеспечению необходимого объема и качества проверок технического состояния автотранспортных средств в настоящее время явно ограничены. Это связано в первую очередь со слабым использованием методов и средств инструментального контроля. В результате при охвате техническими осмотрами 88—95 % парка органами ГАИ от эксплуатации сейчас

отстраняется около 14 % проверенных автомобилей. Вместе с тем, по итогам всероссийской операции “Чистый воздух”, ежегодно проводимой в крупных городах, экологическим нормам не соответствуют 25—30 % автомобилей, находящихся в эксплуатации. (По другим оценкам, доля таких автомобилей превышает треть эксплуатируемого парка.) Отсюда видно, что государственный технический осмотр пока не стал надежным и эффективным механизмом управления техническим состоянием автотранспортных средств.

Зарубежный опыт (Германия, США, Великобритания, Япония, Франция и др.) свидетельствует: именно обязательный регулярный контроль автомобилей является важнейшим инструментом государственного регулирования технического состояния АТС по условиям безопасности дорожного движения и экологической безопасности. Наиболее показателен в этом смысле опыт Германии, где созданная под эгидой государства система контроля технического состояния автотранспортных средств действует уже около 70 лет.

Национальные предписания по условиям безопасности дорожного движения предусматривают здесь механизмы как административного, так и экономического регулирования технического состояния АТС в допустимых пределах. Эти предписания (требования) для автомобилей (новых и находящихся в эксплуатации) сформулированы в “Правилах допуска к эксплуатации на дорогах”, а также в “Технических условиях на системы, детали и узлы автомобилей”. В частности, п. 29 “Правил допуска автомобилей к эксплуатации” гласит: “Владельцы автомобилей с государственным номерным знаком обязаны постоянно, через определенные промежутки времени, обследовать свои автомобили”.

Проводимый в Германии периодический технический контроль АТС включает собственно технический осмотр автомобилей и прицепов, проверку отработавших газов и, при необходимости, проверку выполнения действующих технических предписаний по перевозке пассажиров и транспортировке грузов.

В этой стране есть не только единые нормативные документы, но и система подготовки экспертов по проведению контроля, определены независимые структуры, которым государство делегировало право контроля технического состояния автотранспортных средств.

России, очевидно, нужна аналогичная или близкая к ней система. На основе совместно утверждаемого Минтрансом, МВД и Госстандартом России документа устанавливается обязательность контроля технического состояния автотранспортных средств; организации, которые аккредитуются для этой работы, осуществляют технический контроль автотранспортных средств на территории Российской Федерации; подготовку, переподготовку и обучение персонала по вопросам эксплуатации автомобилей и проведения контроля их технического состояния; оказание производственно-коммерческих и экспертно-консультационных услуг предприятиям, организациям и другим владельцам АТС по подготовке автомобилей к прохождению контроля.

Особо следует отметить, что на создание системы контроля в Российской Федерации не требуется бюд-

жетных ассигнований, так как в стране имеется значительный и практически не используемый в настоящее время производственно-технический и кадровый потенциал технических служб крупных автотранспортных предприятий, станций технического обслуживания, автомастерских и т. п. На базе таких предприятий и организаций, вне зависимости от форм их собственности, могут быть созданы специально уполномоченные и аккредитованные государством технические службы контроля. Ведь ис-

пользование производственных мощностей и инициативы частных организаций, как показывает зарубежный опыт, гораздо более эффективно, чем "чисто" государственных, и намного дешевле.

В целом можно отметить, что реализация основных направлений данной концепции позволила создать теоретическую и практическую основу для формирования целостной системы государственного управления техническим состоянием автотранспортных средств в Российской Федерации.

УДК 629.113.001.362

## **СЕРТИФИКАЦИЯ АТС. ЗАДАЧА: ВЫЙТИ НА МИРОВОЙ УРОВЕНЬ**

Р. К. ФОТИН, А. П. ГУСАРОВ, Б. В. КИСУЛЕНКО  
НИЦИАМТ

Система сертификации механических транспортных средств и прицепов действует уже более трех лет, т. е. прошла достаточно серьезную апробацию и доказала свою жизнеспособность. Тем не менее ее развитие продолжается. В том числе и с точки зрения предъявляемых к АТС технических требований.

