

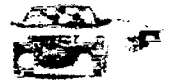
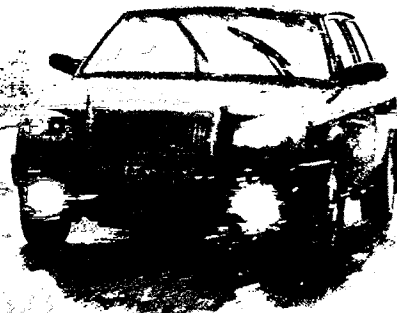
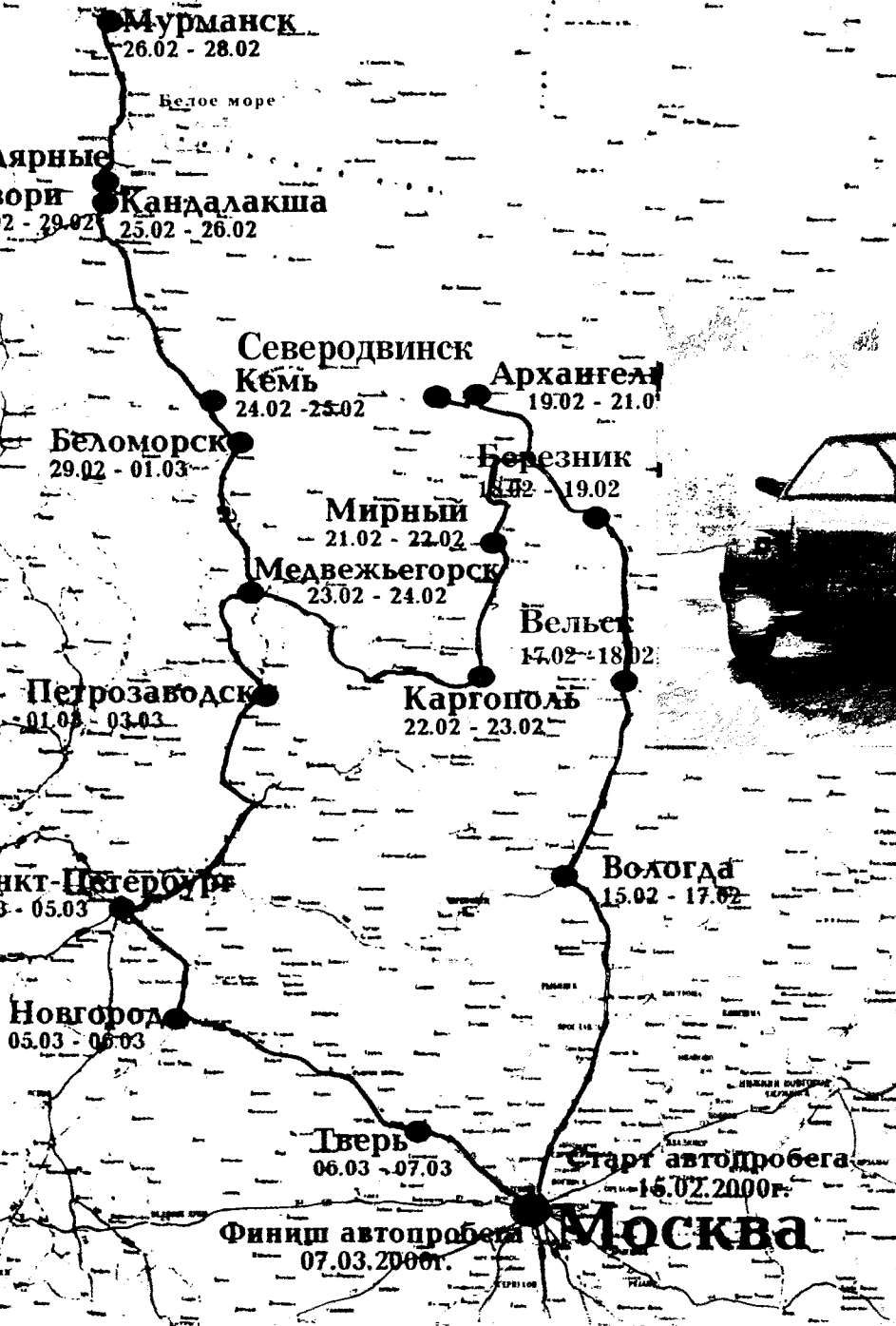
# АВТОМОБИЛЬНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

ISSN 0005-2337

№ 4 • 2000



ОАО  
**МОСКВИЧ**



Автопробег,  
посвященный  
70-летнему  
юбилею  
завода  
"Москвич"

Слава  
российским  
автомобилям!



30 мая - 3 июня

Администрация Нижегородской области,  
Администрация Нижнего Новгорода,  
Нижегородский государственный  
технический университет,  
Нижегородская ассоциация сварщиков,  
Всероссийское акционерное общество  
"Нижегородская Ярмарка" имеют честь  
пригласить Вас принять участие  
в V международной специализированной  
выставке

# НИЖЕГОРОДСКАЯ СВАРКА'2000

Одновременно будет проводиться  
выставка "Автотехсервис-2000"



Оборудование и оснастка для контактной сварки  
Оборудование для специализированных способов сварки  
Машины и оборудование для дуговой сварки и резки, источники питания, приспособления и инструменты  
Оборудование для плазменной обработки металлов  
Машины и оборудование для газовой сварки, вспомогательный инструмент  
Оборудование, приспособления и инструменты для сварки в среде защитного газа  
Оборудование для подготовки поверхности

Автоматические системы управления для сварочных процессов, роботы и робототехнические комплексы  
Измерение, контроль, испытания, обработка данных  
Средства защиты сварщиков и охрана окружающей среды  
Научное и информационное обеспечение  
В рамках выставки планируется проведение пресс-конференций, целевых семинаров, презентаций с участием главных сварщиков ведущих промышленных предприятий, представителей российских и зарубежных фирм

BAO "Нижегородская ярмарка"  
Телефон: /8312/ 77-55-88;  
Факс: /8312/ 77-56-74, 77-56-65  
E-mail: levin@yarmarka.ru  
<http://www.yarmarka.ru>

Московское представительство  
Телефон/факс: (095) 209-37-21, 209-37-95

Нижегородская ассоциация сварщиков:  
Телефон:/8312/36-93-37  
Факс: /8312/ 35-64-80 259п.  
E-mail: weld@naw.ic.sci-nnov.ru,  
fam-cc@nntu.sci-nnov.ru  
<http://www.ic.sci-nnov.ru/naw/>



## ЭКОНОМИКА

## И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 629.113.657.11.4

### ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК СРЕДСТВО СНИЖЕНИЯ СЕБЕСТОИМОСТИ АВТОМОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

Канд. техн. наук В. И. ГЛАДКОВ, д-р техн. наук В. М. ЗИНЧЕНКО, канд. техн. наук И. К. БУКИН-БАТЫРЕВ

НИИТавтопром

По оценкам отечественных и зарубежных специалистов, основной (дог быть достигнут за счет внедрения новых энергосберегающих технологий и оборудования, а остальные 30 % — улучшением эксплуатации действующего оборудования и применением эффективных методов управления энергопотреблением. Однако в нынешних наших условиях, когда инвестиции в производство стали трудноразрешимой проблемой, первое из направлений реализовать в полном объеме мало кому удастся. Поэтому, на наш взгляд, при планировании мероприятий по энергосбережению следует их ранжировать как по срокам внедрения, так и по затратам. Применять, так сказать, "пошаговую" стратегию, но — с сохранением тех основных приемов и мер экономии, которые существовали и в более благополучные времена. Это прежде всего совершенствование организации производства: внедрение систем контроля и управления, позволяющих оптимизировать технологические процессы изготовления и обработки деталей; повышение качества выпускаемой продукции, благодаря чему появляется возможность исключить или хотя бы свести к минимуму брак;

увеличение прочности и долговечности деталей и узлов, что во многих случаях ведет к уменьшению их масс и, соответственно, энергозатрат на обработку; создание новых технологических процессов взамен старых, более энергоемких.

Кроме того, безусловно, нужно сохранить и оправдавшую себя иерархию данных приемов и мер. В частности, первыми и обязательными считать совершенствование организации производства (проще говоря, наведение порядка в использовании энергоресурсов). Причем в этой работе должны быть три составляющие: улучшение технического состояния оборудования; облегчение его энергетических режимов; устранение потерь энергоресурсов, вызываемых низкими коэффициентами его загрузки (особенно в заготовительных цехах и термообработке). Не обеспечив их, говорить об эффективности реализации всех других направлений бессмысленно, поскольку именно организация обеспечивает базу для реализации новых технологий.

Самое быстрое по результатам, и, пожалуй, самое выгодное в финансовом смысле направление эконо-

мии энергоресурсов — второе, т. е. применение систем контроля и управления, позволяющих оптимизировать технологические процессы изготовления и обработки деталей. Оно позволяет на основе уже имеющегося технологического оборудования, т. е. без больших денежных затрат, оптимизировать технологические процессы так, что одновременно будут решаться и другие задачи — повышения качества продукции (улучшение свойств и сокращение брака), сокращения расходов энергоресурсов. Поэтому его и нужно использовать в максимальной степени.

Вот несколько конкретных примеров из практики: на 15—20 % снижают расход энергии локальные системы автоматического регулирования, автоматического управления отдельными агрегатами, печами и участками в целом; на 10—15 % — приборы автоматического контроля, управления температурой и составом печных атмосфер в термическом производстве (повышение прочности и долговечности деталей, повышение производительности); на 7—12 % — системы управления процессом сжигания топлива (регуляторы соотношения газа и воздуха, контроль расхода топлива на каждый агрегат, настройка горелок) и применение современных горелочных устройств с более высоким КПД. Хороший эффект дают использование приборов активного контроля и управления технологическими процессами механической обработки (в дальнейшем — мехатронных систем), перевод управления технологическими процессами на компьютеры и микропроцессоры.

Такие и им подобные "доработки" дают возможность получать точные, наперед заданные параметры обрабатываемых деталей, а также избежать напрасных затрат энергоресурсов.

Очень важное с точки зрения эффективности направление — повышение качества выпускаемой продукции и прежде всего — сокращение брака, поскольку брак — это трата энергии впустую. Причем следует отметить, что для реализации данного направления не требуются большие материальные и финансовые затраты, необходимы только желание и систематическая работа всего коллектива.

Нельзя упускать и еще один важный момент — использование высококачественных материалов, прежде всего — качественного металла. Как правило, более дорогой, но качественный (калиброванный вместо горячекатаного, легированные конструкционные стали и т. п.) металл не только повышает качество выпускаемой техники, но и представляет собой реальный путь снижения потребления энергоресурсов, поскольку позволяет уменьшить припуски на последующую обработку резанием, устранить брак, повторные операции термообработки, снизить массу деталей и т. д.

Эффективны, но достаточно дороги и длительны направления, связанные с разработкой и внедрением новых технологических процессов. Однако избегать их тоже нельзя, хотя, учитывая нынешние условия, желательно заниматься ими после выполнения работ по перечисленным выше направлениям.

Так, в литейном производстве экономически и энергетически оправдан переход с ковкого чугуна и литой стали на чугун высокопрочный: как известно, производство отливок из высокопрочного чугуна менее энергоемко, поскольку они не нуждаются в последующей термообработке. К тому же свойства деталей из такого чугуна значительно выше свойств деталей из ковкого и приближаются к свойствам стальных деталей.

Экономия энергоресурсов дают также замена чугуна алюминиевыми сплавами (например, при переходе с чугунного блока двигателя на блок из алюминиевого сплава количество потребляемой энергии снижается на ~60 %); внедрение технологического процесса и оборудования для изготовления стержней из холоднотвердеющих смесей взамен горячих ящиков (не нужен нагрев оснастки, повышается точность отливок, следовательно, снижаются их масса и объемы механической обработки); использование технологии точного литья по газифицируемым и выплавляемым моделям.

Не исчерпаны резервы снижения энергопотребления и в традиционной области литейного производства — отделениях земляных форм. Это применение новых методов формовки, смесеприготовления и компонентов формовочной смеси. Тем более что все они сейчас не дефицит — достаточно привести такие новые разработки НИИТавтопрома и Литаформа, как комплекс формовочного и смесеприготовительного оборудования новой конструкции, новое поколение формовочных материалов — гранулированных бентонитов, их композиций и комплексных технологических добавок (премиксов) широкого функционального назначения. (Благодаря сокращению расхода формовочных материалов можно снизить потребление электроэнергии на 25—30 %, повысить точность отливок на 2—3 класса, сократить припуски на механическую обработку на 20—25 %.)

В кузнечно-штамповочном производстве энергосбережению способствуют газовые печи, оснащенные автоматическими приборами регулирования температуры и состава печных атмосфер, а также рекуператоры подогрева воздуха; весьма эффективна холодная объемная штамповка: благодаря ей резко (на 60—80 %) снижается расход как технологической, так и силовой энергии. Заметную экономию электроэнергии дают замена облойной штамповки в открытых штампах на безотходные методы обработки металлов давлением (5—15 % технологической энергии), штамповка на горячештамповочных автоматах (до 15 % технологической энергии), поперечно-клиноватая прокатка (до 10 % силовой энергии). До 60—70 % силовой энергии можно сэкономить, заменив мощные, усилием до 25 МН, или 2,55 тыс. тс, прессы, применяемые при штамповке в штампах с разъемными матрицами, на прессы меньшего (до 6,3 МН, или 640 тс) усилия.

В термическом производстве до 10—15 % энергоресурсов экономят новые футеровочные и теплоизоляционные материалы, уменьшающие тепловые потери в окружающую среду, приборы и системы контроля

и управления параметрами технологических процессов. В качестве примера можно назвать технологические процессы низкотемпературной (820—920 К, или 550—650 °С) химико-термической обработки и прежде всего — кратковременное газовое азотирование. В частности, в НИИТавтопроме разработан новый процесс каталитического газового азотирования, который, обладая всеми преимуществами классического метода, одновременно устраняет два самых существенных его недостатка — большие продолжительность насыщения и хрупкость поверхностного слоя обработанных деталей. Новая технология, которая отличается применением катализаторов и приборов регулирования, позволяет сократить длительность азотирования в 2—3 раза (например, с 70 до 24 ч), естественно, сократив и энергозатраты. При этом поверхностные слои обладают высокой твердостью без хрупкости.

Значительны резервы экономии энергии и в области сварки. Особенно привлекательна в этом смысле одна из работ НИИТавтопрома, основанная на воздействии на материалы концентрированным пучком обычного света, в фокусе которого температура достигает 2270 К (2000 °С). (Обеспечивают такое воздействие созданные здесь же установки мощностью от 2 до 10 кВт.) КПД такой обработки достигает 45 %, тогда как у промышленных лазеров он не превышает 4—9 %. Кроме того, светолучевая технология позволяет соединять разнородные материалы (например, стекло с керамикой или металлом и т. п.).

Весьма энергоемко уже в силу больших своих объемов механообрабатывающее производство. Но его можно сделать менее "расточительным". Главным образом, за счет совершенствования заготовительных производств — литейного и кузнечного, с тем чтобы повысить точность поставляемых оттуда заготовок. В механообработке есть и собственные резервы. Например, до 5—10 % энергии можно сэкономить за счет качества инструмента и 5—10 % — за счет СОЖ, длительно и стабильно сохраняющих свои свойства.

Большую экономию электроэнергии дает оптимизация мощности станков, ее соответствие обрабатываемым деталям. Дело в том, что эта мощность при создании станков рассчитывается на максимально тяжелые варианты обработки, которых в действительности, особенно в автомобиле- и тракторостроении, т. е. при массовом производстве, практически нет. В итоге она используется в лучшем случае на 20—30, а иногда и на 5 %. Это приводит к необоснованно завышенным расходам электроэнергии во время рабочего процесса и большим потерям во время холостого хода электродвигателей.

Следует обратить внимание на то, что энергоресурсы тратятся меньше, если устранить лишние преоб-

разования энергии. Так, замена пневматического привода электрическим (например, в ручном сверлильном и шлифовальном инструменте, инструменте для выбивки литейных опок, очистки литья и др.) дает весьма ощутимый эффект. Ведь электрические механизмы потребляют энергии в 8—10 раз меньше, чем ее требуется для выработки сжатого воздуха, питающего механизмы той же мощности.

Серьезный резерв экономии энергоресурсов — совершенствование всех составляющих технологического процесса изготовления деталей, начиная от выбора материала, изготовления штучной заготовки и кончая сборкой. Главное здесь — добиться оптимального сочетания.

Например, изготовление заготовки методом холодной объемной штамповки позволяет уменьшить припуски на механическую обработку, хотя и ужесточает требования к предварительной, промежуточной и окончательной термической обработкам. Да и к самому припуску надо подходить, как говорится, с умом: максимальную его величину отдавать на операции точной лезвийной обработки, поскольку они требуют гораздо меньших удельных затрат энергии, чем операции шлифования. Необходимо также, чтобы максимальный припуск при этом приходился на операции, выполняемые до термической обработки.

Особо следует подчеркнуть, что в комплексном технологическом процессе нужно, чтобы роль термической обработки была возможно более высокой. К сожалению, многие технологи в настоящее время этим пренебрегают, пренебрегая тем самым ее уникальными возможностями по улучшению обрабатываемости заготовок давлением или резанием, обеспечению высоких и стабильных механических свойств готовых деталей.

Экспертная оценка показывает, что реализация рассмотренных выше направлений совершенствования технологических процессов литейного, кузнечного и термического производств, сварки и механической обработки, улучшения сортамента используемого металлопроката дает возможность уже через 2—3 года снизить удельные расходы топлива и энергии на 15—20 %.

И последнее. Работа в области сокращения удельного потребления электроэнергии должна быть планомерной и систематической, потому что разрозненные эпизодические попытки технологов в принципе не могут дать сколько-нибудь заметного эффекта. Основной такой работы может стать проведение технологического "энергоаудита" на заводах с выработкой конкретных предложений как по отдельным цехам, так и по заводу в целом. И НИИТавтопром всегда готов помочь в этом деле.

*"Россию возродит производство". Эта фраза не сходит со страниц газет и журналов, звучит по телевидению и радио, с трибун конференций и совещаний. Нет недостатка и в ее, так сказать, теоретическом обосновании. Но факты — упрямая вещь, и они свидетельствуют: производство, особенно машиностроительное, возрождается очень медленно. Видимо, одного понимания необходимости его подъема мало. Нужно еще и умение не только идти, но и "дернуть" то звено, которое вытаскивает всю цепь. То есть нужны люди действия. И их, высокообразованных, не боящихся разумных рисков, умеющих направить трудовые коллективы на нужные стране цели, становится все больше. Один из них — автор предлагаемой вниманию читателей статьи Заслуженный машиностроитель России Н. Т. СОРОКИН, генеральный директор ОАО "Владимирский тракторный завод".*

УДК 629.48(ВТЗ)

## ПО ПУТИ СОЗИДАНИЯ

(К 55-летию Владимирского тракторного завода)

О Владимирском тракторном, его тружениках написано и сказано много. И не без оснований: десятки тысяч его колесных тракторов с эмблемой "ВТЗ" уже многие десятилетия работают во всех уголках России и более чем в 60 странах мира, стали незаменимым средством производства во многих отраслях хозяйства. И прежде всего — на полях и фермах.

В истории завода — ровесника победы в Великой Отечественной войне — было всякое, но главное — это неуклонное, из года в год, наращивание производства, уверенное расширение рынка сбыта своей продукции. Однако в начале 1990-х годов, когда в России начался период рыночных реформ, ВТЗ, как и большинство предприятий б. СССР, испытал на себе все, что с этим периодом связано, — акционирование и приватизацию, существенное сокращение объемов производства и численности работающих, невыплаты заработной платы и утрату значительной части объектов социальной сферы, отсутствие оборотных средств, долги по налогам всех уровней, рост кредиторской задолженности, текучесть кадров, разрыв налаживавшихся десятилетиями кооперационных связей и многое другое. В частности, к 1996—1997 гг. произошла полная самоликвидация дилерской сети завода не только в дальнем, но и ближнем зарубежье. Снижение же объемов продаж (за 1992—1997 гг. — в 20 раз) тракторной техники, двигателей и запасных частей к ним повлекло за собой сначала затоваривание этой продукцией заводских складов, а затем — резкое сокращение ее производства со всеми перечисленными выше последствиями.

Но не только этим было опасно сложившееся положение. Еще большую угрозу как настоящему, так и будущему ВТЗ представляла практически прекратившаяся из-за финансовых проблем работа его коллектива над созданием новой техники.

В итоге идея банкротства завода, смены собственника приобретала все больше сторонников. Например, только в 1998 г. она, по предложению областного пенсионного фонда и администрации, рассматривалась дважды.

Однако банкротство, к счастью, не состоялось. Среди кредиторов и акционеров оказались и те, кто руководствовались не принципом "ломать", а принципом

"строить", понимая, что над страной нависла угроза продовольственной безопасности: ведь в сельском хозяйстве число тракторов и сельхозмашин к 1998 г. сократилось на 40—50 %, а ~40 % тракторов и более 30 % комбайнов работали с превышением нормативных сроков службы, удельная же насыщенность сельского хозяйства мобильной энергетикой снизилась до 0,36 кВт/га, что в 10—20 раз меньше, чем в развитых странах дальнего зарубежья. Они понимали, что устранить эту угрозу без возрождения тракторного, сельскохозяйственного машиностроения и автомобилестроения невозможно. Не менее важно было и то, что в самом коллективе ВТЗ были люди, которые не только не испугались навалившихся бед, но и нашли в себе силы разработать и предложить хорошо продуманные, экономически и организационно обоснованные варианты выхода из кризиса.

Так, совет директоров и правление ОАО "ВТЗ" создали, а затем (в 1998—1999 гг.) реализовали комплексную программу финансово-экономического оздоровления завода, которая уже в 1998 г. дала безусловно положительный эффект, заложила твердую основу дальнейшей устойчивой работы коллектива предприятия.

Первые результаты принесла, естественно, реализация подпрограммы краткосрочных действий, рассчитанных на один-два месяца, но, по замыслу, обеспечивающих наибольший прирост ( $\partial z/\partial t$ ) экономических показателей. Одновременно начала работать и построенная по такому же принципу среднесрочная подпрограмма, мероприятия которой были рассчитаны на три-шесть месяцев. Наконец, стали проявляться и результаты всей долгосрочной программы и разработанного на ее базе плана организационно-технических мероприятий. Достаточно сказать, что за два последних года только экономический эффект, полученный за счет снижения себестоимости заводской продукции, превысил 35 млн. руб. Кроме того, удалось погасить задолженность по кредитам более чем на 30 млн. руб.

В число включенных в программу и вполне оправдавших возлагаемые на них надежды мер можно отнести также мероприятия по уплотнению и ремонту

механообрабатывающего оборудования, продажи Колокшанского агрегатного завода, механообрабатывающего корпуса серийных деталей ВТЗ, а также освобождению других производственных площадей (всего — более 50 тыс. м<sup>2</sup>), что позволило вернуть ранее взятые кредиты, а также сократить затраты по содержанию зданий (~6 млн. руб.) и налоги (800 тыс. руб. в год). В итоге на счетах завода появились денежные средства. Правда, пока небольшие, но, тем не менее, дающие возможность решать другие задачи, записанные в комплексной программе. В частности, в 1999 г. погасить 10-месячную задолженность по заработной плате, обновлять продукцию, расширять объемы выпуска и повышать ее качество.

Например, творческий коллектив конструкторов, технологов и других специалистов в 1998 г. начал с "малого" — разработал и внедрил новую конструкцию штамповарного переднего моста трактора. Результат: отпала необходимость в дорогостоящем покупном стальном литье, что экономит до 1,6 млн. руб. в год.

Второй пример. Исторически сложилось так, что ТНВД для дизелей ВТЗ поставлял Вильнюсский завод топливной аппаратуры. После распада СССР расплачиваться за такие поставки приходилось валютой. Поэтому одним из пунктов комплексной программы и стала разработка российского варианта ТНВД.

Заводские конструкторы совместно со специалистами Ногинского завода топливной аппаратуры такие насосы разработали и поставили на производство. В итоге — еще более 2,5 млн. руб. годовой экономии.

Вообще надо сказать, что комплексная программа и ее сердцевина, планы организационно-технических мероприятий, если они сочиняются не для "галочки", как это зачастую делалось во времена командно-плановой экономики, а для дела, являются важнейшим рыночным инструментом. Именно поэтому программа на 2000 г. предусматривает, что экономический эффект от ее реализации составит не менее 15 млн. руб.

1998 г. был годом активной работы и по долгосрочной программе подготовки производства 45-сильного трактора и нового двигателя Д-130. В течение трех с половиной месяцев (с сентября по декабрь) удалось сделать промышленный образец самоходного тракторного шасси ВТЗ-30СШ (рис. 1), которое по техническим характеристикам и дизайну превзошло трактор-аналог Харьковского завода самоходных шасси. А начиналось все не с директивы сверху, как в прежние времена, а по предложению отдела маркетинга, специалисты которого провели исследования и установили: в России к началу 1998 г. эксплуатировалось более 95 тыс. харьковских самоходных шасси. Причем данная модель не модернизировалась в течение 30 лет, т. е. серьезно устарела. Кроме того, резко сократившиеся объемы их поставок образовали на рынке России фактически все менее и менее заполняемую нишу. Отсюда и был сделан вывод: нужно немедленно отказаться от серийного производства нашего, хотя и всемирно известного, но все-таки тоже устаревшего и к тому же недешевого Т-25 и перейти на более мощные и современные по дизайну тракторы. Что и было уза-

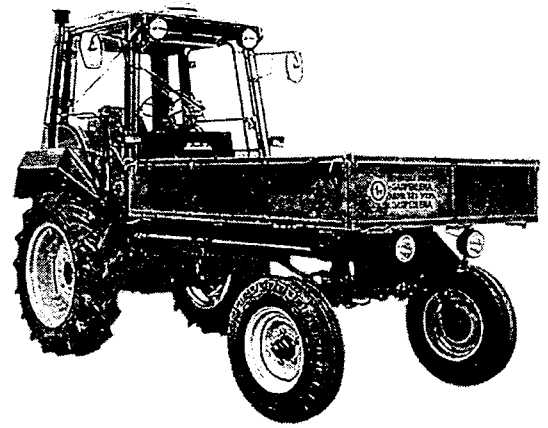


Рис. 1. ВТЗ-30СШ

конено 1 июля 1998 г.: технический совет завода, определяя стратегию развития на 1999—2001 гг., принял решение освоить в производстве все типы тракторов — начиная с традиционно владимирских тягового класса 6 кН (0,6 тс) до 9—14 кН (0,9—1,4 тс), ранее выпускавшихся Липецким и Минским тракторными заводами.

Это решение, так же как в свое время автозаводы ЗИЛ и "Москвич" поддержала московская мэрия, не только одобрило руководство Владимирской области, которое не могло не беспокоить положение дел на селе, где старение и массовое списание техники стало главным сдерживающим фактором на сельхозработках, но и поддержало. Например, губернатор области Н. В. Виноградов лично возглавил группу заводских специалистов, которая неоднократно посещала Минский тракторный завод, чтобы договориться о кооперации по сборке тракторов МТЗ тягового класса 14 кН (1,4 тс) на Владимирском тракторном заводе.