Так, известно, что при создании российская система сертификации была ориентирована в первую очередь на Правила ЕЭК ООН: Россия официально заявила о применении 37 Правил. Кроме того, в секретариат КВТ ЕЭК дана предварительная информация о намерении применять еще 24 Правила. Фактически же сейчас применяется 51 Правило и пять национальных стандартов, т. е. 56 требований. Из них 24 — к АТС категории М<sub>1</sub>, 20 — к категории М<sub>2</sub>, 19 — к категории М<sub>3</sub>, 18 — к категории N<sub>1</sub>, 20 — к категориям N<sub>2</sub> и N<sub>3</sub>, три — к категориям O<sub>1</sub>—O<sub>4</sub> и семь — к мототехнике.

На первый взгляд требований, предъявляемых при сертификации, много, однако на самом деле мало. Ведь к категории М<sub>1</sub> относятся 46 обязательных директив ЕС, к категории М<sub>2</sub> — 39, а к категориям N<sub>2</sub> и N<sub>3</sub> — 40.

Таким образом, наша система сертификации имеет большой потенциал для дальнейшего развития. И этот потенциал нужно использовать. В частности, в систему в период до 2000 года следует включить еще как минимум 24 Правила ЕЭК и шесть национальных стандартов. (Кстати, часть этих Правил применяется уже сейчас, причем регламентируют они многие важнейшие показатели безопасности и экологичности автомобилей.)

Уместно также напомнить о поправках к Женевскому соглашению 1958 г., которые должны вступить в силу с 1996 г. В соответствии с этими поправками в рамках Правил будут действовать альтернативные технические требования: каждая страна будет вправе при

менять любую не самую последнюю серию поправок к Правилам, тогда как в настоящее время все страны, применяющие какие-либо Правила, обязаны применять последнюю серию поправок к ним, а отказ от применения поправок влечет их блокирование.

В систему следует также включать отечественные стандарты, обеспечивающие безопасность и экологичность автомобилей. Не менее важно освоение новых серий поправок к таким Правилам, как тормоза (№ 13), вредные выбросы дизелей (№ 24), наружный шум (№ 51).

По тормозным системам у нас сейчас проводится сертификация по поправкам серии 05, хотя с октября 1992 г. требуется проводить сертификацию транспортных средств категорий N<sub>3</sub>, M<sub>3</sub> и O<sub>4</sub> по поправкам серии 06, предусматривающим установку АБС.

С 1 октября 1996 г. вступают в силу поправки серии 08 в отношении категории N<sub>3</sub>; с 1 апреля 1998 г. — в отношении категорий M<sub>2</sub>, M<sub>3</sub> и N<sub>2</sub> полной массой более 7,5 т, а также O<sub>3</sub> полной массой более 5 т; с 1 апреля 1999 г. — в отношении категории N<sub>2</sub> полной массой менее 7,5 т и O<sub>3</sub> полной массой менее 5 т; с 1 июля 1995 г. вступили в силу поправки серии 07, устанавливающие новую методику расчета тормозных сил прицепов и полуприцепов, а с 1 октября 1995 г. — поправки серии 02 к Правилам № 49 (выбросы дизелей). Все ранее выданные сертификаты на двигатели, не отвечающие требованиям поправок серии 02, с 1 октября 1996 г. отменяются. С того же 1 октября 1995 г. вступают в силу поправки серии 02 к Правилам № 51, которые устанавливают уровни наружного шума, на 2—5 дБА ниже действующих в настоящее время.

Как видим, дел предстоит много. И их нужно делать. Иначе мы не сможем преодолеть все усиливающееся отставание от зарубежья, в том числе и с точки зрения конкурентоспособности отечественной автомобильной техники.



УДК 629.113(1-87)

### ЭКОНОМИЧНЫЙ “ФОЛЬКСВАГЕН”

Первым в мире массовым автомобилем, в котором двигатель автоматически выключается при отпуске педали акселератора, является “Фольксваген Гольф Экоматик”.

Традиционно способов экономить топливо при езде не так уж и много. Например, при движении под уклон водитель обычно применяет их два: либо ставит рычаг коробки передач на нейтраль, либо вообще выключает зажигание. В первом случае экономия весьма иллюзорна. Второй способ далеко не безопасен: при выключенном зажигании перестают работать усилитель рулевого управления и тормоза. К тому же на большинстве легковых автомобилей выключить зажигание при движении вообще невозможно — мгновенно блокируется рулевое колесо. Да и уклоны не особо длинные. В общем, экономия невелика. А в городе в этом случае о ней и речи нет: “рваный” режим, разгон-торможение, торчание в пробках и у светофоров и т. п. Подсчитано, что в городском цикле двигатель работает холостую до 60 % времени движе-



ния. А выключить его нельзя: остановки короткие, то и дело приходится “подтягиваться” за впереди идущим автомобилем.

Новую концепцию экономии топлива, а также снижения уровня вредных выбросов и шума предложил концерн “Фольксваген”. Так, на его модели “Гольф Экоматик” электронно-управляемое сцепление мгновенно, как только водитель уберет ногу с “газа”, разъединяет двигатель и трансмиссию. После этого автомобиль полторы секунды “ждет”, не нажмет ли водитель снова на акселератор, и, если такого действия не последовало, двигатель “глохнет”. При малейшем касании педали “газа” двигатель пускается вновь за несколько десятых долей секунды (система начинает действовать, когда силовой агрегат прогрет до 40 °С). Причем отключение двигателя не вызывает нарушения работы других систем — их жизнедеятельность обеспечивает аккумулятор.

Очень необычным кажется отсутствие педали сцепления в автомобиле с механической коробкой передач. В самом деле, ведь все привыкли: либо две педали и “автомат”, либо три педали и “механика”. И вдруг — ничего такого нет. Новая система электронного управления сцеплением приспособлена для работы с классическим “гольфовским” дизелем (рабочий объем 1,9 л, мощность 64 л. с.). Максимальная скорость автомобиля “Гольф Экоматик” — 156 км/ч, до 100 км/ч он разгоняется за 18 с. А расход топлива достигнут такой: на 100 км при городском движении — 4,6 л, при скорости 90 км/ч — 4,2, 120 км/ч — 6,0 л.

Пока трудно сказать, насколько хорошо будет работать система в реальных условиях эксплуатации. Некоторые специалисты считают, что со временем неминуемо “вылезут” такие казусы, как, например, преждевременные износы пусковой аппаратуры и самого двигателя. Дело в том, что крутящий момент, необходимый для пуска двигателя, на автомобиле в 7—8 раз больше номинального рабочего момента. И как быстро сверхчастые пуски приведут двигатель в полную непригодность — покажет время.

А. С. СУВОРОВ

Главный редактор В. П. МОРОЗОВ

Заместитель главного редактора В. Н. ФИЛИМОНОВ

#### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

И. В. Балабин, В. В. Барбашов, А. А. Быковский, Н. Н. Волосов, О. И. Гируцкий, В. И. Гладков, А. З. Горнев, М. А. Григорьев, Б. И. Гуров, Ю. К. Есеновский-Лашков, Р. А. Карачурин, А. Л. Карунин, Ю. А. Купеев, Е. Н. Любинский, В. И. Пашков, В. Д. Полетаев, А. М. Сереженкин, Н. Т. Сорокин, В. Е. Спириин, А. И. Титков, Н. Н. Яценко

Ордена Трудового Красного Знамени  
издательство “Машиностроение”

Художественный редактор Т. Н. Погорелова  
Оператор компьютерной верстки И. С. Павлова  
Корректор О. А. Шаповалова

Сдано в набор 6.12.95 Подписано в печать 23.01.96  
Форма 60×88 1/8. Бумага кн.-журн. Печать офсетная.  
Усл. печ. л. 4,9. Усл. кр.-отт. 5,88. Уч.-изд. л. 6,36. Зак 55.  
Адрес редакции: 103012, Москва, К-12, Ветошный пр., 13,  
4-й этаж, комн. 424 и 427  
Телефоны: 928-48-62 и 298-89-18

Оригинал-макет и электронная версия изготовлены компанией  
ЭЛЕКТРОНИНФОРМ, тел., факс 120-80-82  
Отпечатано в Подольской типографии  
Чеховского полиграфического комбината Комитета РФ  
по печати, 124110, г. Подольск, ул. Кирова, 25

# ЛЕГКИЙ ЭЛАСТИЧНЫЙ ПОЖАРОСТОЙКИЙ ИМПОРТНЫЙ ПОРОЛОН

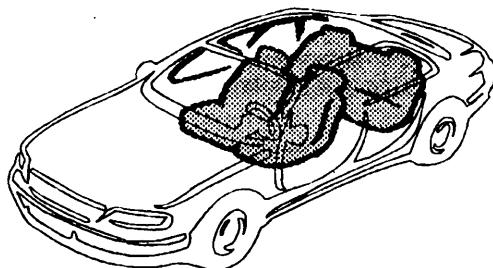
ИМЕННО ТАКОЙ ПОРОЛОН ПОКУПАЮТ  
ЛИДЕРЫ МИРОВОГО АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИЯ

Доставим вагоном, контейнером, автомобилем.  
Расширяем региональную сеть дилеров.  
Оплачиваем услуги посредников.