Кооперация, к сожалению, не состоялась — ее "заволокинули". Но у ВТЗ был запасной вариант: парал-



Рис. 2. ВТЗ-2048АС "Пахарь"



Рис. 3. BTZ-2063AC "Турбо-99"

лельно с переговорами конструкторы и технологи в течение шести месяцев 1999 г., с января по июнь, сумели разработать и изготовить промышленный образец (рис. 2) трактора BTZ-2048AC "Пахарь" с трехцилиндровым дизелем воздушного охлаждения мощностью 35–37 кВт (48–50 л. с.), а затем за неполные три месяца, с 1 июля до 23 сентября, сделали и трактор BTZ-2063AC (рис. 3) с новым трехцилиндровым турбонаддувным дизелем мощностью 46–48 кВт (62–65 л. с.), обеспечивающим тяговое усилие 9 кН (0,9 тс) синхронизированной трансмиссией (16 передних и 8 задних передач), гидрообъемным рулевым управлением, дисковыми тормозами, передним ведущим мостом, мощными системами отопления и вентиляции.

Для работы в помещениях с низким потолком и теплицах есть и специальная модификация, Т-45Т, отличающаяся узкой колеей, складывающейся дугой безопасности, наличием каталитического нейтрализатора отработавших газов и углом поворота управляемых колес, равным 45°.

Это уже были подступы к решению главной задачи — созданию наиболее востребованного в сельском хозяйстве трактора тягового класса 14 кН (1,4 тс). Как и то, что ВТЗ продолжал работать над новым дизелем ДТ145Т мощностью 59–63 кВт (80–85 л. с.).

Изучив информацию, полученную на многочисленных выставках автотракторной и сельскохозяйственной техники, руководство завода и области в первое время склонялось к тому, чтобы организовать совместное с Липецким тракторным заводом производство нового трактора, поскольку этот завод решал вопрос поставки подходящей трансмиссии с одной из финских фирм. Однако расчеты показали, что финская трансмиссия обойдется заводу как минимум в 7 тыс.

амер. долл., что делает трактор неконкурентоспособным на российском рынке.

В результате 21 октября 1999 г. был подписан приказ о производстве первого промышленного образца трактора BTZ-2080AC "Витязь-2000".

Приказ выполнялся всем заводом — от экономистов, конструкторов и технологов до модельщиков, литейщиков, кузнецов, мотористов и слесарей-сборщиков. Работали без выходных, и 21 декабря 1999 г., наконец, запустили установленный на новом тракторе новый дизель ДТ145Т, "прокрутили" основные узлы и агрегаты. А уже 28 декабря "Витязь-2000" на ежегодной заводской выставке прошел свои первые километры и отправился на испытательный полигон.

Надо сказать, что при создании этого трактора заводским специалистам пришлось решать множество самых разных проблем, в том числе чисто технических. Например, если у 48–50-сильного трактора BTZ-2048AC степень унификации деталей и узлов с деталями и узлами ранее выпускавшегося 30-сильного Т30А80 была очень высокой — потребовалось изготовлять лишь 420 оригинальных деталей, а на тракторе 62–65-сильном добавилось еще несколько десятков деталей, то на тракторе 80-сильном конструктивно менялись сцепление, передний мост, бортовые передачи, кабина и другие узлы и детали (всего более 700).

Сейчас завод выпускает 16 основных моделей тракторов и более 40 их модификаций, а на базе шасси СШ-30 грузоподъемностью 1 т, имеющего удобную кабину и гидроусилитель руля, — вилчатый погрузчик, самозагружающееся шасси, пескоразбрасыватель, машины для подготовки дорожного полотна под укладку асфальта, машины-подметальщики, фрезерно-роторный снегоочиститель и т. д. Не забыты и нужды владельцев приусадебных участков: для них делаются мотокультиваторы с двигателями мощностью 2,2–3,7 кВт (3–5 л. с.).

В связи с тем, что вся эта продукция четко сориентирована на спрос рынка, она прямо с конвейера идет к покупателю.

2000 г. ВТЗ начал, имея обновленные отношения по экспорту и новые задачи по совершенствованию двигателей, дизайну тракторов, созданию навесных сельскохозяйственных орудий и качеству выпускаемой техники. Коллектив трудится, по забытой ныне терминологии, творчески, с энтузиазмом (рост производительности труда в 1999 г. — более 40 %), живет надеждами на то, что новый экономичный 80-сильный трактор "привезет" в каждый дом заводчан более высокий уровень заработной платы, достаток, а заводские инженеры продолжают работу по созданию новой техники, в том числе автомобиля-трактора-тягача 2001 года.



Очередные соревнования по автомобильному кроссу — Открытый чемпионат и Зимний кубок России-2000, а также XIV традиционный автокросс на приз имени академика Е. А. Чудакова состоялись на трассе Научно-исследовательского центра по испытаниям и доводке автотехники. В них приняли участие сильнейшие гонщики из Москвы, Московской области, С-Петербурга, Твери, Рязани, Ульяновска, Братска, Иркутска, Перми, Пензы, Смоленска, Арзамаса, Нижнего Новгорода, Тольятти, Казани, Омска, Самары, Кораблино и др.

В классе Т1 (автомобили УАЗ) из 32 участников лучшими стали петербуржец В. Худяков (1 место), ульяновцы Б. Джепаев (II) и Е. Ужegov (III); представители НИЦИАМТа И. Резниченко и С. Кутулин — соответственно седьмым и 16-м.

В классе Д1-1600 (серийные неполноприводные легковые автомобили с двигателями рабочим объемом до 1,6 л) спортсмены НИЦИАМТа выступили лучше: И. Смирнов занял II, А. Карасевич — V место. Первое и третье места завоевали С. Удод (Омск) и О. Аксенов (Смоленск). Всего же в данном классе выступили 29 участников.

Вторым стал И. Смирнов и в классе Д2 (специально подготовленные легковые автомобили с двигателями рабочим объемом до 3,5 л), в котором было заявлено лишь 10 спортсменов. Первым здесь оказался Б. Котелло (Тольятти), третьим — С. Удод.

В "межклассовых" заездах "гран-при" победил И. Резниченко.

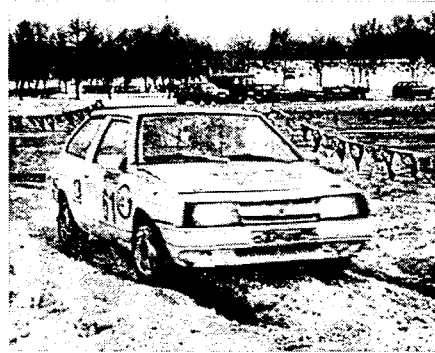
Кроме того, показательные заезды были организованы для юных гонщиков, выступающих на автомобилях ВАЗ-1111 "Ока".

Трасса соревнований (длиной 1150 м, шириной 12—16 м, с перепадом высот 12 м) — единственная в России, аттестованная Международной федерацией автоспорта. Поэтому ее наблюдатели уделяют всем проводимым в НИЦИАМТе соревнованиям особенно пристальное внимание и постоянно отмечают высокий уровень их организации. Не стал исключением и нынешний автокросс.

Между тем организаторы уже заняты подготовкой следующих соревнований — этапа чемпионата Европы, который пройдет здесь летом 2000 г.

Массовый автомобильный спорт, причем на качественно новом уровне, начинает возрождаться в столице. Так, в 2000 г. впервые проводится многоэтапный кубок Москвы по массовым дисциплинам автоспорта, который включает семь разнообразных соревнований: слалом, "ледовая гонка", ралли, "горная гонка" и др. Организатор соревнований — молодежно-подростковый спортивно-технический центр "Ралли-Спорт" при поддержке Федерации автомобильного спорта и туризма России (ФАСТР) и Автомобильной федерации Москвы (АФМ).

Очередным, третьим этапом, например, стала ледовая гонка в парке Нагатинская пойма, в которой приняли участие 32 экипажа (по два или одному чел.) на автомобилях ВАЗ, "Лянча", "Мицубиси", "Москвич", ЗАЗ, "Фольксваген". Большинство спортсменов выступали на стандартных автомобилях (в абсолютном и юношеском зачетах); отдельно были предусмотрены зачеты для инвалидов, а также гонщиков, выступавших на специально подготовленных автомобилях. Соревнования представляли собой отдельный спецучасток ралли протяженностью 1,7 км. Дорожное покрытие трассы — снег и лед. Победителями в перечисленных зачетах стали О. Шишков, А. Юсинов, И. Воробьев и В. Вахлаков.

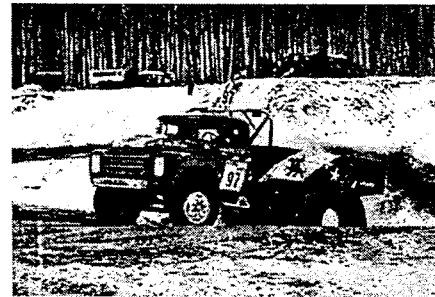


Одним из наиболее интересных этапов чемпионата обещает стать ралли "Огни Москвы", традиционно проводимое по дорогам Подмосковья осенью. Кстати, "любительский" зачет в этих соревнованиях — тоже традиция, сложившаяся в последние шесть лет.

В ближайшее время центр "Ралли-Спорт", участвующий в реализации программы правительства Москвы по молодежной политике и активно сотрудничающий с администрацией муниципального района "Нагатинский затон", планирует построить в Нагатинской пойме специальную трассу, которую можно будет использовать для проведения различных соревнований в любое время года.

На трассе 21 НИИИ (АТ) МО РФ в Бронницах состоялись очередные соревнования по автокроссу на автомобилях ЗИЛ на приз имени И. А. Лихачева. Примечательно, что на сей раз, впервые в истории данных соревнований, в них приняли участие три автомобиля, радикально отличавшиеся от "классического" ЗИЛ-130. Это автомобиль Уральского моторного завода с дизелем ЗИЛ-550, бензиновый автомобиль с кабиной и оперением от "Бычка", а также сам малотоннажный ЗИЛ-5301 "Бычок", на котором Д. Быков завоевал приз зрительских симпатий.

В личном зачете "профессионалов" первое и третье места заняли спортсмены первой команды АМО "ЗИЛ" С. Сафонов



и И. Скиба, второе — представитель 21 НИИИ А. Жохов. В командном зачете: на первом месте — первая команда АМО "ЗИЛ", на втором — команда 21 НИИИ, на третьем — вторая команда АМО "ЗИЛ", состоящая из спортсменов, выступавших до сих пор в "любительском" зачете. Таким образом, переходящий кубок с изображением И. А. Лихачева в третий раз подряд оказался в руках команды в составе С. Сафонова, И. Скибы и Ю. Кулябина и, следовательно, обрел постоянного хозяина. К следующим соревнованиям организаторам предстоит изготовить новый.

Среди "любителей" (работников подразделений ЗИЛА) в личном зачете победил С. Иванкин, вторым стал Р. Ларионов, третьим — М. Исаев; в командном зачете лучший результат показала команда автосборочного корпуса, на втором месте — команда УКЭР, на третьем — автотранспортного корпуса.

Специальный зачет был предусмотрен в этот раз для представителей филиалов АМО "ЗИЛ". Здесь первым стал Ю. Дыхалкин (Мценский завод алюминиевого литья), вторым — П. Афонин (Ярцевский завод двигателей), третьим — А. Чернышов (Рязанский завод автомобильных агрегатов).

Жизнь идет вперед. На смену ЗИЛ-130 пришли новые модели. Меняется и кросс на приз имени И. А. Лихачева. Вероятно, в скором времени придется устраивать отдельный зачет для спортсменов, выступающих на "Бычках", а может быть, и на автомобилях колесной формулы 4×4. Ничто не мешает организовывать и соревнования для водителей зилевских автобусов — забытое в последнее время скоростное маневрирование. Все это, безусловно, будет подогревать интерес к марке "ЗИЛ" и станет лучшей рекламой продукции АМО.





УДК 629.114.2

## Тягачи МАЗ-МАН

Я. Е. КАРПОВСКИЙ

Первый автомобиль-тягач (см. рисунок) совместно-го белорусско-германского предприятия "МАЗ-МАН" был собран в апреле 1998 г. Спустя полгода, в октябре, сборочная линия начала работать в полную силу. И теперь все чаще на дорогах России, Белоруссии и Украины можно встретить автопоезда МАЗ-МАН-543268 с непривычной еще для многих эмблемой зубра и начертанным над ней названием белорусско-германского СП.

Полная масса тягача с полуприцепом — 18 т, его колесная формула — 4 × 2, распределение массы по осям — 11,5 т (задняя) и 7,1 т (передняя). Предназначен для работы в составе автопоезда полной массой до 44 т. Его двигатель, кабина, элементы электрооборудования и пневматические подвески поставляются концерном МАН, рама и мосты — изделия МАЗа. Другие узлы и детали делают российские и белорусские предприятия, причем общий объем узлов и деталей, изготавливаемых белорусскими производителями, составляет ~40 %. Но все они, как и поставляемые российскими предприятиями, адаптированы к требованиям концерна МАН и перед подачей на сборку обязательно проходят строжайший контроль.

Тяжелые седельные тягачи, производимые СП "МАЗ-МАН", соответствуют современным техническим стандартам, прежде всего нормам ЕЭК ООН по экологии и шумности. Более того, они отвечают требованиям SGL ("особенно зеленый грузовик").

Главную роль в обеспечении таких высоких качеств играет шестицилиндровый рядный дизель МАН D

2866 LF 20 мощностью 294 кВт (400 л. с.), который соответствует требованиям "Евро-2" и отличается не только малотоксичностью отработавших газов и малым шумом, но и высокими надежностью и ресурсом до 1 млн. км пробега, запасом крутящего момента в большом диапазоне частот вращения коленчатого вала, современной системой турбонаддува, системой, облегчающей холодный пуск, и низким, особенно при частичных нагрузках, удельным расходом топлива.

Дизель, в частности, оборудован высокоэффективным глушителем, антифонным масляным поддоном картера, частично закрытым кожухом из многослойного материала. Все это совместно со смонтированными на раме антиакустическими деталями (прокладки, сайлент-блоки и т. д.) обеспечивает автомобилям МАЗ-МАН соответствие даже наиболее жестким австрийским нормам ("тихий грузовик").

В трансмиссию тягача входят однодисковое сухое сцепление MFZ 430 и 18-ступенчатая (16 передач для движения вперед, две — заднего хода) синхронизированная коробка передач фирмы "Цанрадфабрик". Есть на нем устройство регулирования скорости (темпомат), противобуксовочная (ПБС) и антиблокировочная (АБС) системы.

Рулевое управление — с гидравлическим усилителем МАЗ-64221. Рулевое колесо МАН — с изменяемым по высоте (на 45 мм) и наклону (10°) положением.

Рама и мосты — МАЗовские. Рама — клепаная из лонжеронов U-образного профиля, изготовленных из высокопрочной мелкозернистой стали. Задний мост — с планетарной колесной передачей и блокировкой межколесного дифференциала. Передняя ось — изогнутая балка, соединение ее с цапфой переднего колеса — шкворневое, на подшипниках качения.

Передняя подвеска — на полуэллиптических малолистовых рессорах, телескопических амортизаторах и стабилизаторе поперечной устойчивости, задняя — на пневматической подвеске с электронным регулированием (система ECAS).

У автомобиля, как обычно, три тормозные системы — рабочая, запасная и стояночная, их пневмоаппараты — фирмы "Вабко". Серийное исполнение — с двухпроводным присоединением тормозов полуприцепа.

Топливная система — с электронным управлением подачей топлива (ЕДС). Она имеет топливный бак емкостью 500 л, обогреваемые основной и дополнительный (фильтр-водоотделитель "Сепар-2000") фильтры.

Колеса — дисковые фирмы "Кронпринц", размерностью 22,5 × 9,00. Шины — бескамерные фирмы "Континенталь", размерности 315/80R22,5. По желанию заказчика могут устанавливаться колеса и шины иных размеров — соответственно 20,00 × 8,5 и 11.00R20 или 1200R20.



Ширина кабины — 2440 или 2280 мм. В обоих вариантах — по два спальных места, с койками, откидывающимися вверх; сиденья водителя и пассажиров — на пневмоподвеске фирмы "Исрунгхаузен", с трехточечными ремнями безопасности. На стоянке отапливается с помощью установки "Эберспахер". Зеркало заднего вида — с обогревом, его положение регулируется электроприводом.

Коррозионную защиту кабины обеспечивают панели, которые выполнены из листовой стали, оцинкованной горячим способом; катодная покраска; покрытие скрытых поверхностей антикоррозионными средствами. Итог — гарантия на 54 месяца.

Кабина опрокидывается на угол до 60°, обеспечивая свободный доступ к двигателю. (Делается это с помощью гидравлического насоса с ручным приводом.) Она снабжена аэродинамическим спойлером.

В состав светотехнического оборудования автомобиля МАЗ-МАН входят сдвоенные фары головного света, дополнительные и противотуманные фары, передние, задние и боковые габаритные фонари. Стеклоподъемники — электрические. Предусмотрен тахоспидограф. По желанию заказчика могут устанавливаться кабина с высокой крышей, кондиционер с автоматической регулировкой температуры, привод подъема первой оси полуприцепа, седельно-сцепное устройство, обеспечивающее высоту сцепления 1150 мм от уровня дороги, и др.

Седельный тягач МАЗ-МАН-543268 относится к разработанному концерном МАН классу машин F 2000, автомобили которого вышли победителями в конкурсе на лучший европейский грузовик 1995 г. По своим динамическим показателям, экономическим характеристикам, условиям работы водителя, соответствию требованиям безопасности и экологичности он находится на уровне лучших мировых аналогов. И обеспечивается это не только самой его конструкцией, но и строжайшим соблюдением технологии изготовления, в основу которой положен принцип крупноузловой сборки. Специалисты концерна МАН, работающие на совместном предприятии, осуществляют

полный и строгий контроль за технологией и качеством, причем не только сборки, но и всех комплектующих.

ЗАО СП "МАЗ-МАН" организовали немецкий концерн "МАН Нутцфарцойге АГ", белорусские государственное предприятие "Минский автомобильный завод" и ЗАО "Лада-ОМС Холдинг". В соответствии с вкладом каждого в уставной фонд (а он составляет около 7 млн. амер. долл.) определены объемы принадлежащих каждому акций — 51, 39 и 10 %. В качестве своего вклада в основной фонд МАЗ, к примеру, предоставил производственные площади, а немецкая сторона инвестировала в производство 2,8 млн. амер. долл.

Сегодня объемы производства на СП "МАЗ-МАН" определяются потребностями в его технике. А интерес к ней, прежде всего транспортников, занятых международными перевозками, растет. Способствует этому и то, что, в отличие от подавляющего большинства европейских поставщиков седельных тягачей для международных перевозок в страны СНГ, СП "МАЗ-МАН" удалось сохранить продажу своей техники на условиях лизинга, когда автомобиль продается заказчику всего за 15—30 % его стоимости, а выплата остальных сумм осуществляется в течение двух-четырех лет. Магистральные тягачи МАЗ-МАН уже приобрели ряд транспортных предприятий России и Белоруссии. Сбыт продукции — через собственное сбытовое предприятие "МАЗ-МАН Трак Трейдинг", которое работает с дилерами России, Белоруссии и Украины.

Численность работающих в СП — 103 человека, из них рабочих-сборщиков — 62. В 1999—2000 хозяйственном году (начался 1 июля 1999 г.) они намерены изготовить 120 автомобилей. Годом позже, при условии оживления ситуации на рынке, производство их предполагается довести до 500 ед. Причем наряду с двухосными тягачами намечено освоить и выпуск трехосных.

Учредители первого и пока единственного в Белоруссии совместного с иностранным участником предприятия по производству грузовых автомобилей намерены развивать его и дальше. В частности, запустить линию по изготовлению кабин, расширить сбытовую и сервисную сети.

УДК 629.621.437

## НОВАЯ СИЛОВАЯ УСТАНОВКА

Канд. техн. наук Е. П. ИВАНОВ

21 НИИИ (АТ) МО РФ

Предлагаемая вниманию читателей силовая установка (СУ) состоит (рис. 1, а) из двигателя (рис. 1, б), компрессора для его наддува и приводного механизма (рис. 1, в).

В цилиндрической полости корпуса 1 двигателя на двух ступицах 2 установлены четыре лопастных поршня. При этом корпус и ступицы образуют кольцевой цилиндр, разделяемый поршнями на четыре рабочие камеры. Цилиндропоршневая часть компрессора имеет такую же конструкцию.

В корпусе двигателя располагаются также топливные форсунки, свечи зажигания, впускные и выпускные клапаны; в корпусе компрессора — обратные клапаны и воздушная заслонка, с помощью которой регулируется коэффициент избытка воздуха при работе двигателя на бензине. Кроме того, в корпусах и поршнях того и другого предусмотрены полости для прохода охлаждающей жидкости и каналы для масла.

Уплотнение лопастных поршней и их ступиц — пластинами и кольцами с пружинными расширителями и безззорными скользящими стыками.

Приводный механизм включает внешний (3) и внутренний (4) валы, напрямую соединяющие ступицы двигателя со ступицами компрессора, два расположенных на валах рычага 5, два шатуна 6 и коленчатый вал 7.

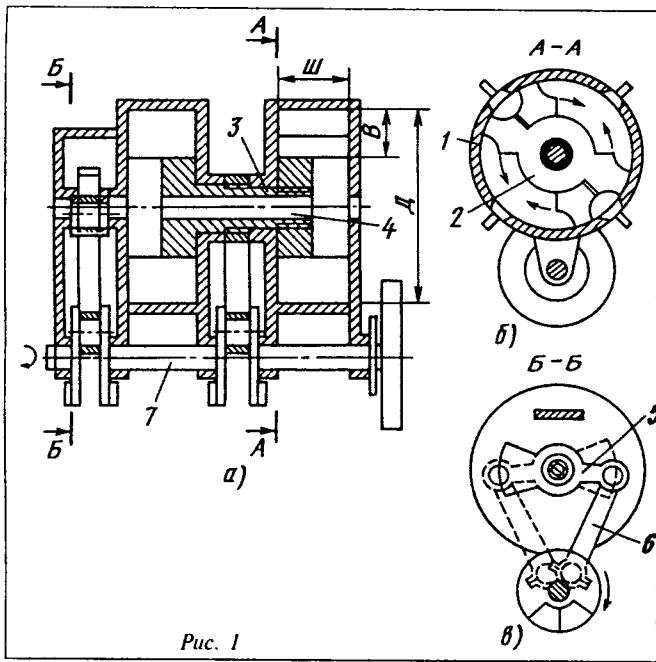


Рис. 1

Рычаги и коленчатый вал имеют противовесы, а вал, кроме того, — маховик, шестерню привода клапанов и топливного, масляного и водяного насосов. Приводный механизм при работе двигателя обеспечивает противоположное качание лопастных поршней и передачу от них мощности на коленчатый вал и к поршням компрессора.

Двигатель, как и обычный ДВС, четырехтактный. Такты обеспечиваются противоположным качанием лопастных поршней. Полный цикл — за каждые два оборота коленчатого вала. То есть рабочий ход проходит через каждые 0,5 оборота коленчатого вала.

Двигатель может работать как на бензине, так и на дизельном топливе. В первом случае наддув низкий (давление воздуха до 0,15 МПа, или 1,5 кгс/см<sup>2</sup>), во втором — средний (давление 0,15–0,2 МПа, или 1,5–2,0 кгс/см<sup>2</sup>) либо высокий (более 0,2 МПа, или 2 кгс/см<sup>2</sup>). Наддув — с промежуточным охлаждением воздуха (каналы и коллектор ребрены и обдуваются наружным воздухом). Он обеспечивает интенсивную продувку рабочих камер во время открытия обоих клапанов в конце такта выпуска, тем самым полностью освобождая камеру от отработавших газов. При работе на бензине воздух подается через форсунки, что исключает продувку топливовоздушной смесью.

Полученные расчетом зависимости между номинальной мощностью ( $N_p$ ) двигателя, диаметром ( $D$ ) его кольцевого цилиндра, его рабочим объемом ( $V$ ) и частотой вращения коленчатого вала ( $n_d$ ) приведены на рис. 2, а значения его показателей и (для сравнения) показателей поршневых двигателей при одинаковых номинальных мощностях — в таблице. При этом случае работы двигателя на бензине, наддуве 0,15 МПа (1,5 кгс/см<sup>2</sup>), среднем эффективном давлении 1 МПа, или 10 кгс/см<sup>2</sup>, средней скорости поршней 10 м/с, отношению высоты поршня к диаметру кольцевого цилиндра 1:4 и ширины поршня к его

высоте 1,5 : 1, соответствуют кривые 1; случаю работы двигателя на дизельном топливе, наддуве 0,2 МПа (2 кгс/см<sup>2</sup>), среднем эффективном давлении 1,4 МПа (14 кгс/см<sup>2</sup>) отношению высоты поршня к диаметру кольцевого цилиндра 1:3, ширины поршня к его высоте 1,5 : 1, средней скорости поршней 8 м/с соответствуют кривые 2; тем же условиям, но при средней скорости поршней 10 м/с — кривые 3.

Как видно из рисунка и таблицы, рассматриваемая силовая установка имеет, по сравнению с обычными поршневыми двигателями, явные преимущества. Она малогабаритна, проще по конструкции, а также в изготовлении (имеет меньше деталей и поверхностей точной обработки), ее удельный (на единицу мощности) габаритный объем и масса существенно (по расчетам — на порядок) меньше.

Нельзя не отметить и такие достоинства силовой установки, как меньшие, чем у поршневых двигателей, нагрузки на детали и площади трения, следовательно, меньшие износы и большие надежность, срок службы и КПД. Ее двигатель можно быстрее подогреть перед пуском и пустить при низких температурах воздуха. Чрезвычайно важно то, что ее можно сделать очень мощной: поскольку поршни — с двухсторонним действием, то четыре таких поршня равноценны восьми поршням в обычных ДВС. Кроме того, движение поршней в рабочих камерах — противоположное, их ход невелик, поэтому можно увеличить частоту тактов, т. е. частоту вращения коленчатого вала, не увеличив при этом среднюю скорость поршней.

На базе рассмотренной силовой установки (пат. № 2099557, РФ) возможны ее варианты.

Вариант первый — с четырехтактным двигателем — имеет две схемы. При первой из них воздух из атмосферы засасывается компрессором, сжимается и подается в камеры сгорания — к поршням, совершающим такт впуска. При второй воздух засасывается и сжимается двигателем и компрессором. Из компрессора поступает в камеру только в конце такта сжатия. (Эта схема позволяет уменьшить размеры компрессора.)

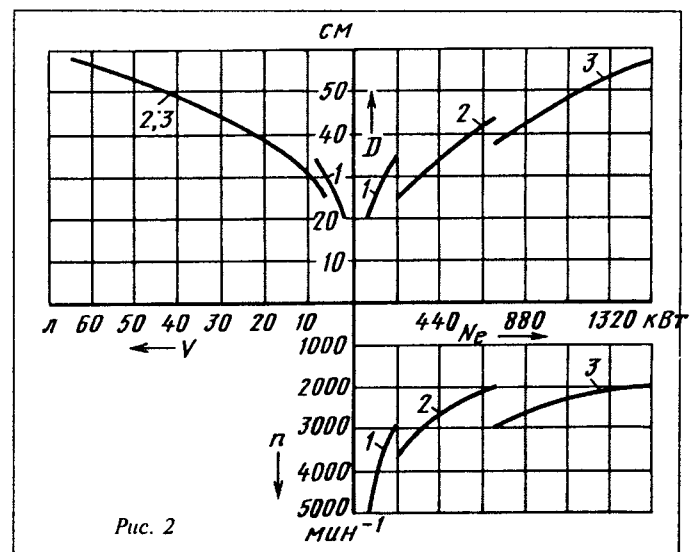


Рис. 2

Двигатель и силовая установка	Номинальная мощность, кВт (л. с.)	Число поршней	Рабочий объем, л	Площадь поршня, см <sup>2</sup>	Частота вращения вала, мин <sup>-1</sup>	Среднее эффективное давление, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	Средняя скорость движения поршней, м/с	Ход поршня, см	Суммарный ход поршней, см	Суммарный периметр уплотнений, см	Диаметр кольцевого цилиндра, высота и ширина поршня, см
ЗИЛ-375	132 (180)	8	6,96	91,5	3200	0,72 (7,2)	10,13	9,5	76	271,3	—
СУ-1	132 (180)	4	4,25	67,47	3802	1,0 (10)	10	7,9	31,6	240,1	26,8; 6,7; 10,5
ЯМЗ-240	265 (360)	12	22,29	132,6	2100	0,692 (6,92)	9,8	14	168	489,8	—
СУ-11	265 (360)	4	6,75	120	3416	1,4 (14)	8	7,01	28,4	236,4	26,8; 8,93; 13,39
Д-12-525	386 (525)	12	38,15	176,6	2000	0,619 (6,19)	12	18	216	565	—
СУ-111	386 (525)	4	11,86	174,9	2860	1,4 (14)	8	8,37	33,49	282	32,4; 10,8; 16,2

Второй вариант — с двухтактным двигателем. При нем тоже могут быть две схемы. При первой из них такты сжатия воздуха и рабочего хода выполняют лопастные поршни, а вместо тактов выпуска отработавших газов и выпуска воздуха используется прямоточная продувка рабочих камер через впускные и выпускные окна воздухом, подаваемым из компрессора; при второй — такты рабочего хода и выпуска отработавших газов осуществляют лопастные поршни двигателя, а такты всасывания и сжатия воздуха — лопастные поршни компрессора. Затем сжатый воздух от компрессора поступает в воздушный коллектор двигателя и через открываемые впускные клапаны идет в камеры сгорания перед рабочим ходом лопастных поршней. При этом ход поршней может быть увеличен за счет их входа в камеры сгорания. Очевидно, что первая из схем упрощает конструкцию двигателя, так как при ней нет клапанов и их привода, но обеспечить наддув здесь трудно. При второй схеме клапаны сохраняются, но упрощается организация наддува, следовательно, можно либо уменьшить рабочий объем двигателя при той же его мощности, либо увеличить его мощность при том же рабочем объеме.

Вариант третий — с увеличенным вдвое (с четырех до восьми) числом лопастных поршней в двигателе и компрессоре, благодаря чему уменьшается вдвое ход поршней, что при сохранении прежней их скорости позволяет удвоить частоту их качания, а следовательно, удвоить и мощность двигателя. Более того, мощность при восьми поршнях можно увеличить и в 8 раз, если сохранить их ход как при четырех поршнях, но в 8 раз увеличить объем рабочих камер. Габаритные размеры двигателя и установки в целом при этом увеличиваются примерно вдвое, а протяженность уплотни-

телей поршней и их ступиц, площадь теплопотерь, приходящихся на единицу объема, уменьшаются, что повышает КПД установки. Так, подсчитано, что при восьми поршнях, частоте вращения коленчатого вала, равной 2000 мин<sup>-1</sup>, среднем эффективном давлении 14 МПа (140 кгс/см<sup>2</sup>) можно получить силовую установку мощностью 12 тыс. кВт (16,3 тыс. л. с.). Диаметр кольцевого цилиндра двигателя будет равен 114 см, его ширина — 57 см.

Вариант четвертый — установки разной мощности, предназначенные для использования в качестве компрессоров (например, для снабжения сжатым воздухом пневматического оборудования и инструмента) или агрегата регулируемого наддува двигателей, например, двигателя с четырьмя или восемью лопастными поршнями, но с четырьмя шатунами (пат. № 2080453, РФ).

Вариант пятый — комбинация рассмотренной установки с газовой и паровой турбинами. Выигрыш — повышение мощности и КПД. Причем он особенно велик, если используется наддувный вариант двигателя, поскольку при нем тепловые потоки в системы охлаждения и выпуска отработавших газов, а также кинетическая энергия газов значительно больше.

Таким образом, силовые установки, о которых шла речь выше, безусловно, перспективны. Они позволяют улучшить энерговооруженность существующих и перспективных транспортных и стационарных средств, способствуют созданию новых их типов. Значит, заслуживают дальнейшей работы над ними. В том числе проведения НИОКР, испытаний опытных и промышленных образцов.

УДК 629.11.012.5

## РАДИАЛЬНЫЕ ШИНЫ ДЛЯ АВТОМОБИЛЕЙ УАЗ

А. Г. СИНГУР, Р. М. ГАЛИЕВ,  
А. Е. БАЛАНДИН

УАЗ

До начала 1990-х годов Ульяновский автозавод разрабатывал и выпускал в основном автомобили по

техническим требованиям Министерства обороны СССР, а автомобили с небольшими изменениями конструкции, предназначенные для народного хозяйства и, в варианте исполнения, для экспорта, составляли в общем выпуске не более 15 %. Естественно, их оснащали теми шинами, которые соответствовали требованиям основного заказчика. Это были диагональная шина

мод. Я-192 повышенной проходимости и ее адаптированный к движению по асфальту вариант Я-245 с универсальным протектором. Тем не менее нельзя сказать, что разработчики автомобилей УАЗ не занимались поисковыми работами в данной области. Такие работы, разумеется, велись. Например, в 1982 г., когда создавалась новая модель автомобиля, УАЗ провел полнообъем-

Модель шины	Пробег до появления дефекта, тыс. км	Дефект
ЯИ-357, Я-409	15—20	Начало отслоения протектора; глубокие трещины на подканавочном слое протектора у основания наружных выступов
К-151, К-152	20—30	Радиальные трещины внутри (по стыку первого слоя каркаса)
М-221	15—25	Диагональные и радиальные трещины на стыке протектора и боковины
И-502	20—30	То же
Бр-101	40—50	Глубокие окружные трещины в нижней части боковой стенки на стыке с бортом

ные испытания нескольких моделей радиальных шин фирмы "Мишлен". В их ходе было доказано, что радиальные шины улучшают многие показатели и серийных, и опытного автомобилей. Поэтому завод сделал свои первые заказы на разработку отечественных шин радиальной конструкции.

Спустя пять лет опытную партию таких шин изготовил НИИШП, а несколько позже — Ярославский шинный завод. Начались связанные с их внедрением опытно-конструкторские работы. Но вели их, к сожалению, в спешке, поскольку была поставлена задача: для успеха на рынке с такого-то числа в сбыте должны быть автомобили на радиальных шинах. В связи с этим многие решения пришлось принимать без достаточной проработки и теоретического осмысления проблемы. В итоге получилось следующее.

Применение радиальных шин снизило расход топлива на 5—10 %, несколько улучшило плавность хода автомобилей, повысило их тяговые свойства практически на дорогах всех видов. И, что особенно важно для потребителя, ходимость этих шин в условиях эксплуатации по дорогам с улучшенным покрытием оказалась значительно выше ходимости шин диагональных. Так, если максимальный пробег шин мод.

Я-245 составляет в среднем 70 тыс. км, то пробы радиальных — не менее 100—120 тыс.

Стараясь во что бы то ни стало сохранить основное традиционное преимущество автомобиля УАЗ, его высокую проходимость, в большой степени определяемой клиренсом, автозавод, заказывая радиальные шины, потребовал: они должны иметь одинаковый с диагональными шинами радиус качения (371 мм). Однако затем, с целью повысить курсовую устойчивость, решили использовать 16-дюймовые колеса (вместо 15-дюймовых), а радиус качения шин уменьшили до 359 мм, что соответствует 75 %-у соотношению высоты шины к ее ширине.

Таковы проблемы конструкции. Но есть еще и технология. Именно по ее вине в течение первых лет работы все опытные радиальные шины не выдерживали испытаний, уже после 15—20 тыс. км пробега проявляя такие дефекты, как трещины боковин, отслоение протектора и др.

Изготовители и разработчики радиальных шин меняли их конструкцию, используемые материалы. Благодаря этому ходимость новых вариантов шин постоянно увеличивалась, однако до конца избавиться от дефектов пока так и не удалось. Не получается это и у многих других шинных заводов (московский, ки-

ровский, барнаульский), которые начали изготавливать радиальные шины для автомобилей УАЗ. Их шины, так же как и шины НИИШПа и ЯШЗ, обладают, в общем, неплохими эксплуатационными характеристиками, долговечность же по-прежнему остается низкой, что хорошо видно из таблицы.

Но не все дефекты имеют браковочный характер. Поэтому некоторые из перечисленных в таблице моделей шин все-таки используются для комплектации автомобилей УАЗ.

Возникает естественный вопрос: в чем причины неудач? Их, видимо, много. На одной из них нельзя не остановиться.

УАЗ совместно с НИИИ-21 МО РФ, применив тепловизионный измерительный комплекс АГА782, провел сравнительные испытания нескольких моделей радиальных шин отечественного и зарубежного производства. В их ходе установлено: теплонапряженность первых значительно выше, чем вторых. Отсюда и более низкая ходимость. Значит, нужно искать и устранять первопричины этой теплонапряженности.

Следует отметить, что новые (повышенные) требования к автомобилю в отношении его безопасности и шумности ставят перед специалистами-шинниками более серьезные задачи по развитию конструкции шин. Надо добиваться, чтобы радиальные шины улучшали "шумовые" качества автомобиля, обладали высоким стабилизирующим (возвращающим) моментом. Хороший пример последнего — шины фирмы "Мишлен": они на 8—10 % увеличивают, по сравнению с шинами К-153, скорость самовозврата рулевого колеса автомобиля, хотя обе модели имеют одинаковые размерные параметры.

## ВНИМАНИЕ!

30 мая 2000 г. в МГТУ "МАМИ" состоится учредительная конференция  
"Ассоциации производителей и потребителей колес и шин"

Справки по тел.: (095) 369-91-84.

# АЭРОДИНАМИКА АВТОМОБИЛЬНОГО РАДИАТОРА<sup>1</sup>

Канд. техн. наук А. П. ПЕТРОВ, Е. А. ЕМЕЛЬЯНОВ

Курганский государственный университет

То, что скорость охлаждающего воздуха по фронтальной поверхности радиатора распределяется неравномерно, давно и хорошо известно. Как и то, что радиатор, обдуваемый неравномерным потоком, рассеивает меньшее количество теплоты, чем в случае, когда через него протекает равномерный поток.

Но есть и еще одно последствие неравномерности распределения скорости на фронтальной поверхности радиатора. Это увеличение аэродинамического сопротивления последнего. Дело в том, что аэродинамическая характеристика радиатора, т. е. зависимость коэффициента его аэродинамического сопротивления  $\zeta$  от скорости потока, нелинейна (рис. 1). Причем особенно круто она изменяется в области небольших скоростей. Поэтому на радиаторе и возникают зоны с разным аэродинамическим сопротивлением.

Расчетные исследования показывают, что степень  $K$  увеличения аэродинамического сопротивления радиатора зависит (рис. 2) не только от неравномерности (среднеквадратического отклонения  $\sigma$ ) скорости воздуха на его фронтальной поверхности, но и среднего ( $V_0$ ) значения скорости. Подтверждают это и эксперименты (рис. 3): при отсутствии вентилятора и направляющего кожуха падение  $\Delta P$  давления на радиаторе при постоянном расходе воздуха с ростом неравномерности воздушного потока заметно увеличивается.

Вывод очевиден: высокая неравномерность потока воздуха по фронту радиатора, установленного на автомобиле, неизбежно ведет к увеличению его аэродинамического сопротивления, а значит, к снижению расхода воздуха через него. Поскольку доля радиатора в сопротивлении всего воздушного тракта на современном легковом автомобиле составляет 70 %.

Не допустить или снизить потери в расходе воздуха можно за счет увеличения производительности венти-

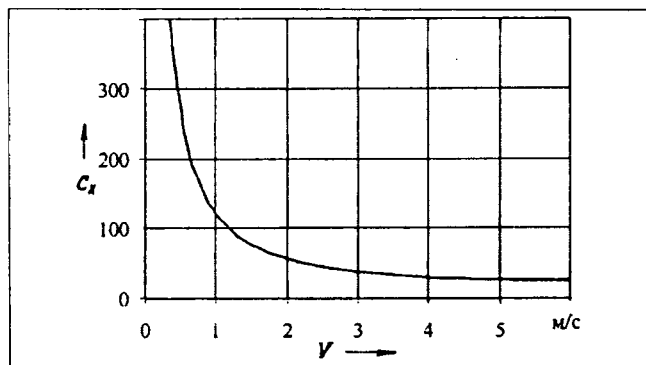
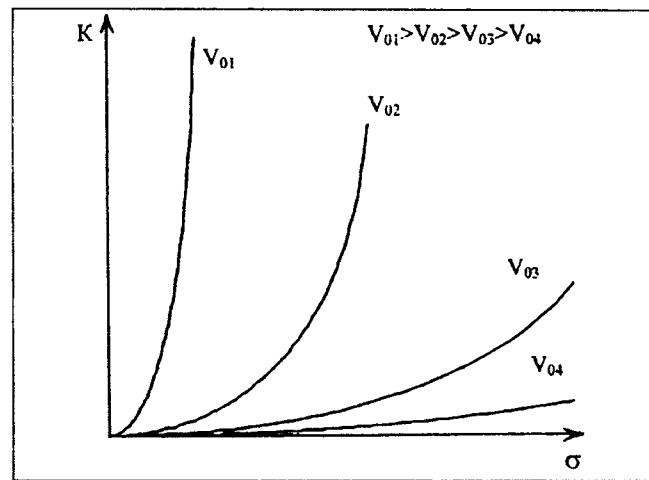


Рис. 1. Аэродинамическая характеристика радиатора

<sup>1</sup>Работа выполнена при поддержке Министерства общего и профессионального образования (грант № 27Г, 1998 г., по фундаментальным исследованиям в области транспортных наук).

Рис. 2. Зависимость коэффициента  $K$  изменения аэродинамического сопротивления радиатора от среднеквадратического отклонения  $\sigma$  скорости воздуха на его фронтальной поверхности

лятора с постоянным приводом или времени работы вентилятора с электроприводом.

В ходе исследований была установлена также связь между неравномерностью распределения потока воздуха по фронтальной поверхности радиатора и скоростью движения автомобиля. В частности, доказано, что при скорости менее 80 км/ч неравномерность потока влияет на аэродинамическое сопротивление радиатора довольно сильно, а затем — все меньше и меньше. Причины тому три. Во-первых, как сказано выше, чем меньше средняя скорость воздуха, тем больше это сопротивление увеличивается. Во-вторых, чем меньше скорость автомобиля, тем больше неравномерность потока. В-третьих, общее аэродинамическое сопротивление пропорционально квадрату скорости, поэтому после 80 км/ч данный фактор начинает играть большую, чем неравномерность потока, роль.

Это хорошо видно из рис. 4, на котором приведены данные по дорожным испытаниям автомобиля ВАЗ-2108 при снятых вентиляторе и кожухе. При уменьшении скорости автомобиля средняя скорость воздуха, протекающего через радиатор, снижается, а коэффициент  $\nu$  неравномерности воздушного потока (коэффициент вариации), наоборот, заметно увеличивается. При ус-

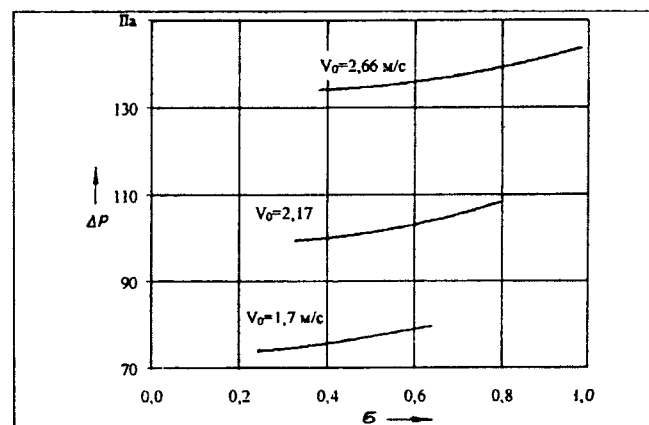


Рис. 3. Зависимость падения давления на радиаторе от неравномерности поля скоростей на его фронтальной поверхности

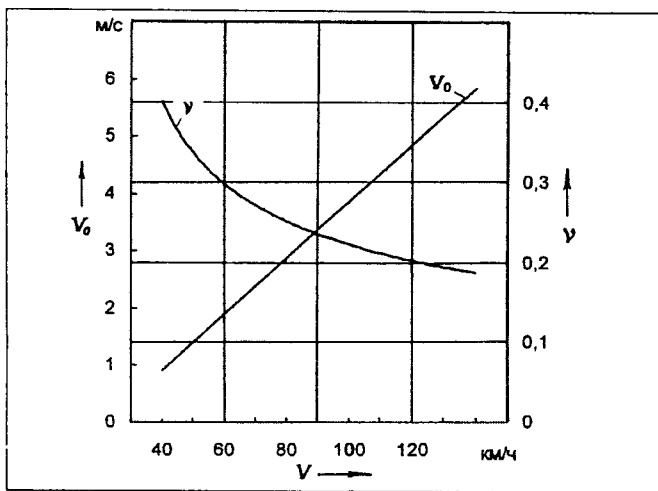


Рис. 4. Зависимость средней скорости воздуха и коэффициента неравномерности скоростей на входе в радиатор от скорости движения автомобиля

тановленных же вентиляторе и кожухе неравномерность потока еще значительнее. Неравномерность обусловлена, главным образом, относительно небольшими размерами воздухозаборных отверстий в передней части кузова и асимметричным их расположением. Радиатор, конечно, выравнивает поток. Но стоящие за ним вентилятор и кожух снова его искажают, особенно если вентилятор выключен.

Данный вывод иллюстрирует рис. 5, где изображена эпюра поля разностей скоростей ( $\Delta V$ ) реальных скоростей потока по фронтальной поверхности радиатора и скоростей набегающего равномерного потока в двух случаях — при отсутствии и наличии кожуха и вентилятора. (На этом рисунке  $l$  — ширина радиатора,  $h$  — его высота.) По эпюре легко устанавливается, что ступица вентилятора тормозит поток воздуха сильнее (нижняя точка), чем кожух. Причина понятна: ступица имеет значительные размеры и располагается очень близко к поверхности радиатора, а кожух захватывает лишь 80 %

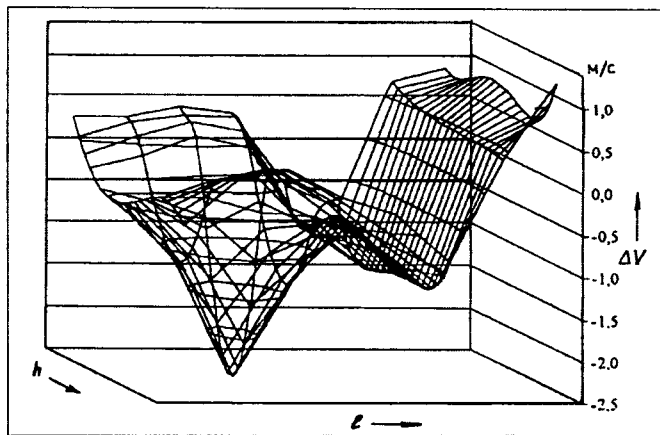


Рис. 5. Эпюра поля разностей скоростей при снятых и установленных вентиляторе и кожухе

этой поверхности, поэтому на участке, не закрытом кожухом, поток ускоряется (самая правая часть эпюры).

Оценивая в целом, можно сказать: неработающий вентилятор с кожухом, по сравнению со случаем, когда вентилятора и кожуха нет, увеличивается потерю давления потока на ~30 %. Причем если подсчитать, то оказывается, что это больше, чем сумма потерь давления на отдельно взятых радиаторе, вентиляторе и кожухе.

Это не абсурд. Все дело в том, что кожух и вентилятор создают неравномерный поток, приводящий к увеличению сопротивления самого радиатора.

Вывод. Во-первых, распространенные сейчас на легковых автомобилях электровентиляторы полезны лишь для тех режимов движения автомобиля, когда набегающего потока для охлаждения двигателя недостаточно. В остальных же случаях они, наоборот, мешают движению этого потока, хотя должны бы способствовать его максимальному использованию. Во-вторых, хорошая организация набегающего потока в предрадиаторной камере — одно из условий рационального использования его энергии.

*Публикуемую ниже статью подготовил В. П. ХОРТОВ — один из тех, кто в свое время предложил использовать конденсаторы (емкостные накопители) электроэнергии в системах пуска ДВС, а также разработывал схемы таких систем (см., например, "АП", 1986, № 6 и 12). Но уже тогда он склонялся к мысли, что низковольтные конденсаторные системы пуска — решение промежуточное (см. "АП", 1993, № 6). Сейчас же, по мнению редакции, он достаточно убедительно доказывает то, что вынесено в заголовок статьи. И эта точка зрения, как нам кажется, должна заинтересовать и производителей, и потребителей автомобильной техники.*

УДК 629.621.62-57

## БУДУЩЕЕ — ЗА ВЫСОКОВОЛЬТНЫМИ СИСТЕМАМИ ПУСКА ДВС

В. П. ХОРТОВ  
МГТУ "МАМИ"

Низковольтные конденсаторные системы пуска ДВС пока, как известно, в массовое и даже серийное производство не пошли. И это, по-

жалуй, хорошо. Дело в том, что за 16 лет, прошедших с момента изобретения конденсаторной системы пуска, были проведены сотни экспери-

ментов и решены десятки связанных с нею теоретических задач. Результаты того и другого позволяют сделать выводы, полезные при принятии решения о промышленном использовании конденсаторных систем пуска. Главный из них состоит в том, что низковольтные системы перспективы не имеют. Наоборот, будущее — за высоковольтными системами: они экономичны, т. е. обеспечивают пуск ДВС при значи-



тельно меньших, чем низковольтные системы, затратах энергии, а значит, и массе конденсаторов.

Бесперспективность низковольтных систем даже при использовании молекулярных и иных высокоемкостных типов конденсаторов объясняется следующим.

Общеизвестно, что важнейший показатель аккумуляторных батарей, применяемых в системах пуска ДВС, — их внутреннее сопротивление: именно оно определяет максимальную мощность, которую можно получить от батареи.

Эта мощность равна отношению квадрата напряжения на зажимах аккумуляторной батареи к учетверенному ее внутреннему сопротивлению.

Хорошо известно и то, что при снижении температуры окружающей среды (следовательно, и электролита), а также при разряде батареи ее внутреннее сопротивление увеличивается, значит, мощность, отдаваемая ею в сеть, снижается. В то же время потребности ДВС в мощности при снижении температуры, наоборот, увеличиваются. Поэтому попытки внедрить конденсаторные системы пуска и были, по существу, попытками устранить данное противоречие. При этом считалось, что аккумуляторная батарея будет нужна только для заряда конденсаторов, и поскольку внутреннее сопротивление последних при прочих равных условиях значительно меньше сопротивления батареи, то мощность системы пуска должна заметно возрасти.

Для обычных импульсных конденсаторов так оно и есть. Однако у низковольтных молекулярных, на которые в дальнейшем из-за их высокой удельной энергоемкости и был сделан упор, это сопротивление оказалось примерно того же порядка, что и у аккумуляторов автомобильных стартерных батарей.

Иначе и не могло быть. Ведь устройство молекулярного конденсатора, в принципе, аналогично аккумуляторной батарее, только в нем энергия накапливается не за счет химической реакции, а в двойном электрическом слое, образованном поляризованным (угольным, например) электродом (электронный проводник) и электролитом (ионный проводник). Именно наличие электролита и не позволяет получить в молекулярном конденсаторе внутреннее сопротив-

ление меньшим, чем в аккумуляторных батареях.

Убедиться в этом позволяет таблица, в которой приведены проводимости различных электролитов. Так как и в аккумуляторных, и в молекулярных конденсаторах применяется один и тот же электролит (кислота или щелочь), то и характеристики этих двух накопителей (в частности, по внутреннему сопротивлению) в пересчете на единицу их массы оказываются одного порядка.

Но конденсатор в системе пуска — промежуточное, т. е. дополнительное, звено в цепи "аккумуляторная батарея—электростартер". Причем звено со своим внутренним сопротивлением.

В итоге получается, что при заряде конденсатора энергия аккумуляторной батареи тратится на ее внутреннем сопротивлении, а при его разряде (пуск двигателя) — еще и на его собственном сопротивлении. Другими словами, при наличии молекулярного накопителя непроизводительные с точки зрения пуска потери энергии аккумуляторной батареи практически удваиваются, а мощность, развиваемая стартером, остается той же.

Таким образом, конденсатор имеет смысл применять только в случае, если его внутреннее сопротивление значительно меньше сопротивления аккумуляторной батареи: его мощность, отдаваемая стартеру, будет больше в обратной пропорции.

Данный вывод вытекает, как видим, из простейших теоретических положений. На практике же дело обстоит еще хуже. Разработанные в последнее время молекулярные конденсаторы с неводными и полимерными электролитами обладают еще большими, чем у эксплуатируемых стартерных батарей, внутренними сопротивлениями. То есть они совершенно непригодны для применения в системах пуска автомобильных двигателей.

Но и это еще не все. Двойной электрический слой, открытый Гельмгольцем еще в 1887 г. и примененный в молекулярных конденсаторах с кислотными и щелочными электролитами, существует только при напряжениях, не превышающих 0,8 В. Следовательно, чтобы получить напряжение 12 В, необходимы как ми-

нимум 15 элементарных конденсаторов, соединенных последовательно. Это не только увеличивает внутреннее сопротивление батареи из них, но и создает огромные технологические трудности при производстве. Особенно если учесть, что для автомобильного парка мира в случае перехода на конденсаторные системы пуска их потребуется до 100 млн. в год по цене, не превышающей стоимость традиционной автомобильной аккумуляторной батареи. Стоимость же молекулярного конденсатора для пусковых систем сейчас на порядок выше.

Таково положение с самими конденсаторами. Но нельзя сбрасывать со счетов и то, что существование автомобильной бортовой сети напряжением 12 В уже давно ставится под сомнение. Например, в США и Японии созданы и работают комитеты по изучению вопроса о переходе бортовых систем транспортных автомобильных средств на повышенное напряжение; фирма БМВ, как сообщалось в печати, уже собирается не позднее 2001 г. выпустить автомобиль с повышенным напряжением в бортовой сети; многие ученые утверждают, что даже 60 В в бортовой сети — не предел. Однако что касается высоковольтных систем пуска, то здесь такого единого мнения нет. Видимо, с появлением молекулярных конденсаторов все надеялись, что их внедрение в системы пуска станет делом быстрым, не требующим какой-либо переделки бортовой сети автомобиля.