**A/O OREOL**

125319, г. Москва, ул. Черняховского, д.9. Тел: 152-9871, 152-7815 Факс: (095)152-6971



PI "OREOL"

## Содержание

### Экономика и организация производства

- Юрушкин А. Г. — Как создавали “всемирный” автомобиль...1  
Намаконов Б. В. — Экология изготовления и восстановления  
деталей, машин .....4  
*Читатель размышляет, анализирует, предлагает*  
Заслонов Ю. А. — К проблеме городских пассажирских пере-  
возок.....5

### Конструкции автотранспортных средств

- Москвин Р. К. — КамАЗ: техника для ралли-марафонов.....6  
Лощаков П. А. — Дизели ЯМЗ. Форсирование и обеспечение  
оптимальных условий работы моторного масла .....8  
Тюфяков А. С., Дмитриевский А. В. — Отечественные  
МП-системы управления впрыскиванием топлива .....10  
Азарова Ю. В., Кутенев В. Ф., Шмидт А. Г. — Мощностные  
показатели АТС большой грузоподъемности .....15  
Александров И. К. — Адаптивные трансмиссии — путь к соз-  
данию экономичных АТС .....17  
Фаскиев Х. А., Шамсутдинов Ф. А. — Нормы прочности для  
деталей передних ведущих мостов.....19

### Автотехобслуживание

- Внимание: стоп-сигнал  
Харитонашвили В. А. — Повышение информативности...23  
Баниников В. В. — Лампы под контролем.....23  
Назаров А. Д. — Для повышения уравновешенности двигате-  
лей ЗИЛ при ремонте .....25

### Практический совет ремонтнику

- Ландо С. Я. — Восстановление шестерни первой передачи .27

### Технология, оборудование, материалы

- Зайцев В. Н., Пургин С. Г., Климычев С. Б., Кутырев А. С.,  
Лобастов В. М. — Сквозная технология подготовки  
производства новых автомобилей.....28  
Гафуров Р. М., Разов Е. В., Сухарский Н. И. — Холодная  
объемная штамповка в АО “ГАЗ” .....30  
Гоц А. Н., Миropyчев М. А., Некрасов С. И. — Повышение  
надежности резьбовых соединений ДВС .....32  
Нужны нетрадиционные материалы  
Полунгян А. А., Цыбин В. С., Малышева Г. В. — Поли-  
мерные клеи .....33  
Бобович Б. Б. — Морозостойкие .....34

### Информация

- Добринский Е. С. — Семинар по проблемам лазерной стерео-  
литографии .....35  
С коллегии Роскоммаша .....36  
В Ассоциации автомобильных инженеров  
России  
Рошаль Л. Я., Андрианов Ю. В., Донченко В. В. — Управление  
техническим состоянием автотранспортных средств.....36  
Фотин Р. К., Гусаров А. П., Кисуленко Б. В. — Сертифика-  
ция АТС. Задача: выйти на мировой уровень .....38  
За рубежом  
Суворов А. С. — Экономичный “Фольксваген” .....39

**ВПЕРВЫЕ В АВТОМОБИЛЕ- И МАШИНОСТРОЕНИИ**

## **ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ЛАЗЕРНОЙ СТЕРЕОЛИТОГРАФИИ**

создан АО "АСМ-ХОЛДИНГ" и АО "НИИТавтопром" на базе уникального оборудования, математического продукта и технологических материалов фирм 3D SYSTEMS (США) и CIBA-GEIGY (Швейцария)

**ПОЗВОЛЯЕТ:** изготовить прототип детали (модели), а также мастер-модель для точного литья по ее компьютерной геометрической модели методом послойного синтеза из жидкого фотополимера лучом лазера.

### **ПРЕИМУЩЕСТВА:**

- ♦ резкое (в 5–10 раз) сокращение времени на разработку и внедрение новых изделий
- ♦ значительная экономия времени и средств на технологическую подготовку производства
- ♦ изготовление сложных деталей (моделей) и оснастки, спроектированных в различных САПР
- ♦ достижение высокой точности (0,08–0,1 мм) изготавливаемых моделей-прототипов

### **ПРЕДЛАГАЕТСЯ:**

- ♦ экспресс-изготовление мастер-моделей сложной формы размерами 500×500×500 мм по чертежам или геометрическим данным на магнитных носителях. Более крупные детали могут быть изготовлены по частям с последующим их соединением в монолитное изделие склейкой
- ♦ внедрение новой технологии, демонстрация и продажа технологических систем, обучение специалистов
- ♦ проведение совместных НИОКР, оказание помощи заказчику в приобретении и обслуживании систем стереолитографии