Неудачи с низковольтными системами все-таки заставят, по всей видимости, обратиться к системам высоковольтным. Потому что, как показали исследования, выполненные в лаборатории перспективных разработок МГТУ "МАМИ", масса высоковольтной конденсаторной батареи в 4 раза меньше массы батареи низковольтной. Причины тому следующие.

Во-первых, в высоковольтных батареях можно использовать обычные, т. е. массового выпуска, электролитические конденсаторы. Они — структуры однослойные, состоящие из алюминиевой фольги (электроды) и оксида алюминия (диэлектрик), рассчитанные на номинальное напряжение до 500 В. Это означает, что их внутреннее сопротивление

Электролит	Серная кислота	Соляная кислота	Азотная кислота	Едкий калий	Едкий натрий	Азотно-калиевая соль	Хлористый натрий
Проводимость электролита, МСм · м <sup>2</sup> · моль <sup>-1</sup>	8,58	4,26	4,21	2,71	2,47	1,45	1,26

при прочих равных условиях может быть в 500 раз меньше внутреннего сопротивления одной ячейки соответствующего по энергии или по массе молекулярного конденсатора. Поэтому мощность данного источника, если исходить из ее прямой пропорциональности квадрату напряжения и обратной пропорциональности учетверенному внутреннему сопротивлению, можно получить сколь угодно большой.

Во-вторых, хорошо известно, что КПД низковольтного электростартера не превышает 40 %. В случае же перевода на более высокое напряжение снижаются токи в его обмотках, а значит, и потери в них и подводных проводах, а также масса проводов, коллекторных пластин и щеток, давление последних на коллектор. Итог — рост КПД стартера, что тоже благоприятно сказывается на массе конденсаторной батареи.

Электролитические конденсаторы имеют еще одну особенность: чем выше их номинальное напряжение, тем больше удельная энергия. В связи с этим реализовать системы пуска с такими конденсаторами практически возможно, только начиная с напряжения 60—65 В, потому что при напряжении ниже 60 В масса батареи становится неприемлемой. И чем выше напряжение, тем масса меньше. Например, расчет, подтвержденный экспериментом, показал: при напряжении 300 В масса конденсаторной батареи для системы пуска двигателя автомобиля ВАЗ-2109 не превышает 5 кг. Предпусковой же заряд такой батареи можно осуществить от мотоциклетной батареи или даже от батарейки карманного фонаря. Причем повысить напряжение до тех же, скажем, 300 В можно с помощью небольших и недорогих преобразователей, поскольку работают они кратковременно.

Упрощает проблему и то обстоятельство, что в настоящее время в мире уже существуют более 200 заводов, специализирующихся на выпуске алюминиевых электролитиче-

ских конденсаторов, в то время как заводов по выпуску молекулярных низковольтных конденсаторов нет.

Наконец, об электростартерах. Организовывать выпуск высоковольтных электростартеров не нужно — проблема, в принципе, уже давно решена, только другими отраслями промышленности. Так, индустрия ручного электрифицированного инструмента сегодня выпускает высоковольтные электрические двигатели, причем в количествах, превышающих потребности автомобилестроения в несколько раз. Если же учесть, что электростартер будущего будет высоковольтной электрической машиной с возбуждением от постоянных магнитов и с встроенным редуктором, то его габаритные размеры и стоимость окажутся заметно более привлекательными, чем низковольтные электродвигатели.

К сказанному необходимо добавить следующее. Система высоковольтного конденсаторного пуска смущает многих потребителей и производителей именно наличием высокого напряжения. Но для опасений оснований нет. Ведь на заре развития транспортных средств бортовое напряжение их сетей составляло всего 6 В. Однако в связи с повышением количества потребителей и их мощности, например, на водном транспорте и авиации уже давно ушли от низкого напряжения к высокому и даже перешли от постоянного тока на высокочастотный, а низкое напряжение (да и то 28 В) осталось лишь как вспомогательное. И только автомобильные бортовые сети все еще остаются 12-вольтными или (системы пуска многоцилиндровых ДВС) — 24-вольтными. Причин тому много — от догматического 40-летней давности утверждения некоторых авторитетов автотракторного электрооборудования ("этого не будет никогда") до боязни таких перемен с точки зрения электробезопасности. Но все это явно не выдерживает критики. Хотя бы потому, что бортовое напряжение выпускаемых в настоящее время элект-

ромобилей составляет 110—400 В. Так что проблема электробезопасности имеет множество отработанных решений.

И вообще, хотим мы того или нет, переход бортовых систем автомобиля на повышенное напряжение неизбежен. Так как, во-первых, число потребителей электрической энергии на борту автомобиля непрерывно растет (к примеру, на первых моделях автомобилей ВАЗ было всего две электрические машины-потребители электроэнергии, на последних — почти 60); во-вторых, увеличивается мощность потребителей электроэнергии (по данным американских специалистов, к 2005—2007 гг. она составит 5—7 кВт); в-третьих, успехи в развитии полупроводниковой преобразовательной техники позволяют легко переходить на любое напряжение, оптимальное для той или иной системы автотракторного электрооборудования (например, при переходе бортовой сети на повышенное напряжение все слаботочные потребители — датчики, приборы индикации и т. д. — можно оставить на низком напряжении); в-четвертых, газоразрядная светотехника в случае применения на автомобиле дает возможность в несколько раз повысить не только надежность электрических автомобильных ламп, но и их светоотдачу при снижении мощности, причем газоразрядные автомобильные лампы требуют питающего напряжения не менее 80 В; в-пятых, появление высоковольтных конденсаторных систем пуска позволяет устранить основное препятствие на пути перехода на повышенное напряжение — аккумуляторную батарею, имеющую повышенное напряжение на своих клеммах.

Конечно, переход бортового напряжения на более высокое — дело непростое. Но то, что он — веление времени, совершенно очевидно. И начинать этот переход нужно именно с высоковольтных конденсаторных систем пуска.

## САУ ДВИЖЕНИЕМ АВТОМОБИЛЯ. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Д-р техн. наук Б. Н. БЕЛОУСОВ, В. В. ДЕМИК,  
канд. техн. наук С. Б. ШУХМАН

МГТУ имени Н. Э. Баумана, НАМИ-Сервис

Автоматизация процессов управления и контроля — тенденция, все более и более проявляющая себя в современном мировом автомобилестроении. Например, если в 1988 г. зарубежные автомобилестроители установили 12 млн. комплектов САУ, то в 1995 г. — уже 100 млн., а в 2000 г. их число, как ожидается, достигнет 200 млн.

И тому есть объективные причины. Это непрерывное повышение требований к показателям эксплуатационных свойств и технической готовности автомобилей, увеличение интенсивности их использования и продолжающееся усложнение конструкции, в то время как возможности человека (водителя) в таких условиях все меньше обеспечивают требуемое качество управления. В частности, если говорить только о сложности техники, то нельзя не отметить появление нетрадиционных для мирового автомобилестроения технических решений (автомобильные газотурбинные двигатели, электро- и гидрообъемные трансмиссии, всеколесные рулевые управления, активные подвески и др.).

Большие успехи в области САУ сейчас связаны с управлением рабочими процессами силовой установки, переключением передач в трансмиссии, антиблокировочными и противобуксовочными системами. Причем уже доказано, что наибольший эффект — экономия до 25 % топлива — дают комплексные САУ, т. е. САУ, управляющие одновременно и согласованно несколькими системами (например, двигателем и коробкой передач).

Все перечисленное — достижения чисто практического плана. И если проанализировать общую картину работ, становится ясным: концепции создания общей САУ движением (САУД) автомобиля в настоящее время нет. Все исследования, выполнявшиеся в ходе изучения свойств колеса как объекта управления автоматической системой, преследуют локальную цель. (Типичный пример — проблемы тормозной динамики АТС.) Тогда как совершенно очевидно, что без концепции, т. е. системы взглядов, базирующейся на теории (системе аксиом и теорем) и выраженной терминами и моделью, которая адекватно и объективно описывает существующие системы, решить такую всеобъемлющую задачу, как САУД, невозможно. При этом надо исходить из того хорошо известного сообщения, что теория никогда не исследует свойства природных объектов как таковых. Наоборот, ее дело — объекты абстрактные, т. е. модели. Другими словами, при теоретических исследованиях реальный объект (оригинал) сначала заменяется моделью, а затем формализуется с помощью другой (математической или какой-либо иной) модели.

Пример такого абстрактного объекта приведен на рис. 1. Это структурная схема динамической системы автомобиля с САУД и гидрообъемной трансмиссией.

Ее, как видно из рисунка, можно условно разделить на отдельные системы, а их, в свою очередь, на каналы. (Скажем, система "трансмиссия" имеет каналы, каждый из которых включает гидронасос, магистрали передачи энергии с регулирующими устройствами, гидромотор и колесо как элемент колесного движителя.)

В данной схеме процесс управления основан на целевых критериях, т. е. управление осуществляется так, чтобы вся система достигала состояния, удовлетворяющего критерию поставленной ранее цели. Но для отдельных этапов процесса и для отдельных подсистем глобальная цель порождает локальные цели, которые в итоге образуют упорядоченное множество.

Таким образом, приведенная на рисунке схема САУД автомобиля имеет квазисемиотическую природу информационных связей между составляющими ее под-

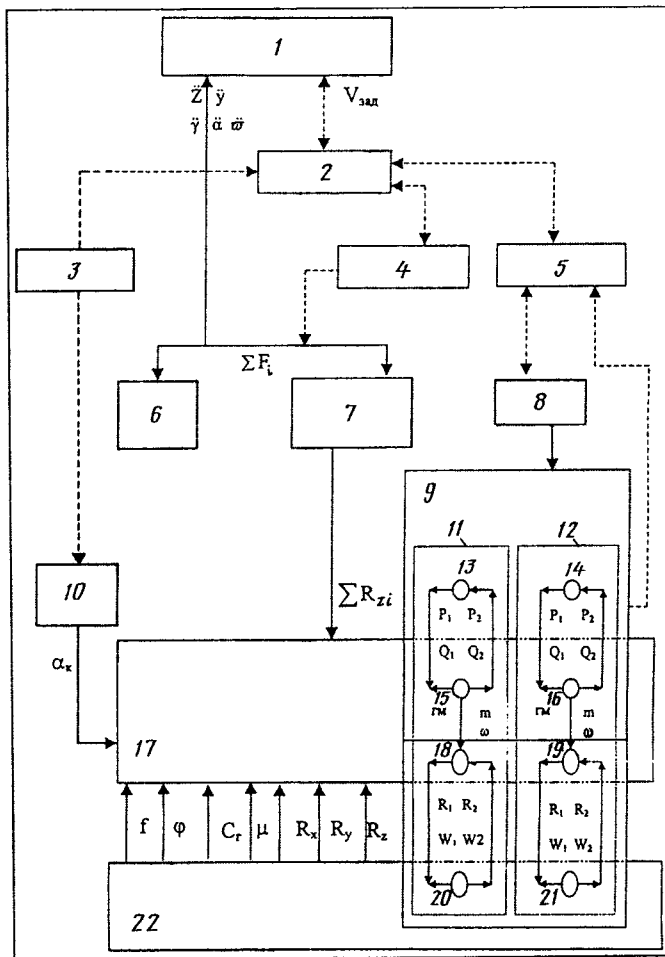


Рис. 1. Структурная схема автомобиля, оборудованного САУД и гидрообъемной трансмиссией:

1 — водитель; 2 — САУД; 3 — САУ рулевого управления; 4 — САУ несущей системы и системы поддрессоривания; 5 — САУ двигателя; 6 — несущая система; 7 — система поддрессоривания; 8 — двигатель; 9 — трансмиссия; 10 — рулевое управление; 11 и 12 — первый и  $i$ -й каналы трансмиссии; 13 и 14 — гидронасосы первого и  $i$ -го каналов; 15 и 16 — гидромоторы первого и  $i$ -го каналов; 17 — колесный движитель; 18 и 20 — колеса первого канала; 19 и 21 — колеса  $i$ -го канала; 22 — опорная (дорожная) поверхность;  $P_i$  — давления в магистралях;  $Q_i$  — расход рабочей жидкости;  $R_i$  — силовой параметр колеса;  $m_i$  — момент гидромотора;  $\omega$  — скоростной параметр гидромотора;  $W_i$  — скоростной параметр канала

системами (дорога, водитель, САУД, силовая установка, трансмиссия, несущая система и ходовая часть с системой поддрессоривания, система рулевого управления, а также подсистемы автоматического управления ими). Причем ее составляющие функционируют так, чтобы реализовалась поставленная при проектировании цель — транспортировка груза (пассажира) с заданными автомобилю эксплуатационными показателями (тягово-динамические свойства, размещение груза, агрегатов и узлов, плавность хода и вибронгруженность экипажа, поворачиваемость, устойчивость движения и др.).

Далее. Для исследования сложных систем, как известно, широко используется системный подход, который придает решающее значение внутренней организации системы. При этом система представляется в виде множества подсистем, членение на которые определяется внутренними ее свойствами.

Как используется принцип членения системы, рассмотрим на примере гидрообъемной трансмиссии автомобиля. Воспользуемся предложенной П. В. Аксеновым теоремой: "Трансмиссию любого  $n$ -осного автомобиля можно разделить на  $2n - 1$  замкнутых взаимосвязанных контуров" (рис. 2). Данная теорема позволяет расчет любой трансмиссии свести к последовательному расчету распределения и управления мощностью по элементам одного контура, т. е. применить метод, аналогичный методу конечных элементов.

Применительно к гидрообъемной трансмиссии ее можно представить как систему взаимосвязанных каналов (рис. 3) — трансформаторов двух уровней. (В данном примере трансформаторы первого уровня — это часть каналов от гидронасоса до гидромотора, второго уровня — колесный движитель.)

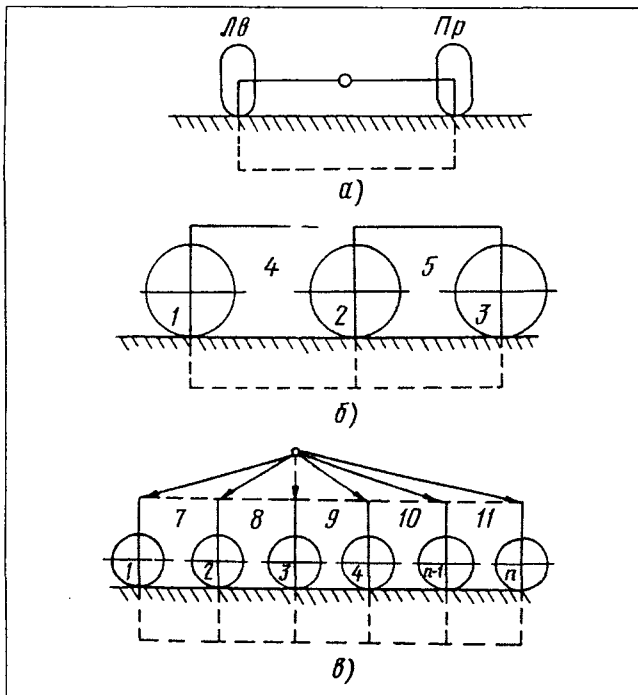


Рис. 2. Схема замкнутых межколесного (а), межосевого трехосного (б) и межосевого  $n$ -осного (в) контуров трансмиссии автомобилей

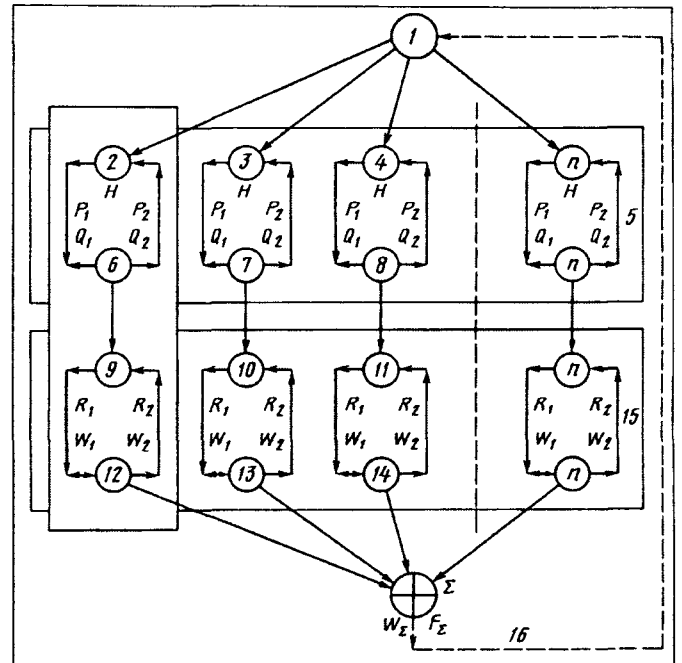


Рис. 3. Силовой поток  $n$ -осного автомобиля в гидрообъемной трансмиссии, выполненной по схеме индивидуального подвода мощности к колесным движителям:

1 — первичный источник энергии; 2, 3, ...,  $n$  — гидронасосы; 5 — трансформаторы крутящего момента первого уровня (трансмиссия); 6, 7, ...,  $n$  — гидромоторы; 9, 10, ...,  $n$  — колеса; 12, 13, ...,  $n$  — опорная поверхность; 15 — трансформаторы крутящего момента второго уровня (колесный движитель); 16 — интерфейс обратных связей

Если получим характеристику взаимодействия колеса с поверхностью в зависимости от вертикальной нагрузки и будем знать величину его гистерезиса от скорости движения и деформации, то на основе их зависимостей можно построить распределение крутящего момента по ведущим колесам автомобиля с гидрообъемной трансмиссией. Величину же входящего в систему крутящего момента (мощности) от первичного двигателя для данных условий использования автомобиля (экономичный режим или режим максимальной мощности) можно считать постоянной, а распределение мощности по отдельным колесам организовать по нагрузкам мотор-колес, т. е. по давлению рабочей жидкости в гидромоторе.

И последнее. Поскольку главная задача теории автомобиля с гидрообъемной трансмиссией при создании САУД — это обоснование и разработка алгоритмов функционирования как системы в целом, так и ее подсистем, рассмотренный принцип членения трансмиссии на отдельные каналы и разработка алгоритмов их работы может быть положена в основу создания и локальных САУ — трансмиссии и силовой установки, т. е. быть инструментом первого этапа, за которым следует разработка алгоритмов взаимного функционирования каналов.

Вывод из всего сказанного очевиден: авторы большинства публикаций по рассматриваемой теме попытались поставить новую задачу, не больше. Для выработки же концепции нужны более глубокая теоретическая проработка и экспериментальные исследования.

## РАСЧЕТ БЫСТРОДЕЙСТВИЯ ТОРМОЗОВ АВТОПОЕЗДА

Канд. техн. наук В. А. ТОПАЛИДИ, К. К. ХОДЖИЕВ

ТАДИ

В настоящее время параметры (в том числе быстродействие) пневматических тормозных приводов рассчитывают в основном двумя методами: с помощью либо гиперболической расходной характеристики элементарного звена ДЕ ("дроссель—емкость") привода (метод Н. Ф. Метлюка и В. П. Автушко), либо системы дифференциальных уравнений, разработанных на базе уравнения Новье-Стокса (метод В. В. Жесткова). Общее у этих методов одно: схема привода рассматривается не как единое целое, а как состоящая из отдельных звеньев. Что же касается результатов, т. е. совпадения расчетов и экспериментов, то второй метод несколько предпочтительнее. Правда, лишь при условии, что в схеме пневмопривода тормозов автотракторных поездов нет ускорительных клапанов. Если же эти клапаны есть (а они, как правило, есть), то расхождение получается весьма значительным.

Поэтому второй из методов нужно, на наш взгляд, несколько уточнить. Как — рассмотрим на примере расчета быстродействия двухпроводного пневмопривода тормозной системы автопоезда.

Функционально привод имеет два участка — управления воздухораспределительным клапаном прицепа и наполнения тормозных камер колес прицепа через этот клапан от ресиверов. Наибольший интерес с позиций темы статьи имеет первый участок (рис. 1).

Структурная схема данного участка состоит из последовательно включающихся самостоятельных звеньев: тормозного крана 1, трубопровода 2, ускоряющего клапана 3 (объема над его поршнем), трубопровода 4 и воздухораспределительного клапана 5 (объема над его поршнем). Математическая модель этого участка включает восемь уравнений — расхода воздуха на выходе тормозного крана, четыре уравнения движения воздуха в трубопроводах (скорости, давлений и плотности), уравнение сопротивления движению воздуха в трубопроводах, два уравнения (изменения давления и плотности воздуха в емкостях клапанов (в целях экономии места их не приводим)).

Данные уравнения описывают каждый узел привода как функционально законченный элемент, поэтому для расчета участка можно и нужно применить метод конечных элементов. При этом в качестве исходных (начальных) условий для расчета принимаются следующие: расход воздуха на выходе тормозного крана равен нулю, давление и плотность воздуха в магистралях равны атмосферным. Граничные условия: давле-

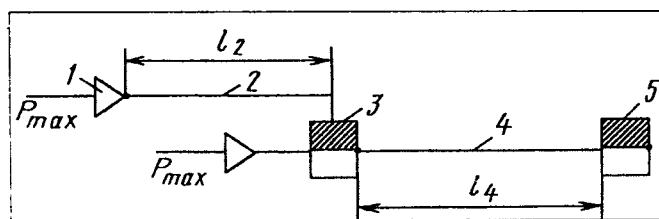


Рис. 1

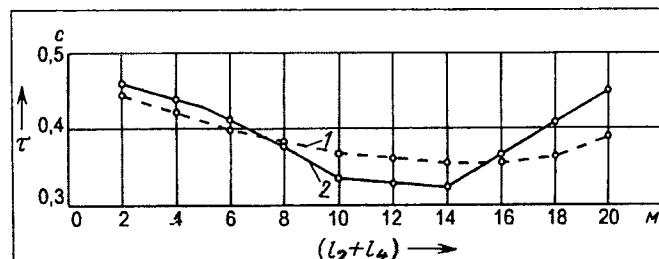


Рис. 2

ние на входе в тормозной кран — не больше давления в ресивере прицепа, давление на выходе этого крана равно давлению в трубопроводах; расход воздуха на входе трубопровода 2 равен расходу через тормозной кран, давление на выходе этого трубопровода равно давлению на входе в ускоряющий клапан; расход воздуха через ускоряющий клапан равен расходу воздуха через трубопровод 4; при давлении на выходе ускоряющего клапана, большем 0,1 МПа (1 кгс/см<sup>2</sup>), давления в обоих трубопроводах равны давлению в ресивере; расход воздуха через трубопровод 4 равен расходу через ускоряющий клапан; давление в емкости воздушно-распределительного клапана равно давлению на выходе трубопровода 4, а расход воздуха через клапан — расходу через трубопровод 4.

Решается данная математическая модель численным методом, с помощью конечно-разностной двухслойной схемы Лакса—Вендроффа. Для этой цели разработана программа на языке "Турбопаскаль-6", реализуемая в ПЭВМ IBM. Ею предусмотрено определение того, как изменяется давление и расход воздуха в воздушно-распределительном клапане в функции времени, а также давление, скорость и плотность воздуха в трубопроводах.

Расчет считается законченным, когда давление в емкости воздушно-распределительного клапана станет равным 0,45 МПа (4,5 кгс/см<sup>2</sup>).

По данной методике был рассчитан тормозной привод, в котором применены ускоряющий и воздушно-распределительный клапан фирмы "Вабло". При этом принималось, что суммарная длина трубопроводов 1 и 2 постоянна; исходное давление в системе — 0,1 МПа (1 кгс/см<sup>2</sup>), рабочее давление на входе в тормозной кран — 0,8 МПа (8 кгс/см<sup>2</sup>); давление срабатывания ускоряющего клапана — 0,2 МПа (2 кгс/см<sup>2</sup>);

Параметр	Величина параметра									
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
Длина трубопровода 2, м	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
Длина трубопровода 4, м	20	18	16	14	12	10	8	6	4	2
Время срабатывания привода, с	0,45	0,42	0,39	0,38	0,37	0,36	0,345	0,34	0,36	0,38

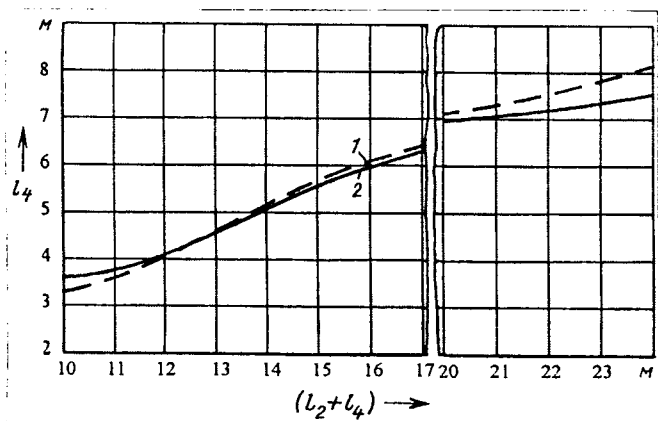


Рис. 3

объемы: ускорительного клапана — 125 см<sup>3</sup>, воздушно-распределительного клапана — 260. При расчете длина трубопровода 2 изменялась от 0,1 до 23,9 м, а длина трубопровода 4 — от 23,9 до 0,1 м. Время  $\tau$  срабатывания управляющей магистрали определялось в соответствии с Правилем № 13 ЕЭК ООН.

Полные результаты этих расчетов не приводим — тоже в целях экономии места. Но на двух из них нельзя не остановиться.

Первый. Расчеты показали, что время срабатывания привода зависит (см. таблицу) от соотношения длин трубопроводов 2 и 4, причем кривая  $\tau = f(l_2/l_4)$  имеет экстремум (минимум), который при  $(l_2 + l_4) = 22$  м соответствует  $l_2/l_4 = 2,67$ . Другими словами, быстродействие тормозного привода автопоезда зависит от расположения ускорительного клапана в магистрали. Причем зависит весьма существенно: при перемещении клапана оно может меняться на 20—25 %, что хорошо видно из рис. 2, на котором приведены расчетная (1) и экспериментальная (2) кривые.

Эксперименты не только подтвердили этот вывод, но, можно сказать, даже усилили его.

Результаты теоретических исследований (рис. 3) определения места установки ускорительного клапана в пневмомагистралях тормозного привода автопоезда, где длина управляющей магистрали изменялась от 10 до 24 м, показали хорошую сходимость с экспериментами: ошибка не более 8%. Установлено, что длина магистрали 4, определяющая рациональное, в отношении быстродействия, место установки клапана, должна составлять 0,33—0,37 общей длины управляющей магистрали тормозного привода прицепа.



## Читатель предлагает

УДК 629.017

### О ПОНЯТИИ «НАДЕЖНОСТЬ АВТОМОБИЛЯ»

Д-р техн. наук С. А. ЛАПТЕВ

Надежность принято относить к числу важнейших эксплуатационных качеств технических объектов, в частности — автомобилей. Но в это понятие в разные годы закладывался разный смысл.

Так, во времена, предшествовавшие созданию собственного автомобилестроения, отдельные образцы закупаемых за рубежом автомобилей проходили короткие по пробегу и срокам испытания с целью определения пригодности к эксплуатации в конкретных дорожных и климатических условиях страны. Причем пригодности с точки зрения прочности конструкции, проходимости и топливной экономичности. Но уже в 1928—1929 гг., когда было принято решение об организации производства легкового автомобиля "Форд-А" и грузового "Форд-АА" в Н. Новгороде, масштаб и содержание испытаний существенно изменились. Ис-

пытания включали, во-первых, пробег в два этапа по 25 тыс. км каждый; во-вторых, пробег на барабанном стенде; в-третьих, разборку агрегатов с измерением износов деталей, подбор регулировок двигателей применительно к отечественным сортам топлива и ряд других работ.

Позднее, в 1932—1934 гг., НАМИ (группа под руководством А.И. Пяткина) провел пробеговые испытания первых образцов автомобилей АМО-3 "на износ и надежность", а в 1933—1934 гг. — автомобилей ГАЗ-А и ГАЗ-АА (руководитель — П.О. Зарецкий). В их ходе были получены ценные материалы для разработки мероприятий по устранению слабых мест автомобилей и составлению первых отраслевых нормативов по запасным частям.

В последующие предвоенные годы производство автомобилей, опытно-конструкторские и научно-

исследовательские работы по ним непрерывно развивались и по объемам, и по содержанию. В научную терминологию входят такие категории эксплуатационных свойств автомобилей, как прочность, износостойкость, надежность, долговечность, топливная экономичность и др. Но особо большое внимание их анализу и оценке уделяется в послевоенные годы.

Например, в книге Д. П. Великанова "Эксплуатационные качества отечественных автомобилей" (1952 г.) им даются следующие определения: "Долговечностью, или сроком службы, автомобиля называется его способность работать длительное время до появления предельно допустимых износов деталей и механизмов ... Прочность и надежность заключаются в способности автомобиля работать безотказно, без поломок или других неисправностей, которые вызывали бы простой автомобиля во время работы... Надежность автомобиля оценивается средней величиной пробега автомобиля, приходящейся на каждую остановку по тех-

ническим неисправностям, и средними потерями времени на эти остановки на 1000 км пробега". То есть надежность автор отождествляет с безотказностью.

В учебном пособии для вузов Б. С. Фалькевича и Н. В. Дивакова "Испытания автомобиля" (1952 г.) читаем: "Под надежностью автомобиля понимается его способность к исправной работе без поломок и изменений регулировок, тогда как износостойкость характеризует способность к длительной работе без необходимости ремонта из-за износа трущихся поверхностей". То есть авторы исключают из определения Д. П. Великанова понятие "неисправности", но добавляют "изменение регулировок".

В своей брошюре "Дорожные испытания автомобилей на долговечность (прочность, надежность и износостойкость)" (1960 г.) автор настоящей статьи понятие "надежность" считает одной из трех составляющих более общего понятия "долговечность". А в монографии "Дорожные испытания автомобилей" (1962 г.) в качестве измерителя надежности принимает средний пробег между остановками, вызванными техническими неисправностями, причем с учетом относительной значимости каждой из них, в качестве измерителя износостойкости — два показателя: абсолютную величину износов основных деталей, определяющих необходимость ремонта соответствующих узлов автомобиля, и величину износа деталей, отнесенную к пробегу (температура износа).

В монографии Р. В. Кугеля "Долговечность автомобиля" (1961 г.): "Долговечность — продолжительность работы (суммарная — с учетом времени работы после ремонтов) детали (узла, агрегата, автомобиля) в данных условиях эксплуатации до полного разрушения и сдачи в лом"; "Надежность — способность узла (агрегата, автомобиля) длительно работать в данных условиях эксплуатации без вынужденных остановок". То есть здесь, как и в учебном пособии для вузов "Прочность и долговечность автомобиля" Б. В. Гольда и др. (1974 г.) надежность ассоциируется с безотказностью. Особенно четко об этом говорит формулировка, приведенная в учебнике "Теория и конструк-

ция автомобиля" (1984 г.) педагогов МАДИ (В. А. Иларионов, Я. Е. Фаробин, А. А. Юрчевский и др.): "Надежность — свойство автомобиля безотказно перевозить грузы и пассажиров в течение определенного срока без ухудшения основных эксплуатационных показателей".

В учебном пособии для вузов "Автомобили. Испытания", составленном группой белорусских авторов (В. М. Беляев, М. С. Высоцкий и др.), вышедшем в 1991 г., надежность автомобиля тоже идентифицируется главным образом с его безотказностью: "Это — свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени или некоторой наработки (пробега). Основным показателем, по которому оценивается безотказность автотранспортной техники, является средняя наработка на отказ".

В учебнике И. В. Балабина, Б. А. Курова, С. А. Лаптева "Испытания автомобилей" (1976 и 1988 гг.) надежность автомобиля определяется как понятие комплексное, включающее безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость, т. е. соответствует ГОСТ 13377—67 и ГОСТ 13377—75 "Надежность в технике. Термины и определения".

В монографии С. Ф. Безверхова и Н. Н. Яценко "Основы технологии полигонных испытаний и сертификация автомобилей" (1996 г.) в числе факторов, определяющих работоспособность автомобиля, приводятся такие, как прочность, долговечность, износостойкость элементов автомобиля. В соответствии с ГОСТ 27.002—89 "Надежность в технике. Основные понятия, термины и определения" указываются свойства, обуславливающие надежность автомобиля: "Безотказность, долговечность, сохраняемость, ремонтпригодность (или чаще, согласно ГОСТ 14.205—83 "Технологичность конструкции изделий. Термины и определения", — технологичность конструкции автомобиля)".

В данной ссылке на ГОСТ 14.205—83 проявляется близкая связь понятий (свойств) "ремонтпригодность" и "технологичность". Об этом же свидетельствует и имеющаяся в разделе "Нормативы на свойства надежности" ссылка на ГОСТ

21624—81 "Система технического обслуживания и ремонта автомобильной техники", регламентирующей эксплуатационную технологичность и ремонтпригодность автомобилей.

Надежность "технических объектов" (по терминологии ГОСТ 27.002—89) и связанные с ней другие понятия стали содержанием ряда государственных стандартов серии "Надежность в технике. Термины и определения" (ГОСТ 13377—67, ГОСТ 13377—75, ГОСТ 27.002—89 и др.). Во всех ГОСТах надежность определяется как комплексное свойство, включающее безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость.

Так, ГОСТ 27.002—89 "Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения" определяет надежность как "свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания и транспортирования". В примечании указывается: "Надежность является комплексным свойством, которое, в зависимости от назначения объекта и условий его применения, может включать безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость или определенные сочетания этих свойств".

Существенно и пояснение к термину "надежность": "Для объектов, которые являются потенциальными источниками опасности, важны понятия "безопасность" и "живучесть". Безопасность — свойство объекта при изготовлении, эксплуатации и в случае нарушения работоспособного состояния не создавать угрозу для жизни и здоровья людей".

Обращает на себя внимание одна важная особенность показателей свойства "надежность": каждый из них характеризует не понятие "надежность" как таковое, а, по существу, одно или несколько отдельных, включенных в него свойств. Другими словами, надежность как "свойство" не имеет собственных показателей, которые (по определению) должны отличать его от других свойств данного объекта, что, строго говоря, ли-

шает его права быть отнесенным к категориям отдельных, самостоятельного значения, свойств объекта. В то же время безотказность — свойство объекта сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени или наработки; долговечность — свойство сохранять работоспособное состояние до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта; ремонтпригодность — свойство, заключающееся в приспособленности объекта к поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем технического обслуживания и ремонта; сохраняемость — свойство сохранять в заданных пределах значения параметров, характеризующих способность объекта выполнять требуемые функции в течение и после хранения и (или) транспортирования.

Терминология испытаний на надежность и другие эксплуатационные свойства "технических объектов" регламентировались стандартами серии 16504, в том числе ГОСТ 16504—74 "Качество продукции. Контроль и испытания. Основные термины и определения" и ГОСТ 16504—81 "Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения".

Так, в п. 79 ГОСТ 16504—74 записано: "Испытания на надежность. Испытания продукции, проводимые для определения или оценки значений показателей ее надежности в заданных условиях", а в примечании к нему сказано: "Аналогично определяются испытания на безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость, транспортабельность, прочность и другие свойства продукции, относящиеся к ее надежности". В п. 73 ГОСТ 16504—81: "Испытания на прочность. Испытания, проводимые для определения значений воздействующих факторов, вызывающих выход значений характеристик свойств объекта за установленные пределы или его разрушение". В п. 76 того же ГОСТа: "Испытания на надежность. Испытания, проводимые для определения показателей надежности в заданных условиях".

Поскольку в ГОСТ 16504—74 сказано, что "аналогично" испытаниям

на надежность "определяются" испытания на безотказность и ряд других свойств — составляющих надежности, по каждому из них могут проводиться испытания с использованием соответствующих программ и методик на предоставляемых для этой цели автомобилях. Но если это так, то в итоге, объединяя результаты, полученные при таких испытаниях, становится возможным дать и общую оценку надежности испытанных автомобилей, предусмотренную ГОСТами. То есть само название "испытание на надежность" приобретает как бы условный, даже "мнимый" смысл, поскольку надежность не имеет собственных показателей, отличающих ее от включенных в нее же свойств, и, по определению понятия "свойство", таковым считаться не может.

Тем не менее оценка автомобиля по каждому из четырех указанных свойств и итоговая общая оценка сохраняют свою практическую значимость (предпочтительно с учетом и других свойств и качеств, оказывающих прямое или опосредованное влияние на показатели работы автомобиля).

Таким образом, из всего сказанного следует, что точки зрения на само понятие "надежность" как на одно из индивидуальных свойств объекта и на примененный для его обозначения термин в среде автомобилистов действительно существуют самые разные. К ним можно добавить и еще — мнение специалистов-лексикологов. Обратимся к известному "Словарю русского языка" С. И. Ожегова (изд. 23, 1990 г.): "Надежный — внушающий доверие, верный, прочный... Существительное — надежность"; "Безотказный — происходящий без перебоев, без отказа. Существительное — безотказность".

Как видим, здесь надежность ассоциируется, в частности, и с прочностью, и, по существу, с безотказностью, поскольку нарушение прочности, т. е. поломка, — это тоже отказ. Следовательно, понятие "безотказность" охватывает и прочность. А раз так, то надежность, логически рассуждая, может считаться синонимом безотказности.

Рассмотрим далее, используя тот же источник — словарь С. И. Ожегова, еще один, на первый взгляд

представляющийся чисто терминологическим, но фактически важный по своему смысловому значению вопрос о понятиях "свойство" и "качество".

В литературе и словесном обиходе широко используются термины "эксплуатационные свойства" и "эксплуатационные качества" автомобиля, зачастую — для обозначения одного и того же понятия. Но в том же классическом "Словаре русского языка" приводятся следующие определения: "Свойство — качество, признак, составляющий отличительную особенность кого-, чего-нибудь"; "Качество: 1. Совокупность существенных признаков, свойств, особенностей, отличающих предмет или явление от других и придающих ему определенность. 2. То или иное свойство, признак, определяющий достоинство чего-нибудь".

Как видим, при объяснении понятия "свойство" используется слово "качество", а при объяснении "качества" — слово "свойство". Это свидетельствует об определенной близости, хотя и не о полной идентичности данных понятий, особенно по второму значению термина "качество". При применении в технической литературе, очевидно, следует ориентироваться именно на это значение.

Однако в данном случае (в частности — в автомобилестроении) представляется нужным применить уточненные (за счет добавления поясняющего слова) формулировки рассматриваемых понятий, отражающие их инженерную специфику. Например, использовать термины "функциональные свойства" и "эксплуатационные качества", имея в виду во втором из них не столько характер той или иной определяемой функции объекта, сколько уровень качества (в значении "достоинство") ее реализации. Причем под функциональными понимать свойства автомобиля, непосредственно связанные с его назначением как транспортного средства и определяющие (формирующие) процессы, происходящие в нем и с ним при его функционировании, а под эксплуатационными качествами — качества, характеризующие и определяющие работу автомобиля в эксплуатации, в том числе в отношении его долговечности (ресурса), приспособленности к ремонту, техническо-



му обслуживанию, погрузо-разгрузочным операциям и т. д.

Кроме того, следует оговорить и такое неперенное и логически очевидное условие: каждое свойство и каждое качество автомобиля, чтобы отличаться от всех других, должно иметь индивидуальные, характеризующие именно его показатели.

С этих позиций и надежность (если не как "полноправное" свойство автомобиля, то как объединяющее понятие) можно использовать для решения общей задачи оценки качества автомобиля.

Возьмем такое свойство, как безотказность. Ключевой элемент — отказ, т. е. "событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния объекта". Показатели безотказности по ГОСТ 27.002—89: вероятность безотказной работы, гамма-процентная наработка до отказа, параметр потока отказов и др. Там же указывается, что "все показатели безотказности ... определены как вероятностные характеристики". Однако нетрудно заметить, что эти показатели характеризуют скорее не безотказность, а как раз противоположное свойство (точнее — качество) — "отказоупорядоченность".

В том же ГОСТ 27.002—89 указывается, что "безотказная наработка зависит от большого количества факторов, часть которых не может быть проконтролирована, а остальные заданы с той или иной степенью неопределенности".

Все эти обстоятельства, в том числе многообразие, случайность, непредсказуемость причин, вызывающих отказы, приводят к заключению, что ни термин "безотказность", ни его антипод — "отказоупорядоченность" не соответствуют по своей сущности такому понятию, как "свойство" автомобиля, если принять понятие "функциональные свойства".

По этой причине безотказность целесообразнее отнести к категории эксплуатационных качеств, которые могут обобщенно или по отдельным конкретным признакам (в частности, по виду отказов) характеризовать безотказность как результат совместного или раздельного воздействия многообразных факторов, влияющих на работоспособное состояние автомобиля.

Долговечность. Ее показатели — гамма-процентный и средний ресурс, гамма-процентный и средний сроки службы. Предельное состояние определяется наступлением "ресурсного отказа". Его критерием могут быть поломка или выход из строя детали, узла вследствие нарушения статической, динамической, усталостной, контактной прочности, изнашивания, остаточной деформации и т. д. В ряде источников эти факторы обобщаются под рубрикой "прочность" или "прочность и износостойкость" (т. е. прочность против износа) и рассматриваются как "внутренние", т. е. относящиеся непосредственно к самому автомобилю. "Внешними" же факторами считаются условия эксплуатации автомобиля: качество технического обслуживания, дорожно-климатические условия, приемы управления автомобилем и т. д.

То, как реагирует автомобиль на воздействие всех этих факторов, определяется в итоге его "эксплуатационным качеством" (по существу, вынужденно комплексным ввиду множественности воздействий, но имеющим объединяющий их показатель — ресурс), которое и именуется "долговечностью". Нетрудно видеть, что оно имеет свои отличительные особенности, свои конкретные показатели, поэтому является самостоятельным и не требует "подчиненности" другому качеству или свойству, в том числе — надежности, но может косвенно или опосредованно зависеть от других качеств, свойств автомобиля или таким же образом влиять на них.

Ремонтопригодность. Показатели — гамма-процентное и среднее время восстановления, средняя трудоемкость восстановления и др.

Сам термин "ремонтопригодность" сопровождается следующим пояснением: "Этот термин эквивалентен международному термину "приспособленность к поддержанию работоспособного состояния", или короче — "поддерживаемость"... Помимо ремонтнопригодности в узком смысле это понятие включает в себя "обслуживаемость", ... "контролепригодность"; приспособленность к предупреждению и обнаружению отказов и повреждений, а также причин, их вызывающих... Допускается до-

полнительно к термину "ремонтопригодность" (в узком смысле) применять термины "обслуживаемость", "контролепригодность", "приспособленность к диагностированию", "эксплуатационная технологичность" и др."

Приведенные тексты убедительно свидетельствуют, с одной стороны, о непосредственной близости понятий "ремонтопригодность" (с учетом обслуживаемости и контролепригодности) и "эксплуатационная технологичность", а с другой — необоснованности включения ремонтнопригодности в надежность в качестве одной из ее прямых составляющих.

Дополнительное подтверждение этому можно найти в ГОСТ 14.205—83 "Технологичность конструкции изделий" и ГОСТ 21624—81 "Система технического обслуживания и ремонта автомобильной техники".

В качестве четвертой составляющей надежности называется "сохраняемость", показатели которой — гамма-процентный и средний сроки сохраняемости. Характеризуется она способностью объекта противостоять отрицательному влиянию условий и продолжительности его хранения и транспортирования. При этом ГОСТы требуют различать сохраняемость объекта до ввода в эксплуатацию и сохраняемость объекта в период эксплуатации (при перерывах в работе). Во втором случае срок сохраняемости входит составной частью в срок службы.

Цитируемые положения, по существу, дают ответы на вопрос о том, к какой категории понятий необходимо отнести сохраняемость. Из определения (вхождение в срок службы) и из логики понятий следует, что сохраняемость — часть долговечности, лишь опосредованно связанная с надежностью. Поэтому, по аналогии с ремонтнопригодностью, ее целесообразно исключить из числа составляющих надежности, сохранив за ней функции одного из факторов долговечности.

Суммируя все изложенное выше, можно сделать несколько важных для теории и практики выводов и предложений.

1. Понятие "надежность автомобиля" до сих пор имеет множество трактовок, начиная от полного его неприятия и кончая определением надежности как комплексного свой-

ства, включающего в себя безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость.

2. Надежность нельзя считать самостоятельным свойством автомобиля, поскольку у нее нет показателей (отличительных особенностей), которые придают свойствам признаки самостоятельной категории понятий.

3. Термины "эксплуатационные свойства" и "эксплуатационные качества" автомобилей — разные по содержанию. Для большей смысловой определенности первый следует заменить на "функциональные свойства", а второй — "эксплуатационные качества" — оставить прежним.

4. Безотказность, ввиду большого числа факторов, которые могут вызывать отказы самых различных видов (зачастую — непредсказуемые), нельзя считать органически присущим автомобилю свойством. Ее следует отнести к числу эксплуатационных качеств, характеризующих качественный уровень автомобиля, — его конструкции, технологии изготовления, технического контроля и т. д.

5. Долговечность — эксплуатационное качество автомобиля, имеющее свои отличительные особенно-

сти и показатели. Она определяется первичными факторами, прочностью и износостойкостью деталей и узлов, и лишь опосредованно зависит от ремонтпригодности и сохраняемости.

6. Ремонтпригодность целесообразно отнести к эксплуатационной технологичности (с учетом упоминаемых в ГОСТ 27.002—89 "обслуживаемости" и "контролепригодности"), а сохраняемость считать одним из факторов долговечности автомобиля.

7. При изъятии долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости из состава надежности ее определение как комплексного свойства теряет смысл. Свойством, ввиду отсутствия собственных показателей, надежность также признана быть не может. Вопрос об идентификации надежности с безотказностью может быть решен либо в пользу одного из этих терминов, либо введением "сдвоенного" термина — "надежность (безотказность)".

8. С учетом рассмотренных обстоятельств правомерно утверждать, что система стандартов "Надежность в технике. Термины и определения"

нуждается в существенной переработке. При этом, очевидно, "надежность" как заглавный термин не может быть сохранен, а название серии стандартов должно отразить существование ряда отдельных свойств (возможно — "функциональных свойств") и "эксплуатационных качеств" "технических объектов". Потребует уточнения и область распространения каждого стандарта этой серии, поскольку "технические объекты" в различных отраслях техники (например, только в машиностроении — транспортное, энергетическое, металлургическое, сельскохозяйственное и т. д.) имеют специфические особенности, учесть и отразить которые в едином стандарте практически невозможно. Поэтому целесообразно предусмотреть выпуск стандартов данного направления ("Основные понятия, термины, определения, показатели") для отдельных крупных отраслей или их групп, сходных по своим особенностям, что позволит придать этим нормативным документам большую конкретность и оперативность использования.



## АВТОТЕХОБСЛУЖИВАНИЕ

УДК 629.621.43.038.51

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ТНВД ПО БАЗОВЫМ ПАРАМЕТРАМ ДИЗЕЛЯ

Кандидаты техн. наук С. Н. ДЕВЯНИН, А. А. САВАСТЕНКО и М. В. ЭММИЛЬ

"Агродизель", Российский университет дружбы народов

Дизельные ТНВД распределительного типа (VE) фирмы "Бош" применяются преимущественно на легковых автомобилях, грузовых автомобилях небольшой грузоподъемности, микроавтобусах, автопогрузчиках, на тракторных дизелях. Довольно широко (до 60 % общего числа) используются они и на сельхозмашинах, но, к сожалению, фирма не прикладывает к своей продукции никакой, особенно ремонтной, технической документации. Это на практике рождает множество

проблем, поскольку техническое состояние и регулировка ТНВД определяют экономические (расход топлива) и экологические (вредные выбросы с отработавшими газами) показатели дизелей.

Тем не менее опыт свидетельствует, что положение небезнадежно. Дело в том, что насосы типа VE отличаются высокой степенью унификации конструкции, и это позволяет в качестве временной меры использовать детали от других ТНВД или даже устанавливать ТНВД от другой модели дизеля. Причем выбор такой замены довольно простой: основные конструктивные параметры насоса фактически зашифрованы в его маркировке.

Например, есть ТНВД с маркировкой VE 4/9 F 2250 R 12. Здесь V — насос распределительного типа; E — семейство ТНВД; 4 — число цилиндров дизеля, для которого насос предназначен; 9 — диаметр плунжера

Таблица 1

Тип камеры сгорания	Наддув	Величины коэффициентов		
		A	B	C
Разделенная	Нет	615	930	670
Разделенная	Есть	365	180	100
Неразделенная	Нет	355	440	400
Неразделенная	Есть	300	240	140

насоса; F — регулятор центробежного типа; 2250 — номинальная частота вращения вала насоса; R — насос правого вращения (L — насос левого вращения); 12 — индекс исполнения.

В маркировке ТНВД VE японского производства к перечисленному добавляется аббревиатура NP (например, VE 4/8 F 2500 LNP 347"). Кроме того, название фирмы-изготовителя может быть указано на табличке, закрепленной на корпусе насоса, или дано в виде рельефных букв на корпусе.

Более сложная проблема — регулировка топливоподачи и настройка насоса для работы на данном конкретном дизеле: их без знания характеристик топливоподачи, необходимых для данного дизеля, выполнить трудно.

Здесь возможны два варианта — характеристики топливоподачи дизеля известны (приведены в инструкции по его эксплуатации и ремонту); характеристики неизвестны.

При первом варианте сложностей, очевидно, нет: насос снимают с двигателя и регулируют на стенде в соответствии с требованиями инструкции. Во втором придется идти обходным путем — исходить из технических данных дизеля, т. е. его рабочего объема, мощности, номинальной частоты вращения коленчатого вала и конструктивных особенностей. Идеология и технология здесь следующие.

Из теории известно, что удельный эффективный расход топлива для определенных типов дизелей изменяется в достаточно узких пределах, особенно на режиме максимального крутящего момента. Это означает, что по основным выходным показателям (номинальные мощность и частота вращения коленчатого вала), конструктивным параметрам (рабочий объем, число цилиндров и тип смесеобразования) дизеля можно определить необходимую цикловую подачу топлива на режиме максимального крутящего момента (в мм<sup>3</sup>):

$$V_{\text{ЦМ}} = 278 \frac{iV_h}{i\rho_T} p_{\text{ем}} (A - Bp_{\text{ем}} + Cp_{\text{ем}}^2).$$

(Здесь  $p_{\text{ем}} = 30 \frac{k_M N_e \tau}{iV_h n}$  — среднее эффективное давление, МПа;  $iV_h$  — рабочий объем дизеля, л;  $N_e$  — номинальная мощность, кВт;  $n$  — номинальная частота вращения коленчатого вала, мин<sup>-1</sup>;  $i$  — число цилиндров;  $\tau$  — тактность двигателя (2 или 4);  $\rho_T$  — плотность топлива, кг/м<sup>3</sup>; A, B, C — эмпирические коэффициенты для режима максимального крутящего момента;  $k_M$  — коэффициент запаса крутящего момента или коэффициент приспособляемости, который обычно для дизелей составляет 1,1–1,25.

Значения коэффициентов A, B и C для  $p_{\text{ем}} > 0,4$  МПа (4 кгс/см<sup>2</sup>) приведены в табл. 1.

Значения коэффициентов A, B и C для  $p_{\text{ем}} > 0,4$  МПа (4 кгс/см<sup>2</sup>) приведены в табл. 1.

Таким образом, для конкретного дизеля потребная цикловая подача на режиме максимального крутящего момента определяется в последовательности:

1. Из технического описания берутся номинальные мощность и частота вращения коленчатого вала, рабочий объем, число цилиндров, тактность, тип камеры сгорания дизеля; определяется, наддувный он или безнаддувный. Причем здесь может быть только одна трудность — с определением типа камеры сгорания. Но она разрешима: на дизелях с неразделенной камерой сгорания применяются сопловые, т. е. со струйными распылителями, форсунки, а на дизелях с разделенными камерами сгорания — форсунки со штифтовыми распылителями (штифтовые).

2. Вычисляется среднее эффективное давление с учетом коэффициента  $k_M = 1,17$ .

Таблица 2

Дизель	Число цилиндров	$N_{\text{ном}}$ , кВт	$n_{\text{ном}}$ , мин <sup>-1</sup>	$iV_h$ , л	Камера сгорания	Наддув	$p_{\text{ем}}$ , МПа	Цикловая подача на режиме максимального крутящего момента, мм <sup>3</sup>		Разница между установленной и рассчитанной подачами, %
								установленная изготовителем	рассчитанная	
"Рено 852-j8S"	4	56	4200	2,50	Разделенная	—	0,74	45,5	45,1	0,8
"Тойота 2L"	4	61	То же	2,45	"	—	0,82	52,8	50,7	4,0
"Тойота 3L"	4	62	3800	2,78	"	—	0,81	57,4	56,7	1,2
"Мазда R2"	4	47	4000	2,20	"	—	0,74	40,0	39,8	0,5
"Фольксваген 1Y"	4	50	4400	1,90	"	—	0,83	38,5	39,8	3,5
"Фольксваген RA"	4	59	4500	1,59	"	+	1,14	42,5	43,8	3,1
"Фольксваген AAZ"	4	55	4400	1,90	"	+	0,91	То же	41,0	3,6
"Фольксваген AFN"	4	81	4150	То же	Неразделенная	+	1,42	57,0	54,3	4,8

3. По табл. 1 выбираются значения коэффициентов  $A$ ,  $B$  и  $C$ .

4. Вычисляется цикловая подача  $V_{цм}$  для плотности дизельного топлива, типичная для прогретого дизеля ( $\rho_T = 820 \text{ кг/м}^3$ ).

Результаты такого расчета для нескольких дизелей, оснащенных ТНВД типа VE, приведены в табл. 2, откуда видно, что расчетные данные хорошо совпадают с теми, которые устанавливают производители дизелей: расхождение составляет 0,5—4,8 %.