### **ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ:**

дизайн, конструирование и быстрое изготовление наиболее сложных деталей и формообразующей оснастки в автомобилестроении, машиностроении и других отраслях промышленности

### **НАШИ АДРЕСА:**

**АО "НИИТавтопром"**

115533, Москва, пр. Андропова, 22/30

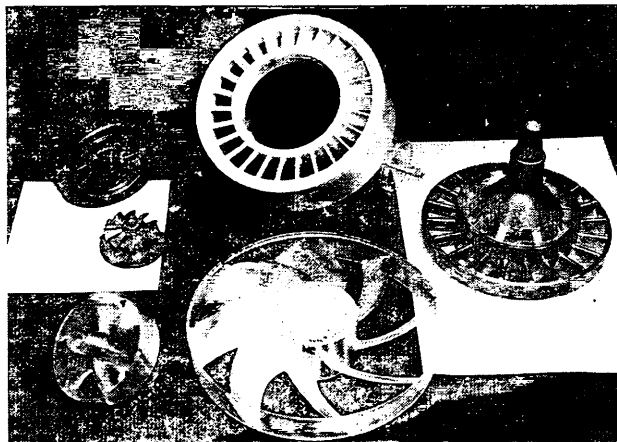
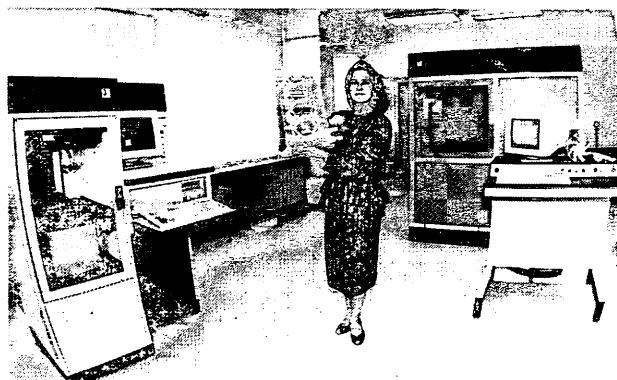
Центр стереолитографии

Телефоны: (095) 118-37-33, 118-30-77

Факс (095) 118-35-55

Телекс 41-21-58 SICNA SU

Телетайп 11-44-61 КАРМИН



**АО "АСМ-ХОЛДИНГ"**

103895, Москва,

ул. Кузнецкий мост, 21/5

Телефоны: (095) 925-49-36, 925-78-87

Лаборатория перспективных разработок

**ВНЕРВЫЕ В МИРЕ!**

# **СИСТЕМЫ ПУСКА ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ НА ВЫСОКОЕ НАПРЯЖЕНИЕ**

## **ПРИНЦИП РАБОТЫ:**

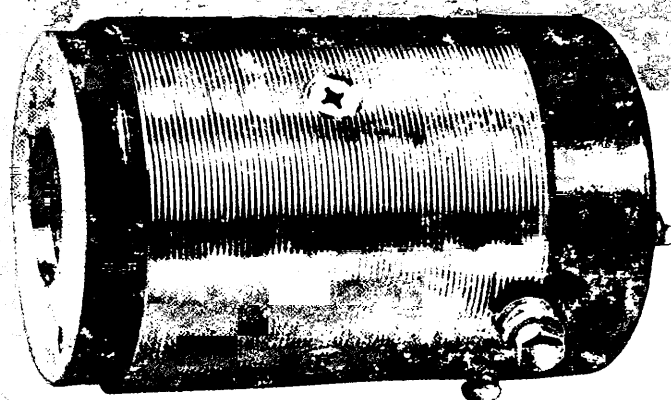
использование обычных емкостных  
накопителей энергии

## **ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ:**

- ◆ электростартер выполнен на 110—220 В
- ◆ конденсаторы — номинальным напряжением 110—220 В
- ◆ преобразователь напряжения — с выходом на 110—220 В

## **ПРЕИМУЩЕСТВА**

- ◆ повышается надежность пуска
- ◆ экономится до 5 % топлива
- ◆ емкость аккумуляторной батареи, не участвующей непосредственно в операции пуска, может быть уменьшена в 3—5 раз
- ◆ для электроснабжения АТС может использоваться не только кислотная, но и щелочная аккумуляторная батарея
- ◆ коэффициент полезного действия электростартера возрастает вдвое
- ◆ сечение стартерных проводов уменьшается в 10—20 раз



*Приглашаем автомобильные и тракторные заводы  
России и других стран,  
а также частных лиц к участию в реализации  
и внедрении новых систем пуска ДВС.*

105839, Москва, ул. Б. Семеновская, 38.  
Телефон 369—95—08