Используя рассчитанное значение цикловой подачи как базовое, оценивают цикловую подачу топлива на

номинальном режиме и режиме пуска. Как показывает статистика, для номинального режима она на 0—15 % меньше ( $V_{цн} = (0,85 \div 1,0) V_{цм}$ ), а для режима пуска, наоборот, больше в ~1,5 раза ( $V_{цп} = (1,0 \div 1,5) V_{цм}$ ).

Таким образом, воспользовавшись рассмотренной выше методикой, можно, как видим, во-первых, довольно просто оценить, подойдет или не подойдет имеющийся в "запасе" ТНВД для данного конкретного дизеля, во-вторых, определить значения цикловых подач, на которые нужно отрегулировать выбранный насос на стенде.

УДК 629.1.066

## СИСТЕМА ДЛЯ ОЦЕНКИ СТАТИСТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОБИВНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ

Д-р техн. наук Г. Н. ЗЛОТИН, канд. техн. наук Е. А. ФЕДЯНОВ,  
Ю. И. МОИСЕЕВ

ВолгГТУ

Поиск дополнительных резервов улучшения показателей автомобильных двигателей с искровым зажиганием заставляет глубже изучать проблему межцикловой нестабильности их работы. И вот почему. Как показывают исследования и опыт, эта нестабильность, ее уровень во многом характеризуют совершенство рабочего процесса в двигателе, а также исправность последнего. Другими словами, чем меньше межцикловая нестабильность, тем лучше показатели двигателя. Причина понятна: нестабильность — результат невоспламенения или плохого воспламенения топливовоздушной смеси, которое начинается с пробоя межэлектродного зазора на свече зажигания и зависит от энергии так называемой емкостной фазы разряда.

Эта энергия, как известно из электротехники, прямо пропорциональна емкости вторичной цепи системы зажигания, продолжительности емкостной фазы и квадрату пробивного напряжения, т. е. напряжения, при котором искра начинает "проскакивать" между электродами свечи. Известно и то, что емкость вторичной цепи и продолжительность емкостной фазы — параметры, практически не зависящие или мало зависящие от режима работы, качества смесеобразования, степени турбулентности смеси внутри цилиндра и др. Пробивное же напряжение, наоборот, зависит от них сильно.

При этом случайный характер турбулентности, межцикловые вариации качества смесеобразования приводят к тому, что значения пробивных напряжений от цикла к циклу не остаются постоянными. Следовательно, меняется и количество энергии, выделяющейся в емкостной фазе разряда, т. е. начальные условия формирования очага воспламенения. Отсюда очевидный вывод: если располагать статистической картиной значений пробивных напряжений, можно, при прочих равных условиях, судить о межцикловой нестабильности и качестве смесеобразования.

На этом выводе и основана созданная на кафедре "Теплотехника и гидравлика" ВолгГТУ измерительная система, позволяющая получать такие характеристики на любом работающем ДВС с искровым зажиганием.

Система довольно простая. Она включает четыре элемента — многоканальный компаратор с независимой регулировкой порогового напряжения по каждому каналу, резисторный делитель напряжений, блок цифровых частотомеров и шлейфовый осциллограф. Из них наиболее сложный, естественно, компаратор, каждый блок которого собран (рис. 1) на микросхемах серии К140 и питается от специального двухполярного источника питания напряжением 15 В.

Вход компаратора подключен к выходу делителя, который состоит из резисторов сопротивлением 160 МОм и 250 кОм и своим входом подключен к свече зажигания.

После пробоя межэлектродного промежутка свечи напряжение с высокоомного ( $R = 160 \text{ МОм}$ ) плеча делителя поступает на вход эмиттерного повторителя и далее в компаратор, который пропускает все сигналы, превышающие установленное пороговое напряжение. Число этих сигналов фиксируется частотомерами. Время счета задается в зависимости от объема желаемой выборки и частоты вращения коленчатого вала двигателя.

Чтобы статистическая картина была наглядной, в каждом канале компаратора устанавливается свое пороговое напряжение. Причем его можно изменять для всех или части каналов непосредственно в ходе опыта. Это дает возможность получить желательное для статистического анализа число разбиений общего интервала изменения величины пробивного напряжения.

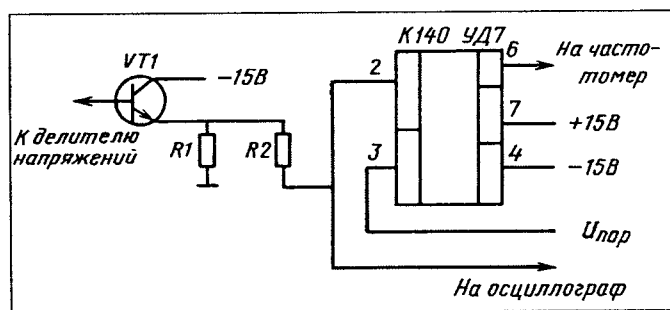


Рис. 1. Схема компаратора с эмиттерным повторителем

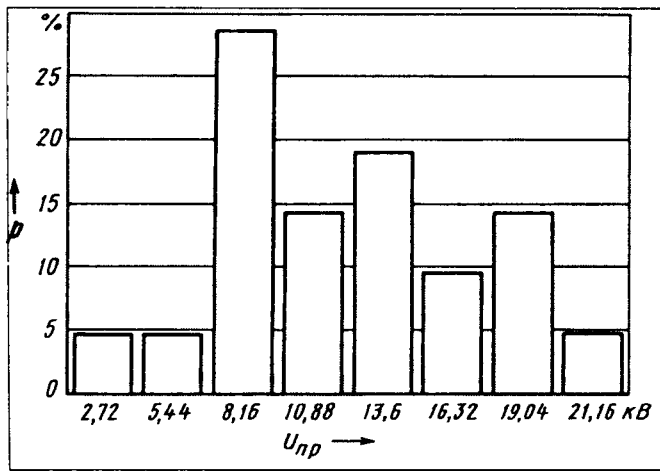


Рис. 2. Гистограмма пробивных напряжений у двигателя с неисправностями во вторичной цепи

Шлейфовый осциллограф используется в тех случаях, когда требуется получить полную картину разряда.

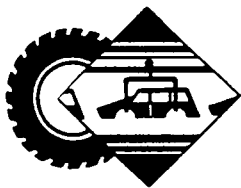
Частотомеры могут быть заменены АЦПУ с непосредственной передачей дискретных значений про-

бивных напряжений в ЭВМ для последующей статистической обработки.

Пример гистограммы пробивных напряжений, полученной с помощью рассмотренной выше измерительной системы для одного из цилиндров двигателя ВАЗ на режиме  $n = 2200 \text{ мин}^{-1}$  и  $p_e = 0,25 \text{ МПа}$  ( $2,5 \text{ кгс/см}^2$ ), приведен на рис. 2. Из рисунка видно, что почти 30 % срабатываний системы зажигания происходят в диапазоне  $U_{пр} = 6\div9 \text{ кВ}$ , т. е. при довольно низком вторичном напряжении. Как оказалось, причина этого — нарушение изоляции высоковольтной цепи, из-за которого вследствие вибраций периодически происходит пробой на "массу".

На циклограмме отчетливо видна и вторая зона,  $U_{пр} = 1\div6 \text{ кВ}$ : на нее приходится ~9 % циклов. Появление таких чрезмерно низких пробивных напряжений — нагар на свече, который шунтирует ее.

Как видим, рассмотренная система дает возможность не только исследовать статистические характеристики пробивных напряжений, но и диагностировать систему зажигания.



## ТЕХНОЛОГИЯ, ОБОРУДОВАНИЕ, МАТЕРИАЛЫ

УДК 629.11.012.814

### МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ И СРЕДСТВА СНИЖЕНИЯ ВИБРОНАГРУЖЕННОСТИ БОЛЬШЕГРУЗНЫХ АТС

В. В. КОРСАКОВ, канд. техн. наук М. И. ГОРБАЦЕВИЧ, А. М. МАРИНИЧ  
МАЗ

Создание систем поддрессоривания, способных защищать водителя, пассажиров, перевозимые грузы и элементы конструкции от воздействия вибрации, — проблема, с которой постоянно сталкиваются разработчики автомобильной техники. Причем эта проблема — не из простых. Достаточно сказать, что автомобиль МАЗ, например, с точки зрения вибронгруженности рабочего места водителя должен удовлетворять требованиям таких нормативных документов, как ГОСТ 12.1.012—90, СП 4616—88 Российской Федерации и Сан ПиН 11-08—94 Республики Беларусь, а также пройти регистрацию в Госсанэпиднадзоре РФ и у главного государственного санитарного врача Белоруссии.

Теория и практика, в общем, достаточно полно отработали задачу повышения пассивной вибробезопасности АТС. В частности, определили средства, с помощью которых эта задача решается.

Таких средств шесть: совершенствование подвески кабины (установка на пружинах или пневмоподвеске); замена многоресорных в передней подвеске тягача и подвеске полуприцепа на малоресорные или пневмоподвеску, в задней подвеске тягача — на пневмоподвеску, торсионной подвеске сиденья водителя — тоже на пневмоподвеску; применение амортизаторов.

Все они, как видим, реализуют практически два направления — повышение плавности хода АТС и прямое улучшение виброзащитенности водителя. Это, конечно, упрощает работу конструкторов: они знают,

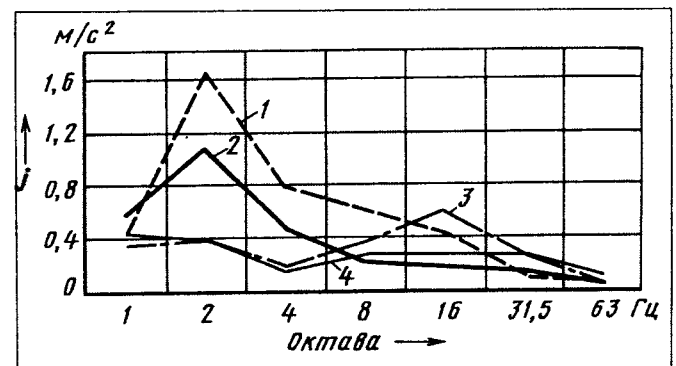


Рис. 1

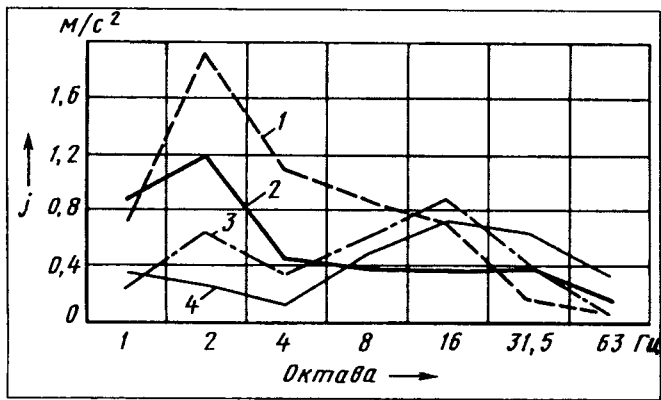


Рис. 2

из чего можно выбирать. Что же касается конкретных технических решений, выбора оптимальных структурных, кинематических, динамических, эксплуатационных параметров систем виброзащиты, то здесь приходится идти традиционным путем — просчитывать несколько альтернативных вариантов, а затем уточнять их натурными испытаниями. Правда, злоупотреблять числом вариантов нежелательно. Скажем, если, берется 10 параметров и каждый из них рассматривается при 10 его значениях, то пересчитывать придется  $10^{10}$  вариантов, что непосильно даже для современных ЭВМ. Поэтому на МАЗе при совершенствовании конструкции АТС широко используют обходный путь — метод интегральной оценки, позволяющий сравнивать как варианты отдельных элементов, так и АТС в целом.

Данный метод предусматривает два оценочных критерия: собственно интегральный, фиксирующий время непрерывного движения автомобиля, в течение которого водитель на своем рабочем месте получает 100%-ю дозу вибрации по ИСО 2631—78; среднеквадратические ускорения в характерных точках автомобиля в октавных полосах частот от 0,7 до 90 Гц.

Использование этих двух критериев значительно упрощает работу конструкторов. Уже хотя бы потому, что по критериям, определенным на разработанном

Автомобиль	Скорость движения по асфальту, км/ч	Время, ч, непрерывного движения, в течение которого суммарная доза виброускорений достигает 100 % допустимой по ИСО 2631-78	
		по вертикальным ускорениям	по продольным ускорениям
МАЗ серийный	70	1,5	1,4
МАЗ новый	70	3,8	5,0

образце и снятым с образца-аналога, образца — базового варианта и т. п., можно сразу сказать, каково качество примененного решения (то ли оно — шаг вперед, то ли, наоборот, шаг назад).

Кроме того, получение обоих критериев — процесс не очень трудоемкий. Например, интегральный критерий определяется с помощью специального виброметра мод. 2512 (выпускает датская фирма "Брюль и Кьер") — трехкомпонентного акселерометра, а октавные спектры вибраций в характерных точках автомобиля — с помощью усилителя KWS 673 A7 (ФРГ), магнитографов R-61 и R-260C (Япония), датчиков ускорений A350-10H (Япония), анализаторов 2131 (Дания) и УВМ СМ-2 (Россия). Испытания проводятся на трех аттестованных участках дорог общего пользования: участок асфальтированного шоссе протяженностью 20 км (определяется интегральный критерий); участок такого же шоссе протяженностью 2 км и участок булыжного шоссе протяженностью 1 км (определение спектров колебаний). Режимы движения по участкам с асфальтированным шоссе — заезды при постоянных скоростях 50, 60 и 70 км/ч; по участку с булыжным покрытием — 20, 30, 40 км/ч.

Из сказанного следует, что интегральный критерий позволяет сравнивать вибронгруженность разных АТС, взятых, так сказать, в целом. Второй критерий дает возможность решать и конкретные задачи по улучшению плавности хода АТС, поскольку он обобщает данные по конкретным точкам их конструкции. Это хоро-

Таблица 2

Автомобиль	Комплектация подвески	Условия испытаний			Среднеквадратическая величина ускорений, м/с, в октавах частот, Гц						
		дорожное покрытие	скорость движения, км/ч	направление ускорений на сиденье	1	2	4	8	16	31,5	63
Серийный	Передняя и задняя подвески тягача — многорессорные; подвеска кабины — пружинная; подвеска сиденья — рычажно-торсионная; подвеска полуприцепа — пневматическая	Асфальт	70	Вертикальное	0,43	1,63	0,78	0,58	0,44	0,11	0,05
		То же	70	Продольное	0,34	0,38	0,19	0,36	0,60	0,27	0,06
		Булыжник	30	Вертикальное	0,73	1,89	1,10	0,86	0,70	0,16	То же
		То же	30	Продольное	0,24	0,64	0,34	0,60	0,89	0,42	"
Новый	Передняя подвеска тягача — малолестовая рессорная; подвески задняя, кабины, сиденья и полуприцепа — пневматические	Асфальт	70	Вертикальное	0,57	1,09	0,47	0,21	0,18	0,14	0,05
		То же	70	Продольное	0,43	0,38	0,15	0,27	0,28	0,26	0,11
		Булыжник	30	Вертикальное	0,87	1,19	0,45	0,38	0,37	0,38	0,16
		То же	30	Продольное	0,35	0,26	0,13	0,48	0,72	0,63	0,33

шо видно из рис. 1 и 2, а также табл. 1 и 2, на которых приведены результаты испытаний двух автомобилей — серийного МАЗ-54321 и нового (из семейства автомобилей МАЗ-5440/6430): пневмоподвески и малолитовые рессоры позволили значительно улучшить плавность хода, снизить вибронегруженность нового автомобиля. Так, в наиболее важных для плавности хода октавах 2, 4, 8 и 16 Гц вертикальные ускорения на сиденье водителя уменьшились на 63,8 %, продольные — на 61,8 %. Правда, в октаве 1 Гц ускорения, наоборот, несколько возросли. Но их можно легко снизить за

счет изменения регулировки сиденья, характеристик амортизаторов его подвески и подвески кабины.

Если же обратиться к интегральному критерию, то становится ясным, что плавность хода нового автомобиля МАЗ в 2,6—3,5 раза лучше, чем у серийного автомобиля.

Таким образом, рассматриваемый метод, как показывает опыт МАЗа, оказался инструментом, позволяющим в короткие сроки дорабатывать весьма сложные виброзащитные системы, резко повышать эффективность последних.

УДК 629.621.365.5

## ИНДУКЦИОННЫЙ НАГРЕВ И УПРАВЛЯЕМОЕ ОХЛАЖДЕНИЕ — ЭФФЕКТИВНЫЙ СПОСОБ УПРОЧНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ

А. П. РАКОМСИН, д-р техн. наук П. С. ГУРЧЕНКО

МАЗ

Индукционный нагрев деталей токами высокой частоты и его достоинства давно и широко известны. Он позволяет предотвратить окисление и обезуглероживание поверхностей, уменьшить деформации, упрочнять окончательно обработанные детали без последующей шлифовки; при переходе от цементации к закалке ТВЧ в сотни раз сокращается продолжительность процесса упрочнения, в несколько раз — затраты электроэнергии, отпадает необходимость в использовании природного газа, минеральных масел, асбеста, жаропрочных и жароупорных материалов, устраняются выбросы в окружающую среду вредных соединений и продуктов их распада. В связи с этим данный метод находит все более широкое применение на многих заводах, в том числе и автомобильных.

Автозаводу нужно продать свою продукцию, чего не сделаешь, не обеспечив ее конкурентоспособность. В том числе с точки зрения надежности, себестоимости и т. д. И здесь метод индукционного нагрева ТВЧ оказывается как нельзя более кстати. Характерный пример: на МАЗе этот метод применяют при обработке свыше 850 наименований изделий (закалка — более 250, нагрев под горячее деформирование — 400, нагрев под напайку-отпайку твердосплавных пластин на инструмент, закалка его хвостовиков — 200 и т. д.). Общая мощность высокочастотных генераторов, обеспечивающих всю эту работу, составляет 12820 кВт. Кроме того, большое (~250 наименований) число деталей, для изготовления которых МАЗ применяет ТВЧ, в настоящее время по его технологии делают Минский завод колесных тягачей, Жодинский кузнечный завод тяжелых штампов, Калининградский и Бобруйский авторемонтные заводы, Барановичский и Осиповичский заводы автомобильных агрегатов, некоторые белорусские предприятия, а также предприятия стран СНГ. Причем делают в больших количествах. Достаточно сказать, что только на Минском рессорном за-

воде при помощи специалистов МАЗа введены в действие индукционные установки общей мощностью более 1200 кВт. В том числе две уникальные, мощностью по 500 кВт, разработанные специалистами МАЗа и предназначенные для нагрева заготовок под прокатку переменного профиля малолитовой рессоры.

Собственной разработки и большинство индукторов, охлаждающих устройств и технологий, применяемых на МАЗе. Причем все они созданы с учетом производственного опыта обработки именно деталей автомобилей МАЗ. Например, в каталог индукторов уже вошли более 200 их наименований. Сюда включены и самые простые типовые, предназначенные для обработки цилиндрических валов и осей (индукторы одно-временной и непрерывно-последовательной закалки; крепящиеся к закалочному трансформатору с помощью шпилек или пневмозажимов; отличающиеся диаметром и длиной закаливаемой зоны), и специальные, в том числе используемые на оригинальных закалочных установках; предназначенные для индукционного нагрева детали сложной формы; с магнитопроводами из пластин электротехнического железа толщиной 0,15—0,20 мм, керамических ферритов или самотвердеющих магнитомягких смесей на основе железного порошка и эпоксидной смолы и т. д.

На МАЗе действует заводской стандарт (СТП 17.37.160—87), который рекомендует детали, выполненные из среднеуглеродистых низколегированных сталей, подвергать индукционной закалке. Однако практика расширила рамки этого стандарта: сейчас индукционной закалкой упрочняют и некоторые детали,

Таблица 1

Марка стали	Гарантированная твердость поверхности, HRC <sub>э</sub>	Контрольная твердость по толщине закаленного слоя, HRC <sub>э</sub> , не менее
30	40—50	30
35	45—56	35
40, 40Л, 40ХНГМА	51—62	40
45, 45Х, 45ХН2МФА, 40Х	53—65	45
40ХН	53—65	40
30ХГСА	48—60	35
35ХГСА, 38ХГСА	50—60	40
47ГТ	53—63	40
У7, У8, У10	56—66	45

изготовленные из низкоуглеродистых, высокоуглеродистых и сложнелегированных сталей (табл. 1).

Толщина эффективного закаленного при индукционном нагреве слоя контролируется по его твердости или по структуре. При этом для ряда деталей ее принимают равной расстоянию от поверхности до зоны со структурой, содержащей 50 % мартенсита. Но для деталей, подвергающихся в процессе упрочнения отпуску и изготовленных из отожженных и нормализованных заготовок, нижняя кромка этого слоя считается совпадающей с границей появления первых включений феррита, а приемлемыми интервалами толщин — 0,8—2,5; 1,5—4,0; 2,0—5,0; 3,0—6,0; 5,0—9,0 мм. Причем в случае закалки наиболее ответственных деталей интервалы твердости и толщины могут задаваться в более жестких пределах, а в случае менее ответственных — только нижнее значение твердости или толщины закалочного слоя.

Все перечисленные условия обеспечиваются соответствующим выбором марки стали (содержанием углерода в ней) и режимов обработки (нагрев и охлаждение при закалке обеспечивают нижний предел твердости, а режим последующего отпуска — верхний ее предел). Причем при выборе марки стали для конкретной детали руководствуются правилом: чем выше нужна твердость зоны закалки, тем выше должно быть содержание углерода в стали. Однако при этом приходится учитывать, что стали с содержанием углерода более 0,40 % склонны к образованию закалочных трещин при закалке водой (другие закалочные среды при индукционной закалке на МАЗе не применяют). В связи с этим для деталей, имеющих в зоне закалки острые кромки, переменную площадь сечения, проточки, шлицы, отверстия и другие концентраторы напряжений, берутся, как правило, стали с содержанием углерода не более этих 0,40 %. Если же таких сталей нет, то к другим сталям применяют специальные, предотвращающие появление закалочных трещин, приемы закалки. И здесь, как показал опыт, без знания закономерностей нагрева и охлаждения поверхности обрабатываемых деталей при индукционной закалке не обойтись. Правда, получить такую информацию трудно: публикаций на эту тему практически нет, а прямые измерения температуры в индукторе, поскольку она изменяется со скоростью сотен и даже тысяч градусов за секунду, неосуществимы. Остается один путь — математическое моделирование температурных полей. По нему решили пойти специалисты МАЗа: совместно с ИТМО НАНБ в последние годы разрабатывают методику и программу расчета, учитывающую скоростные и электрические параметры нагрева, а также тепловые и электрические свойства применяемых сталей и охлаждающей среды. В итоге появилась возможность не только определять термокинетические параметры индукционной закалки поверхностных и глубинных слоев при упрочнении любых деталей (например, зубчатых колес, шлицевых и цилиндрических валов и т. д.), но и создавать оптимальные технологии их обработки. Например, 6 % из числа упрочняемых на МАЗе с помощью ТВЧ деталей — это детали со сложной формой зоны закалки (внутренние и наружные зубчатые венцы, шлицевые поверхности, галтели). Основная свя-

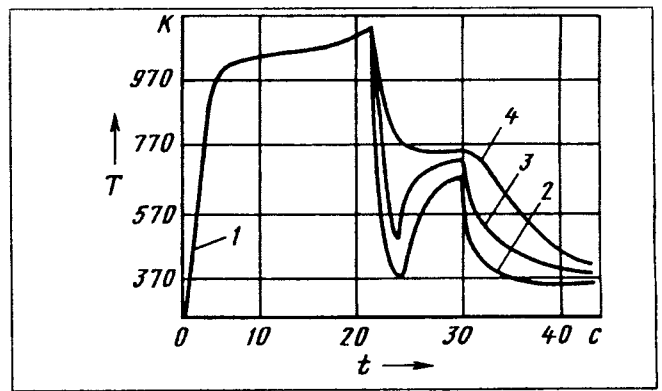


Рис. 1. Расчетные графики индукционного нагрева и прерывистого охлаждения шлицевых поверхностей изделия диаметром 65 мм при высоте шлица 10 мм и его толщине 5 мм:

1 — нагрев ТВЧ; 2 — изменение температуры вершины шлица; 3 — изменение температуры впадины; 4 — изменение температуры изделия на глубине 10 мм от поверхности впадины

занная с ними проблема — закалочные деформации и трещины. Методика МАЗ—ИТМО позволила выявить их связь с нагревом и охлаждением, разработать закалочные устройства с жестким дозированием того и другого, а также режимы, позволяющие выполнять программные нагрев и охлаждение при упрочнении, регулировать параметры закалочной жидкости, подаваемой на обрабатываемую поверхность.

Главная особенность разработанной технологии состоит в следующем (рис. 1). Деталь, как видно из рисунка, нагревается ТВЧ до температуры ~1050 К (970 °С), и водяной спрейер охлаждает ее в несколько этапов разной продолжительности. Первый из них, в зависимости от размеров изделия, длится 0,5—2 с; затем 2—10 с — пауза, в течение которой температура верхних слоев материала снова повышается, но уже не за счет нагрева ТВЧ, а благодаря теплопередаче от слоев внутренних. После этого снова охлаждение и снова пауза и т. д.

Благодаря цикличности охлаждения температура по сечению изделия выравнивается, а в закаленном слое идет самоотпуск, снижающий уровень внутренних напряжений. Причем самоотпуск на глубине до 1/5—1/2 толщины упрочненного слоя сопровождается (рис. 2) закалкой, в более глубоких слоях — ступенчатой закалкой или промежуточными ее видами.

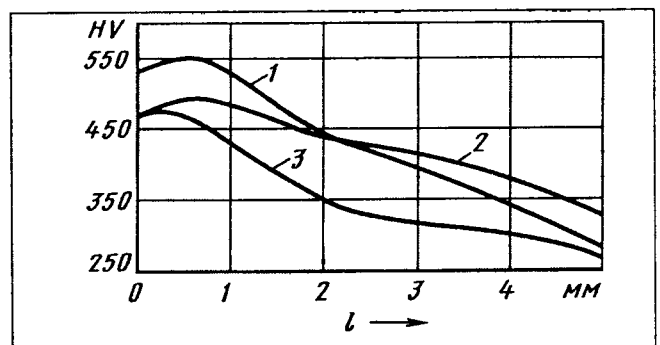


Рис. 2. Распределение твердости по глубине  $l$  упрочненного слоя в направлении радиуса (1), цилиндрической части (2) и торца (3) поворотного кулака (сталь 40X) после индукционного нагрева и прерывистого охлаждения



Марка стали	Химический состав, %						Твердость, <i>HV</i>
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Ti (Mo)	
40X	0,40	0,25	0,70	1,00	0,20	—	720—850
40XH	0,39	0,26	0,60	1,00	0,90	—	700—800
40XГНМ	0,39	0,24	0,55	0,60	1,10	(0,13)	660—850
35XГС	0,38	1,2	0,9	1,10	0,20	—	660—800
30XГТ	0,32	0,26	0,85	1,17	0,20	0,03	630—750
25XГТ	0,23	0,24	0,90	1,20	0,20	0,05	570—650
18XГТ	0,18	0,28	0,85	1,20	0,15	0,05	490—625

Такие режимы закалочного охлаждения предотвращают образование трещин и уменьшают деформации при закалке шлицевых деталей, деталей с галтелями и т. п., выполненных даже из сталей 45, 40X, 45X, 30XГСА. Но для еще более сложных деталей, в частности, шестерен с внутренними и наружными зубьями модулем от 4 до 12 мм, есть своя технология, характерная особенностью которой — переменная скорость относительного перемещения индуктора и зубчатой поверхности: наибольшая при нагреве вершины зуба, она постепенно уменьшается — вплоть до выдержки на впадине.

Зубья и впадины закалывают поочередно, в автоматическом режиме.

Химический состав сталей для шестерен и твердость боковой поверхности зубьев, достигаемая в результате индукционной закалки, приведены в табл. 2. Из нее видно, что результаты получаются хорошими: скажем, шестерни из дешевой стали 40X не уступают шестерням из 18XГТ и 20XH3A, упрочненным цементацией и азотированием. Очень важно и то, что эта технология недорогая, высокопроизводительная и экологически абсолютно чистая. Например, затраты электроэнергии при ней в 6—15 раз ниже, чем при печных видах упрочнения; процесс обработки завершается не через сутки-двое после подачи на упрочнение, а через единицы минут; очистка и механическая обработка деталей после упрочнения не требуются.

Так обстоят дела с использованием технологий на основе ТВЧ. Но есть на МАЗе изделия, для которых эти технологии применить пока не удалось. Прежде всего, штампы, необходимые для изготовления круп-

ногабаритных деталей автомобилей и прицепов МАЗ. Здесь пока приходится использовать традиционные технологии, причем чаще всего доработав их в соответствии с современными требованиями. Характерный пример — закалка тех же кузнечных штампов массой до 8 т и размерами до 1200 × 1000 × 1000 мм.

Рабочая часть такого штампа (гравюры) в процессе работы подвергается интенсивному изнашиванию, поэтому ее твердость должна быть очень высокой. Крепежная же часть (хвостовик), наоборот, должна быть пластичной, чтобы не расколоться при ударах. Частично проблема решается тем, что при традиционных способах закалки нагретый штамп погружают в минеральное масло и отпускают при температуре 720—820 К (450—550 °С), а потом крепежную часть подвергают дополнительному отпуску, нагревая ее в течение нескольких часов в газовой щелевой печи. Однако из-за высокой теплопроводности стали получить в штампе большой градиент температур не удастся, поэтому разница в твердости гравюры и хвостовика штампов обычно невысока, что, естественно, сказывается на сроках их службы. На МАЗе штампы (сталь 5XНМ) после печного нагрева до 1130 К (860 °С) охлаждают не в каких-то специальных средах, а водовоздушной смесью. Причем охлаждают только со стороны гравюры.

Режим охлаждения заранее рассчитан путем математического моделирования распределения температурных полей по поверхности и сечению штампа и предусматривает определенные управляющие воздействия на каждую форсунку — с тем, чтобы обеспечить нужное протекание термической кривой охлаждения в каждой зоне упрочняемой гравюры (рис. 3). В результате твердость последней после охлаждения составляет 41—46 HRCэ. Это несколько выше получаемой (36—42 HRCэ) при традиционных закалке "в масло" и печном отпуске на температуру 810 К (540 °С). На хвостовике же твердость оказывается равной 24—28 HRCэ, что соответствует оптимальной для печной обработки.

Таким образом, технология водовоздушной закалки позволила получать более благоприятное сочетание твердости на рабочей и крепежной части штампов. Причем без операций печного отпуска всего штампа и отпуска его хвостовика в щелевой газовой печи. Главное же, срок службы обработанных таким образом штампов возрастает в 1,5—2 раза. (Не говоря уже о том, что, как упоминалось выше, расход минерального масла при обработке штампа сводится к нулю, а расходы природного газа и электроэнергии резко снижаются.)

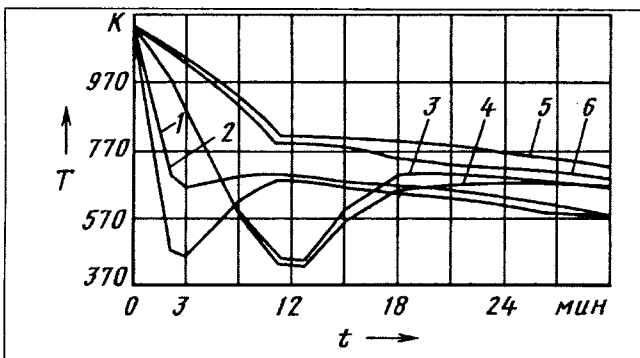


Рис. 3. Изменение температуры гравюры (1) и крепежной части (2) молотовой вставки диаметром 200 мм и высотой 140 мм, а также на разных частях гравюры (3 и 4) и крепежной части (5 и 6) штампа размерами 500 × 500 × 450 мм при управляемой закалке после нагрева в печи до температуры 1030 К (860 °С)

## МЕТАЛЛОПЛАКИРУЮЩАЯ ОБКАТКА — ТЕХНОЛОГИЯ, ПОВЫШАЮЩАЯ РЕСУРС ИЗДЕЛИЙ

Б. В. НАМАКОНОВ, Н. В. ЗОРЕНКО

Донецкий ГТУ

Повышение износостойкости деталей — давняя и постоянная забота конструкторов и технологов. Причем средства борьбы с изнашиванием, несмотря на их разнообразие, построены, в общем, на одном принципе — увеличении сопротивляемости абразивному изнашиванию за счет увеличения твердости поверхности трения. Этот принцип себя оправдал: износостойкость большинства автомобильных деталей (их ресурс) за последние два-три десятка лет возросла многократно. Однако выявились и исключения из правила: на поверхностях трения некоторых деталей еще в самом начале эксплуатации АТС появлялись задир. То есть детали выходили из строя неизношенными.

Исследования показали: причина — в недостаточных прирабатываемости и противозадирной стойкости материалов. В итоге на детали начали наносить покрытия, способные выполнять функции прирабатываемых, противозадирных и антифрикционных. Особенно хорошо себя зарекомендовали в этом смысле покрытия из меди и медесодержащих сплавов, наносимые на сталь и чугун натиранием — методом, очень простым и доступным в технологическом отношении: благодаря ему фактический эксплуатационный ресурс деталей возрастает в 1,5—4 раза.

Но натирание — лишь один из методов нанесения покрытий. Более современен второй метод — металлоплакирующей обкатки, при котором покрытие выделяется из специальной технологической жидкости сразу на всех поверхностях трения в узле или агрегате.

Такова технологическая сторона проблемы. Если же говорить о ее "физике", то можно сказать следующее.

Металлоплакирующая пленка — это пленка защитная, в которой при работе детали протекают диффузионно-вакансионные процессы сдвига. Она образуется в начальной ста-

дии трения за счет избирательного переноса меди из металлоплакирующей смазки, состоящей из растворов солей меди, латуни, бронзы или других металлов и сплавов. В его ходе металл выделяется на поверхности трения, находящейся под воздействием поверхностно-активных веществ. Он и играет роль твердой смазки, которая, во-первых, активно воздействует на молекулярно-атомную структуру материала; во-вторых, "питает" поверхностный слой в случае его изнашивания; в-третьих, постоянно воссоздает тонкую пленку пластичного металла.

Метод металлоплакирующей обкатки можно, в принципе, использовать для любых деталей. Но он особенно целесообразен там, где поверхности трения подвергаются задиром, коррозионному или кавитационному изнашиванию. Типичный тому пример — детали насоса гидроусилителя рулевого привода. Поэтому именно для него в Донецком ГТУ разработаны и химический состав (на основе глицерина и солей меди), и технология обработки деталей, которая сводится к следующему.

Полностью собранный насос промывают в теплом (313—323 К, или 40—50 °С) растворе моющего средства МС-15; ополаскивают горячей чистой водой; заполняют технологической металлоплакирующей жидкостью, вязкость которой на ~20 % ниже вязкости моторного масла. Затем обкатывают насос на стенде по программе завода-изготовителя гидроусилителя в течение не более 1,5 мин: дело в том, что время — критический для процесса параметр.

Так, если оно равно 5—10 мин, то на деталях насоса (всех его внутренних поверхностях) образуется рыхлый и толстый слой меди, по "вине" которого пластины статора "залипают" в пазах, что резко ухудшает параметры (давление на выходе и производительность) насоса. При време-

ни 4 мин и менее слой меди получается тонким и ровным, а параметры насоса — наилучшими. Например, установлено, что при 2 мин насос, давление на выходе из которого перед обкаткой составляло 6,8 МПа (68 кгс/см<sup>2</sup>), производительность была равной 10,5 л/мин, после обкатки увеличил выходное давление до 8,00 МПа (80,0 кгс/см<sup>2</sup>), а производительность — до 12,3 л/мин; при 3 мин эти цифры были соответственно равны: 70 и 10,8, 78 и 12; при 1,5 мин — 65 и 10,0, 80 и 12,3; при 1 мин — 65 и 10, 75 и 11,5. Так что 1,5 мин — действительно оптимум.

При нанесении в процессе трения (обкатки) медного покрытия из металлоплакирующей жидкости происходят следующие процессы. Во-первых, глицерин разрыхляет пленку оксидов, образовавшихся в процессе изготовления насоса; во-вторых, поверхность медного сплава пластифицируется; в-третьих, трение создает условия, в которых обеспечивается эффект безызносности (на поверхности не образуются, а, наоборот, разрушаются оксидные пленки); в-четвертых, снижается уровень поверхностной энергии, что ведет к самопроизвольному диспергированию, т. е. образованию коллоидной смазки в зазоре между поверхностями трения.

Обработанные в соответствии с рассмотренной технологией насосы многократно испытаны. Результат один: медное покрытие, нанесенное на рабочие поверхности деталей (статор, ротор, пластины), ни в одном случае не вымывалось маслом, т. е. оставалось таким же, как и после его нанесения.

Технологию, ввиду ее доступности, можно применять как в условиях массового, так и штучного производства, в том числе при ремонте насосов. И не только. Эксперименты доказали, что она пригодна для любых узлов и деталей гидравлической аппаратуры (моторов, золотников, гидроцилиндров), а также деталей коробки передач, редукторов и т. п. Причем стоимость их обработки не превышает 1 % стоимости изделия, а ресурс возрастает на 50 % и более.

## СТАНОК ДЛЯ СУПЕРФИНИШИРОВАНИЯ БОЧКООБРАЗНЫХ РОЛИКОВ

Канд. техн. наук В. Г. РАХЧЕЕВ

ГПЗ-9

Известно, что долговечность подшипников зависит от точности изготовления их рабочих поверхностей. Как и то, что обеспечить высокую точность довольно трудно. Особенно на дорожках качения большого радиуса цилиндрических и конических подшипников. Дело в том, что традиционная технология формообразования таких поверхностей основана на применении устройства, состоящего из опорных валков для базирования роликов и инструментальной головки, которая закреплена на осциллирующем коромысле, выполненном в виде рамки и размещенном между этими валками. В итоге колебательное движение абразивного бруска оказывается возможным лишь по дуге окружности радиусом, равным расстоянию от оси поворота коромысла до рабочей поверхности бруска. Но обеспечить большие размеры коромысла по ряду причин не удастся. Поэтому при суперфинишировании сферической поверхности радиусом, допустим, равным 90 м, т. е. соответствующим выпуклости профиля 5 мкм, концевые участки рабочей поверхности бруска при его повороте вокруг оси коромысла врезаются в обрабатываемую поверхность. Это ведет к неравномерности снятия припуска — в середине меньше, по краям больше. Таким образом, невозможность перемещения бруска, обусловленная ограниченными технологическими возможностями устройства, по дуге радиусом, равным радиусу поверхности обрабатываемой детали, приводит к искажению профиля сферы, т. е., как сказано выше, не дает требуемой точности ее формы. Другими словами, традиционная технология стала ограничивать возможности повышения качества подшипников.

В связи с этим в ОАО "Самарский подшипниковый завод" (ГПЗ-9) провели комплекс исследований, результатом которых стала разработка станка с более широкими технологическими возможностями.

Станок включает (см. рисунок) станину 1, на которой закреплены опоры валков 2; неподвижный 3 и подвижный 5 суппорты; ось 6 и ползуны 7 и 8 суппорта 5; портал 22, на котором смонтированы гидроцилиндр 21, вибратор 20, коромысло 18, выполненное в виде рамки 17 с бруском 16, а само оно связано со сходящимися рычагами 11 и 12, которыми шарнирно соединены ползуны 9 и 10.

В опорах валков 2 установлены также валки 13, профиль которых обеспечивает стабильное положение детали 15 в ходе обработки.

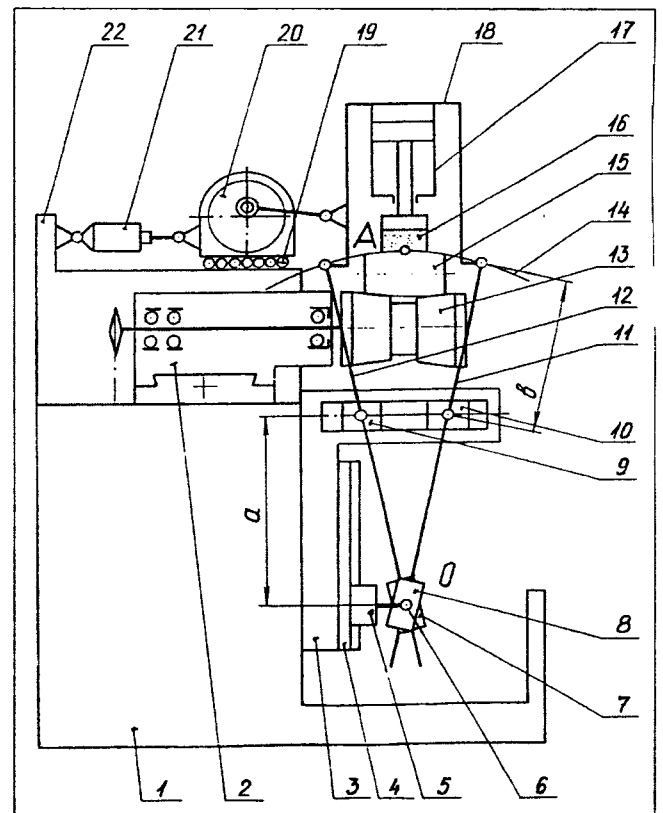
Рычаги 11 и 12 пересекаются в точке  $O$ , лежащей на оси 6 подвижного суппорта 5, и образуют с ползунами 9 и 10 вращательные пары, а с ползунами 7 и 8 — поступательные. Причем суппорт 5 может перемещаться по направляющим 24, ползуны 9 и 10 — в пазах суппорта 3, а вибратор 20 — по направляющим 19 качения.

Длина  $b$  звеньев рычагов (расстояние между коромыслами и ползунами, скользящими в неподвижных направляющих) выбрана из конструктивных соображений, а длина рычагов  $a$  определена расчетным путем ( $a = \sqrt{bR} - b$ ), с учетом требуемого радиуса  $R$  обрабатываемой поверхности.

Применение коромысла со сходящимися рычагами обеспечивает перемещение инструмента по строго заданной траектории 22, которую воспроизводит в процессе обработки точка  $A$ , лежащая на режущей части бруска, а применение ползунов, входящих во вращательные пары с рычагами, которые скользят в неподвижных направляющих, позволяет иметь опору для коромысла и инструментальной головки. В результате траектория движения инструмента по обрабатываемой поверхности не может сместиться от заданной. Ползуны, входящие в поступательные пары с рычагами, вращающимися вокруг неподвижной оси, дают возможность коромыслу вращаться по дуге. В связи с тем, что в момент наклона коромысла рычаги скользят в ползунах, расстояние между вращательными и поступательными парами (а следовательно, радиус  $R$  обрабатываемой поверхности) остается постоянным.

Станок работает следующим образом.

Обрабатываемая деталь 15 подается на валки 3 и начинает вращаться вместе с ними. Вибратор 20 передает от гидроцилиндра 21 коромыслу 18 со сходящимися рычагами 12 колебательное движение по дуге вокруг оси  $O$  и одновременно сообщает этому коромыслу дополнительно низкочастотные осциллирующие движения, повышающие интенсивность обработки детали. Затем инструментальная головка подводит абразив-



ный брусок 16 к детали, и начинается процесс ее обработки.

Как сказано выше, ползуны 9 и 10 соединены с рычагами 11 и 12 шарнирно, образуя тем самым вращательные пары. Чтобы обеспечить перемещение режущей части бруска 16 по строго заданной траектории 14, ползуны 9 и 10 совершают плоскопараллельные движения в пазе неподвижного суппорта 3.

Ползуны 7 и 8 вместе со свободно входящими в них сходящимися рычагами 11 и 12 образуют поступательные пары и шарнирно закрепляются на оси 6 неподвижного суппорта 5. Поэтому они могут, перемещаясь по направляющей, занять положение, соответствующее требуемому радиусу  $R$  обрабатываемой поверхности. Но так как эти рычаги имеют возможность свободного перемещения в ползунах 7 и 8, которые в крайних положениях коромысла 18 имеют разную длину, то положение точки  $O$  их пересечения остается неизменным.

После окончания обработки инструментальная головка отводит брусок 16, и деталь 15 с валков 13 убирают.

Таким образом, настройка станка на конкретную обрабатываемую деталь сводится, в общем, к определению расстояния  $a$  между его вращательными и поступательными парами. Как это делается, рассмотрим на примере обработки образующей конического ролика к подшипнику 7610А, используемому в ступице колеса автомобиля КамАЗ.

Длина ролика этого подшипника — 44,15 мм, требуемый радиус  $R$  обработанной поверхности — 20000 мм (величина выпуклости — 11 мкм); длина  $b$  звеньев рычагов от коромысла до ползунов, скользящих в неподвижных направляющих, у станка постоянна и равна 50 мм. Подставив две последние цифры в приведенную выше формулу, получаем:  $a = 950$  мм.

Технологические возможности нового станка с точки зрения величин радиуса выпуклости обрабатываемых сферических поверхностей очень велики. Нижняя граница — это  $a = 0$ , которой соответствует равенство  $R = b$ , а верхняя определяется лишь приемлемостью физических размеров станка. Например, если взять  $a = 2000$  мм и  $b = 50$  мм, то  $R = 84$  м; при  $a = 3000$  мм и  $b = 30$  мм радиус  $R = 306$  м.

УДК 629.628.517.2-03

## ШУМОЗАЩИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ФИРМЫ "СТАНДАРТПЛАСТ-ПЛЮС"

Неудержима тяга человечества к прогрессу и самосовершенствованию. С появлением в начале XX века автомобиля как продукта своей эпохи наряду с благами и удобствами, которые он принес, возникли и связанные с ним проблемы. И сейчас число этих проблем не только не уменьшается, но даже возрастает, причем их решение переходит на качественно новый уровень.

Так, на заре столетия, когда автомобиль был редким явлением, он не причинял стольких неудобств окружающим, как сегодня, когда стал неотъемлемой частью городского пейзажа. Одно из таких неудобств — создаваемый им шум. Поэтому конструкторы и акустики тратят немало усилий, чтобы если не устранить его полностью, то хотя бы снизить до терпимых уровней. Причем давно уже доказано: для эффективной борьбы с автомобильным шумом (как внешним, так и внутренним) одних совершенствований конструкции автомобиля недостаточно. Нужны комплексные решения. В том числе — специальные шумозащищающие материалы.

В России организаций, особенно предприятий, занимающихся шумоизолирующими и шумопоглощающими автомобильными материалами, не так уж много. Но они есть. Например, в г. Иванове, более известном как текстильный центр, есть предприятие, где подобралась хорошая команда знающих свое дело людей. Это фирма "Стандартпласт+", основными потребителями продукции которой уже стали ведущие производители автомобилей — ВАЗ, ГАЗ, УАЗ, МАЗ и др.

Теперь о самих материалах, выпускаемых фирмой. Все их можно разделить на четыре вида: шумопоглощающие, вибропоглощающие, прокладочные и деко-

ративные. (Это деление чисто условное, поскольку любой материал кроме основной функции выполняет и ряд вспомогательных.) Рассмотрим их.

**Шумопоглощающие материалы**, или **изотоны**, представляют собой эластичный пенополиуретан (ППУ) различной (10—40 мм) толщины, имеющий лицевое покрытие. За счет своей открытоячеистой структуры он очень эффективно поглощает и рассеивает "воздушный" шум. Причем с ростом толщины звукопоглощение смещается в область низких частот.

Лицевое покрытие (в зависимости от марки материала) — это либо перфорированная ПВХ (изотон В), либо металлизированная лавсановая пленка (изотон ЛМ), либо текстильное полотно (изотон Т). Первая из них помимо своего прямого назначения (поглощение звуковой энергии через поры) выполняет и функции декоративного покрытия. Изотон ЛМ обладает теплоотражающими свойствами и рассчитан на эксплуатацию в экстремальных условиях подкапотного пространства автомобилей. Самый перспективный из этой группы — изотон Т, поскольку обладает повышенным звукопоглощением и хорошими гигиеническими свойствами.

**Вибропоглощающие материалы**, или **визоматы**. Их три модификации — М1, М2 и М3.

Первые две — монолитные полимерные материалы одинакового химического состава, отличающиеся только толщиной. Они предназначены для борьбы со "структурным" шумом, распространяющимся в твердой среде (металл, дерево и др.), поэтому их крепят на вибрирующую поверхность, чтобы они демпфировали ее.

Визомат М3 представляет собой тот же визомат М2, но дублированный алюминиевой фольгой, которая повышает не только вибропоглощающие свойства материала, но и его термостойкость (за счет теплоотражающих свойств фольги).

**Прокладочные материалы**. Их тоже несколько типов.

Во-первых, сплэн — эластичный пенополиэтилен, у которого прекрасные тепло- и звукоизоляционные свойства, хорошие водостойкость и химическая инертность, делающие материал поистине универсальным.

Во-вторых, пролин — эластичный пенополиуретан, хорошо известный на отечественном рынке.

В-третьих, битопласт — модифицированный битумными композициями эластичный ППУ. В сильно сжатом состоянии он непроницаем для воды, пыли, дыма. Предназначен для уплотнения стыков и швов. Наличие пропитки увеличивает его долговечность (по сравнению с ППУ — в 2 раза).

**Декоративные теплоизоляционные материалы**, или **деколины**, изготавливаются на основе сплэна, где в качестве лицевого покрытия используется искусственная кожа. Они применяются внутри салонов транспортных средств с повышенными требованиями к теплоизоляции обшивки (районы Крайнего Севера).

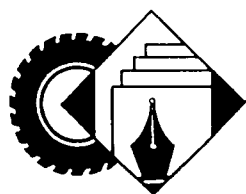
Все производимые предприятием материалы — самоклеящиеся. Клеевой монтажный слой защищен пленкой, предотвращающей его загрязнение. Используются несколько рецептур клеев (в зависимости от природы материала, на который он наносится, и вида поверхности, на которую приклеивается). Преимущества липкого слоя быстро оценили на автозаводах с

конвейерной сборкой. Здесь, где на операцию монтажа отводятся секунды, рабочему их достаточно, чтобы отслоить защитную пленку и приклеить материал на место. Кроме того, за счет использования самоклеящихся материалов снижается пожароопасность и повышается культура производства.

К примеру, на ГАЗе вот уже в течение нескольких лет при сборке "Волг" и "ГАЗелей" практически всех модификаций в очень больших объемах используют **пролин**, а в последнее время — **изотон** и **сплэн**. Ульяновский автозавод, хотя и сравнительно недавно, но уже массово, использует **пролины** для изоляции крыш автомобилей УАЗ-31514, УАЗ-31519 и УАЗ-3153. На ВАЗе, где к самоклеящимся материалам (да и не только к ним) предъявляются особые требования по качеству, **сплэн** и **пролин** применяются на моделях ВАЗ-2108, ВАЗ-2109 и ВАЗ-2110.

"Стандартпласт+" производит всю гамму шумозащитных материалов, используемых в автомобильной промышленности. Поставляет их с липким слоем, что важно для поточного конвейера.

Адрес фирмы "Стандартпласт+": г. Иваново, пр. Ленина, 94. Телефон (0932) 301-707. Тел./факс (0932) 300-969, 301-707.



## ИНФОРМАЦИЯ

### АВТОПРОБЕГ-2000

Автопробег, организованный ОАО "Москвич" в период 15.02. — 07.03.2000 г., прошел под девизом "Слава российским автомобилям!". Его маршрут — "Москва—Архангельск—Мурманск—С.-Петербург—Москва".

Автопробег был посвящен 70-летию юбилею завода и открывает серию мероприятий, связанных с этой датой. Он — третий за последние годы и, как и два предыдущих, зимний, проходил в регионах со сложными климатическими и дорожными условиями. (Первый — в 1998 г. по маршруту "Москва—Новосибирск—Москва", второй — в 1999 г. по маршруту "Москва—Омск—Владивосток"). Так что его, как говорится, уже без всяких натяжек можно назвать традиционным для ОАО. Это во-первых. Во-вторых, из этого факта видно, что руководство акционерного общества придает автопробегам большое значение, считая, что

такие пробеги — мощное средство испытания техники, ее рекламы и налаживания деловых связей с регионами.

Как и то, что коллектив предприятия относится к ним с большим энтузиазмом и высокой ответственностью: здесь сформировалась сплоченная команда из психологически совместимых людей.

В устойчивой периодичности пробегов, безусловно, проявляется и поддержка городских властей, администрации Юго-Восточного округа столицы. Например, УВД ЮВАО для каждого пробега выделяет (с целью обеспечить безопасность) лучших своих сотрудников. И даже священнослужители Троице-Сергиевой лавры всегда освящают автомобили и дают благославление на дальний путь. Не говоря уже о том, что в торжественных проводах колонны приняли участие первые лица Московской мэрии (рис. 1).

Маршрут нынешнего пробега выбран не случайно: проделанная в предыдущие годы работа позволяет

утверждать, что восток страны уже освоен ОАО "Москвич" и его генеральным дилером ТД "АМИ-Тун". Северное же направление интересно не только как полигон, но и как рынок сбыта и регион с перспективами тесного производственного сотрудничества.

Руководили пробегом, как и прежде, представители ОАО "Москвич" и ТД "АМИ-Тун". Перед ними стояли три четкие задачи.

Во-первых, провести испытания своих полноприводных автомобилей там и тогда, где техника испытывает длительные экстремальные нагрузки, в том числе зимой за полярным кругом. Во-вторых, продемонстрировать возможности автомобилей "Москвич" нового семейства потенциальным покупателям и партнерам автозавода, в том числе представителям администраций городов и областей, через которые проложен маршрут. В-третьих, наладить и укрепить сотрудничество автозавода и его генерального дилера.

ра с регионами. Прежде всего с точки зрения сбыта продукции ОАО "Москвич" и ее сервисного обслуживания, создания таксопарков, а также поставок заводу материалов и комплектующих.

Главными "действующими лицами" в нынешнем пробеге должны были стать автомобили нового семейства — с удлиненной базой, полным приводом и двигателями "Рено". То есть "Москвичи", известные как "Князь Владимир" и "Калита", которые в скором времени будут составлять основу производственной программы ОАО "Москвич".

Почему ставку делают именно на них?

Как известно, с самого начала производства модели "Москвич-2141", что называется, "не повезло" с двигателем: вместо двухлитрового мощностью ~75 кВт (100 л.с.) ему достались устаревшие 1,5- и 1,6-литровые (55 кВт, или 75 л.с.). В результате автомобиль, по своим габаритным размерам и потребительским свойствам явно претендовавший на принадлежность к среднему классу, оказался в одной ценовой нише с "малолитражными". (Способствовало этому, конечно, и низкое качество комплектующих, да и самой сборки). Переломить ситуацию, выпустив модернизированную его версию — "Святогор", не удалось: у массового потребителя к этому времени о продукции "Москвича" сложилось (не без участия прессы, разумеется) вполне определенное (отрицательное) мнение. Многие достоинства этого автомобиля (идеальная "развесовка" по осям, большие внутренние объемы, в том числе багажника, хорошие устойчивость и управляемость, высокоэффективные, надежные тормоза и многое другое) были забыты. В итоге специалисты автозавода пришли к выводу: "Москвич" нужно сделать таким, чтобы он стал действительно современным автомобилем среднего класса. И это удалось — за счет довольно мощного (82 кВт, или 112 л.с.) двигателя "Рено", оборудованного системой впрыска, увеличенной на 200 мм базы (модель "Долгорукий") и, кроме того, перехода с кузова хэтчбек на кузов седан (модель "Князь Владимир").

Первоначально обе модели были восприняты как транспортные средства для чиновников — удлиненные модификации в "люксовом" испол-

нении (то, что журналисты называют модным словом "стретч"). Однако это было только началом. В качестве представительской на базе удлиненного седана затем разработали действительно престижную модель — "Калита". Но в целом дополнительные 200 мм были задуманы отнюдь не для роскоши.

Перестав ориентироваться только на зарубежные аналоги, заводские конструкторы учли особенности российской действительности, в частности холодные зимы, требующие довольно громоздкой одежды. При этом посадка (и высадка) на заднее сиденье и размещение на нем пассажиров по сравнению с теплым временем года заметно усложняются даже в таком сравнительно просторном автомобиле, как "Москвич".



Рис. 1. Перед стартом

Причем особенно пассажиров такси, а также сотрудников милиции, отличающихся плотным телосложением и находящихся во время дежурства постоянно с оружием и в амуниции. Поэтому увеличенные ширина дверного проема и расстояние между передним и задним сиденьями — насущная необходимость, длиннобазные же модели следует расценивать не как эксклюзивные автомобили, а, скорее, просто как специально созданные для России. Они, комплектуемые новыми двигателями ("Рено" и УЗАМ рабочим объемом 2 л), должны, наконец, занять свою настоящую нишу и найти широкое применение в такси (дешевые комплектации), милиции (специальные модификации), у индивидуальных владельцев и др.

Далее. Еще создавая переднеприводную модель, конструкторы предусмотрели возможность полноприводных ее модификаций. Но до них "не доходили руки". Однако очевидно, что такие модификации нужны: зимы у нас долгие, а зимой именно полноприводные АТС имеют наи-

лучшие показатели устойчивости и управляемости. И такой привод — оригинальный, без радиаторной коробки, с самоблокирующимся дифференциалом — был создан. Причем в освоении производства полноприводных "Москвичей" важную роль сыграл омский завод имени Баранова: здесь наладили изготовление самоблокирующихся дифференциалов, затем редукторов заднего моста и, наконец, независимой задней подвески для полного привода. Здесь же с августа 1999 г. налажена сборка пикапов "Москвич-2335", на базе которого создан и полноприводный вариант. (Кстати, завод имени Баранова стал первым автозаводом в Сибири!)

Таким образом, пробег должны были совершить шесть полноприводников — "Князь Владимир" (три), "Калита" (два) и пикап. Однако в последний момент в состав команды пришлось включить переднеприводный хэтчбек "Долгорукий" — в нем разместили запасы рекламных материалов ОАО "Москвич", торгового дома "АМИ-Тун", завода имени Баранова, АО "МШЗ", а также спонсоров пробега — фирмы "Иридий-Евразия" и ЗАО "Мобильные телесистемы", снабдивших участников пробега суперсовременными средствами связи. Разумеется, интересно было и то, чем будет отличаться (если будет) поведение полноприводника от поведения полноприводника на дорогах пробега.

Следует особо подчеркнуть: все автомобили, участвовавшие в пробеге, — обычные, т. е. серийные. Их собирали на том же участке и теми же силами, что и все длиннобазные модели. На стандартные кузова, взятые из "задела", устанавливались штатные узлы и агрегаты, приборы электрооборудования, остекление и т. д. Даже защита поддона картера была та же, которая предусмотрена для серийных конструкций. Впервые, по инициативе директора АО "МШЗ" В. П. Ежова, были применены отечественные зимние шипованные шины "Таганка".

Перед пробегом все семь автомобилей прошли обкатку, на них выполнили ТО-1. И все.

Чтобы сохранить те же условия, в которых автомобиль эксплуатирует "рядовой" потребитель, участники пробега брали с собой самое минимальное количество расходных материалов и запасных частей: жид-

кость для омывателя стекол, масла и гидравлические жидкости (по 5—6 л), приводные ремни, тормозные колодки, лампы, а также противотуманные и головные фары, датчики, контроллеры для системы управления двигателем и др. То есть все, что может понадобиться в случае непредвиденного отказа, вероятность которого пропорциональна расстоянию и числу автомобилей в колонне, а кроме того, зависит от дорожных, погодных условий и множества других (в общем-то непредсказуемых) внешних факторов. (Впрочем, за исключением противотуманных фар, запасные части так и остались невостребованными.)

Теперь о самом маршруте пробега. Его протяженность (см. первую страницу обложки журнала) — 5500 км, дорожные условия — самые разнообразные: асфальтированные шоссе, щебеночные покрытия, заснеженные грунтовые дороги, лед.

Так, участок "Москва—Вологда" представлял собой обычное шоссе с большим количеством соли и грязи. Здесь постоянно приходилось пользоваться стеклоочистителями и омывателями стекол. Автомобили шли ровно, скорость — до 120 км/ч.

Участок "Вологда—Вельск—Березник—Архангельск" — это заснеженное шоссе с многочисленными спусками и подъемами. Местами разбитое, посыпанное песком с солью. Загруженность транспортом небольшая. Дорожное покрытие не вызывает трудностей: обычная зимняя дорога. Скорость автомобилей в колонне — 100—120 км/ч.

Участок "Архангельск—Мирный—Каргополь—Медвежьегорск", за исключением небольшого сильно разбитого "куска" после поворота на г. Мирный, представлял собой плотный, хорошо укатанный ровный снег, покрытый ледяной коркой и местами посыпанный мелким песком без соли. Скорость — 80—100 км/ч, все автомобили отлично "держат" дорогу. В том числе на многочисленных сложных поворотах, подъемах и спусках. Правда, становится особенно заметной разница между поведением полноприводных и переднеприводных автомобилей: последний приходится удерживать в поворотах, манипулируя рулевым колесом, в то время как полноприводные проходят их спокойно.

Участок "Медвежьегорск—Беломорск—Кемь—Кандалакша—Полярные Зори—Мурманск" пройден дважды (туда и обратно) и мало чем отличался от участка "Медвежьегорск—Петрозаводск—С.-Петербург—Новгород—Тверь—Москва". Везде множество подъемов и спусков, шоссе, посыпанное песком и солью, кое-где сплошной лед, "нырки", "трамплины". Очень часто, особенно на участке "Петрозаводск—С.-Петербург" (по берегу Ладожского озера), дорога извилистая, тем не менее скорость движения везде — 90—120 км/ч. Самые плохие дороги (сплошные рытвины, ямы) — в г. Твери: здесь движение со скоростью даже 50 км/ч невозможно.

По всему маршруту местами (на сухом шоссе) автомобили поднимали в воздух снежную пыль, что резко снижало видимость. Она, кроме того, забивала подкапотное пространство и радиатор. (Правда, на работе двигателей это не сказывалось.)



Рис. 2. На льду Финского залива

Неоценимую роль в таких условиях играла радиосвязь: экипаж первого автомобиля (инспекторы ГИБДД на "Князе Владимире" в специальной комплектации для ДПС) предупредил всех других о встречных автомобилях, поворотах и особенностях дороги.

Движению в определенной степени мешали и камни: их, несмотря на зиму, на дороге немало. Вылетая из-под колес встречных и попутных автомобилей, они то и дело попадают в лобовые и боковые стекла, стекла фар. Особенно страдают от них противотуманные фары, неудачное расположение которых хорошо известно владельцам всех переднеприводных "Москвичей". Не очень приспособлена к таким условиям и сама конструкция фары: из-за недостаточного отвода теплоты ее стекло при соприкосновении с комьями снега нередко растрескивается. Довольно быстро делают свое дело и абразивные частицы: они истирают лакокрасочное покрытие на арках

передних крыльев. Отсюда очевидно, что в тех регионах, где зимой дороги посыпают песком, арки следует защищать, для чего "подкрылки" должны на несколько миллиметров выступать из-под крыльев. Но это, скорее, рекомендация тем, кто проводит предпродажную подготовку.

Не выдерживает "абразивной обработки" и эмаль, нанесенная на фартуки бамперов. Следовательно, лучше их вообще не окрашивать либо окрашивать материал в массе.

В С.-Петербурге программой пробега предусматривалось посетить местный клуб "4x4", который проводил в это время соревнования на льду Финского залива. Предстояло подъехать и сделать остановку на берегу, показать автомобили собравшейся публике. Однако по инициативе руководителя пробега план изменили: несколько "Москвичей" прошли по ледовой трассе (рис. 2). Причем прошли уверенно, продемонстрировав прекрасные устойчивость и управляемость на абсолютно гладком льду и показав одинаковое с более мощными импортными внедорожниками время. При этом сами соревнования оказались едва ли не сорваны: после выступления "Москвичей" все внимание зрителей и спортсменов оказалось приковано именно к ним. Организаторы гонок едва не пожалели о своем гостеприимстве.

В целом можно сказать, что все автомобили преодолели маршрут безупречно — фактически не только без отказов, но даже без каких-либо неисправностей, доказав, что "Москвич" — машина надежная, вполне приспособленная к российским дорогам. И интересная для потенциального потребителя. Например, по всему маршруту пробега люди выражали откровенное недоумение: продукция ОАО "Москвич" явно высококлассная, что совершенно не соответствует потоку негативной и необъективной информации в СМИ о ней. Причем особо следует сказать о мнении водителей — как профессионалов, так и любителей, ознакомившихся с автомобилями. Все они, в том числе таксисты и инспекторы ГИБДД (рис. 3), а также автолюбители (рис. 4), знакомые с прежними моделями "Москвичей", оказались в своих оценках единодушны: полноприводный "Москвич" с увеличенной базой — действительно автомобиль для российской дороги и рус-



Рис. 3. Интерес профессиональный...

ской зимы. Он на сегодня не имеет аналогов не только у нас, но и за рубежом. В том числе потому, что агрегаты и узлы его полного привода не содержат сложных и дорогих технических решений (типа вискомуфт и электронных устройств), все механизмы доведены и надежны.

Кстати, по окончании пробега, как и обещал генеральный директор, все желающие и, в первую очередь, представители СМИ, могли ознакомиться с техническим состоянием автомобилей (рис. 5 и 6), пообщаться с участниками пробега, для чего была организована специальная пресс-конференция.

В ходе пробега удалось решить и другие поставленные перед ним задачи. В частности, во всех городах были организованы встречи его участников с представителями местных администраций, предпринимателями, населением. Причем надо сказать, что у них новые "Москвичи" вызвали неподдельно большой интерес. Например, представители администраций крупных городов в один голос заявляли: эти города испытывают нужду в автомобилях-такси, обладающих хорошей проходимостью, вместимостью, экономичных по расходу топлива, т. е. именно в таких, как полноприводные "Москвичи". Правда, многие из потенциальных партнеров предпочитают (не по своей вине) лишь одну форму расчета — бартер или взаимозачет. Скажем, предприятия С.-Петербурга готовы хоть сегодня изготавливать детали и комплектующие для "Мо-



Рис. 4. ... и любительский

сквича" и менять их на автомобили, а пос. Полярные Зори — поставлять алюминий.

В итоге подписано пять соглашений о намерениях с администрациями и предпринимателями Архангельска (рис. 7), Вологды, Мурманска, Петрозаводска, С.-Петербурга, которые, в случае их реализации, позволят ОАО "Москвич" расширить дилерскую сеть, увеличить сбыт автомобилей и получить необходимые материалы и комплектующие.

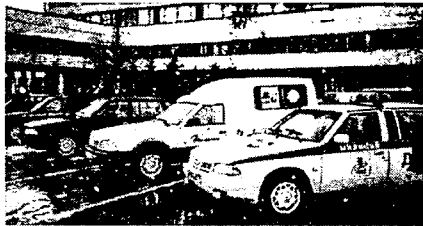


Рис. 5. Позади 5500 км

Учитывая заслуги каждого участника автопробега, руководство ОАО "Москвич" приняло решение наградить членов команды (рис. 8) — премировать каждого в размере месячного оклада. Предусмотрены и другие награды — знаки заводского ордена и т. п.

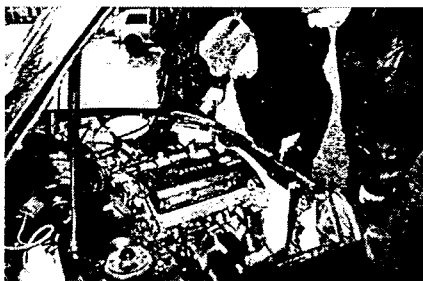


Рис. 6. "Техосмотр" для прессы

В заключение отметим: пробег лишний раз подтвердил, что ОАО "Москвич" все увереннее возвращает свои ослабленные было позиции на рынке. Его новая продукция и отношение к ней потенциальных потребителей — одно из свидетельств тому. Есть и другие. Например, руководство ОАО приняло решение: доля полноприводных автомобилей в программе должна будет неуклонно расти и достигнуть 50 % общего объема производства. Но не только. В конце 1999 г. выпущены первые 15 машин серии "Дуэт — Дуэт-2" (двухместные, с кузовом купе, отличающиеся друг от друга главным образом силовым агрегатом). Это автомобили, завершающие модельный

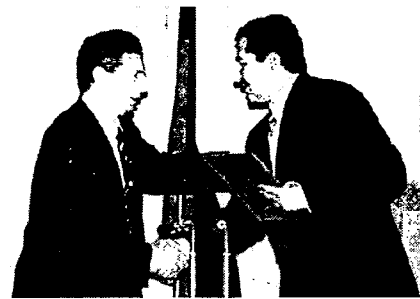


Рис. 7. Будем работать вместе

ряд "Москвичей", который стал результатом проделанной за последние три года, с момента запуска конвейера, работы. Работы большой, энергичной, целенаправленной, которая, как видно по итогам того же пробега, уже приносит свои плоды. Не менее важно и то, что она многому научила коллектив автозавода, открыла перед ним новые перспективы.

Да, модельный ряд завершен. Но завод работает над будущим — создает принципиально новую базовую модель. Ее первые образцы должны появиться во второй половине 2001 г. И они будут. Хотя бы потому, что ОАО сумело изменить стереотипы мышления специалистов, приучает себя и их к новым, наиболее точно соответствующим требованиям рынка принципам выбора направлений развития техники, ее создания. В частности, автозавод уже не берет на себя всю "кухню" проектирования автомобилей. Он, как это делается в ведущих зарубежных фирмах, формулирует (на основании соответствующих исследований, разумеется) главный замысел (идею), а конкретные проектные и конструкторские работы выполняют специализированные научно-технические и конструкторские коллективы страны, в том числе оборонного комплекса.

Вывод очевиден: "Москвич" возвращается в число ведущих автомобилестроительных предприятий России.



Рис. 8. Близ Кандалахи

А. Г. ТРЕФИЛОВ





УДК 629.113.001.18

## БУДУЩЕЕ, КАКИМ ЕГО ВИДИТ ФИРМА "ПРАЙСУОТЕРХАУСКУПЕРС"

Специалисты фирмы, занимающейся разработкой стратегии и проведением маркетинга для автомобилестроительных предприятий, в своем недавно опубликованном отчете "Второе столетие автомобильной промышленности" предсказывают, что в ближайшие 7—10 лет на рынке будут доминировать не более семи корпораций. Динамичные и эффективные сети поставщиков запасных частей и материалов будут предоставлять этим гигантам свои услуги и помощь в проведении инноваций, заниматься производством и даже использовать их торговую марку для продвижения новых видов товаров и услуг. Причем и здесь произойдет укрупнение: к 2010 г. в отрасли сохранятся не более 20—30 сетевых поставщиков. Причина — стремление увеличивать норму прибыли инвесторов, что требует укрепления отношений с потребителями и приведет к пересмотру использования активов и производственных мощностей фирм, которые будут входить в состав предприятий по выпуску автомобилей. В частности, ожидается, что автомобилестроительные фирмы преобразуются во "владельцев автомобильной торговой марки" и передадут поставщикам значительную часть своих функций — сначала касающихся координации и контроля работы подразделений, а впоследствии — и окончательную сборку автомобилей. Весьма вероятно, что в конечном итоге сборка и вообще производство будут переданы в руки новых мегапоставщиков. Причем такое перераспределение функций уже происходит и может завершиться к 2005 г., когда как минимум 70 % предполагаемого роста выпуска легковых автомобилей произойдет вне пределов Северной Америки и Западной Европы.

Концентрация (точнее, монополизация — *ред.*) функций конструирования, инжиниринга и производственных активов в руках небольшого числа поставщиков приведет к тому, что владельцы торговых марок АТС ограничат свою деятельность разработкой новых концепций автомобилей и маркетингом с целью обеспечить широкий выбор продукции при небольшом числе базовых структур дизайна. И такая тенденция уже, можно сказать, устоялась: фирмы неохотно создают новые базовые шасси, поскольку это дело дорогое, зато охотно увеличивают разнообразие и число модификаций, связанных с одним шасси. Например, предполагается, что только два легковых шасси в 2005 г. смогут обеспечить выпуск автомобилей "Фольксваген", превышающий 1,5 млн. шт. И это не случайно: специалисты-эксперты подсчитали, что оптимальный объем прибыли получается тогда, когда "серия" одного шасси составляет 1,8—2 млн. экземпляров.

Фирмы-"торговые марки" сконцентрируются, кроме того, на совершенствовании работы с потребителями, отработке новых концепций и продвижении торговой марки, создании новых каналов сбыта и послепродажном сервисе. Интернет станет ключевой движущей силой трансформации розничных продаж автомобилей в многоканальную деятельность, ориентированную на потребителя. Но Интернет в итоге "добьется" того, что система продаж выйдет из-под контроля производителей. И произойдет это тогда, когда электронная коммерция будет принята потребителями. Но так как стоимость всей сети сбыта составляет ~25—35 % стоимости автомобиля, то и новый автопроизводитель следующего автомобильного столетия постепенно вынужден будет переместить маркетинговую деятельность и продажи именно в сторону меньших затрат, т. е. переходить к системам более эффективным, чем взаимодействие с привилегированными дилерами.

УДК 629.067

## ПРОТИВ УГОНА АВТОМОБИЛЕЙ

Способов противодействия угонам автотранспортных средств существует множество. Это охранные сигнализации разной сложности, устройства, блокирующие работу отдельных агрегатов и систем (механические блокираторы, электроклапаны в топливной магистрали и тормозной системе, "секретные" выключатели в цепях зажигания и стартера и др.), средства маркировки деталей автомобиля, сложные электронные системы с радиомаяком и дистанционным вы-

ключением двигателя. Однако, как показывает статистика, с развитием противоугонных систем число угонов в среднем не изменяется, так как одновременно растет и технический уровень "взломщиков". Фактически дорогая и сложная система исключает угон лишь в том случае, если ее стоимость сопоставима со стоимостью охраняемого автомобиля.

В последнее время средства, предотвращающие угон, по мнению многих специалистов, себя исчерпали. В ближайшее время предпочтение будут отдавать системам и мероприятиям, облегчающим поиск угнанных автомобилей. И прежде всего — радиомаякам

и специальной маркировке отдельных деталей автомобиля. (В последнем случае речь идет о нанесении не видимых глазом кодов на панели внутренней обшивки салона и кузовные детали, а также видимых — на стекла автомобиля.)

За рубежом такая практика весьма широко распространена и приветствуется правоохранительными органами, как и любое законное противодействие угонщикам. Однако страховые компании, делающие обычно существенные скидки для тех, кто оборудует свои автомобили противоугонными средствами, всерьез, например, маркировку не воспринимают. По их мнению, эта мера проблему угонов не решает.

Скажем, маркировка на стеклах может быть удалена так же, как удаляют потертости (шлифовкой и полировкой). Оборудование для этого есть и, в принципе, общедоступно. Маркировка на деталях отделки салона держится лишь около полутора лет и тоже поддается уничтожению. (В крайнем случае маркированные детали можно заменить.) Перестали быть секретом места, в которых наносятся невидимые коды, а для их обнаружения далеко не у каждого полицейского имеется прибор.

В настоящее время подобная система маркировки предлагается и в России (АО "Литэкс"). При этом фирма активно сотрудничает с ГИБДД, что имеет наряду с положительной стороной и отрицательные. Так, существует опасность давления работников инспекции на автовладельцев с целью повысить доходы партнера — АО; налицо прямая их заинтересованность в поиске именно маркированных автомобилей, за что фирма готова платить премиальные; не исключена и подтасовка статистики в интересах ее рекламы.

Кроме того, так называемая компьютерная система "Литэкс-ГАИ" пока не связана ни с патрульными автомобилями, ни с большинством стационарных постов. Нет у нее связи и с дорожными полициями других стран СНГ, границы которых остаются "прозрачными".

Таким образом, ясно, что серьезным препятствием для угона маркировка в настоящее время служить не может, как не может она и гарантировать обнаружение угнанного автомобиля. Однако в совокупности с другими противоугонными средствами и мероприятиями способна принести определенную пользу.

А. С. ТОПОРКОВ

## Содержание

### ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

- Гладков В. И., Зинченко В. М., Букин-Батырев И. К. — Энергосберегающие технологии как средство снижения себестоимости автомобильной техники . . . 1  
Сорокин Н. Т. — По пути создания . . . . . 4  
АСМ-факты . . . . . 7

### КОНСТРУКЦИИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

- Карповский Я. Е. — Тягачи МАЗ-МАН . . . . . 8  
Иванов Е. П. — РПД с наддувом . . . . . 9  
Сингур А. Г., Галиев Р. М., Баландин А. Е. — Радиальные шины для автомобилей УАЗ . . . . . 11  
Петров А. П., Емельянов Е. А. — Аэродинамика автомобильного радиатора . . . 13  
Хортов В. П. — Будущее — за высоковольтными системами пуска ДВС . . . 14  
Белоусов Б. Н., Демик В. В., Шухман С. Б. — САУ движением автомобиля. Постановка задачи . . . . . 17  
Топалиди В. А., Ходжиев К. К. — Расчет быстродействия тормозов автопоезда . 19  
Читатель предлагает  
Лаптев С. А. — О понятии "надежность автомобиля" . . . . . 20

### АВТОТЕХОБСЛУЖИВАНИЕ

- Девянин С. Н., Савастенко А. А., Эммиль М. В. — Определение характеристик ТНВД по базовым параметрам дизеля . . . . . 24  
Злотин Г. Н., Федянов Е. А., Моисеев Ю. И. — Система для оценки статистических параметров пробивных напряжений . . . . . 26

### ТЕХНОЛОГИЯ, ОБОРУДОВАНИЕ, МАТЕРИАЛЫ

- Корсаков В. В., Горбачев М. И., Маринич А. М. — Методика исследования и средства снижения вибронгруженности большегрузных АТС . . . . . 27  
Ракомсин А. П., Гурченко П. С. — Индукционный нагрев и управляемое охлаждение — эффективный способ упрочнения деталей . . . . . 29  
Намаконов Б. В., Зоренко Н. В. — Металлоплакирующая обкатка — технология, повышающая ресурс изделий . . . . . 32  
Рахчев В. Г. — Станок для суперфиниширования бочкообразных роликов . . . 33  
Шумозащитные материалы фирмы "Стандартпласт-плюс" . . . . . 34

### ИНФОРМАЦИЯ

- Трефилов А. Г. — Автопробег-2000 . . . . . 35  
За рубежом  
Будущее, каким его видит фирма "ПрайсуотерхаусКуперс" . . . . . 39  
Топорков А. С. — Против угона автомобилей . . . . . 39

Главный редактор Н. А. ПУГИН

Заместитель главного редактора В. Н. ФИЛИМОНОВ

### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

И. В. Балабин, С. В. Бахмутов, Н. Н. Волосов, В. В. Герасимов, О. И. Гируцкий, В. И. Гладков, М. А. Григорьев, Б. И. Гуров, Ю. К. Есеновский-Лашков, А. Л. Карунин, Р. В. Козырев (ведущий редактор), Ю. А. Купеев, В. И. Пашков, С. И. Попова (ответственный секретарь), А. М. Сереженкин, Н. Т. Сорокин, Г. А. Суворов, А. И. Титков, С. В. Ушаков, Н. Н. Яценко

Ордена Трудового Красного Знамени  
издательство "Машиностроение"

Художественный редактор Т. Н. Погорелова  
Корректор Л. А. Ягупьева

Сдано в набор 10.02.2000. Подписано в печать 21.03.2000.  
Формат 60Г88 1/8. Бумага кн.-журн. Печать офсетная.  
Усл.-печ. л. 4,9. Усл. кр.-отт. 11,76. Уч.-изд. л. 6,34. Зак. 366.

Адрес редакции: 107076, Москва, Стромьинский пер., 4,  
комн. 208 и 210  
Телефон 269-54-98. Факс 269-48-97  
E-mail: Mash.Publ@g23.relcom.ru

Отпечатано в Подольской типографии  
Чеховского полиграфического комбината Комитета РФ  
по печати, 142110, г. Подольск, ул. Кирова, 25

# 13-16 ИЮНЯ 2000

Министерство науки и технологий РФ, Администрация Санкт-Петербурга,  
Ассоциация Государственных Научных Центров "Наука",  
Российский союз промышленников и предпринимателей,  
Союз промышленников и предпринимателей Санкт-Петербурга,  
Санкт-Петербургский Центр международного сотрудничества,  
ООО "Выставки-Семинары-Бизнес", Выставочное объединение "РЕСТЭК"



## ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ. ИННОВАЦИИ. ИНВЕСТИЦИИ. V МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА-КОНГРЕСС

### ТЕМАТИЧЕСКИЕ РАЗДЕЛЫ ВЫСТАВКИ

#### 1. ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

*"В новый век — с новыми технологиями"*

- › Продукция и фундаментальные исследования федеральных научных центров России
- › Критические технологии и технологии XXI века
- › Прикладные исследования и коммерциализация технологий

#### 2. ИННОВАЦИИ

*"С высокими технологиями — к промышленным высотам"*

- › Технологическое обновление промышленности
- › Промышленные инновации и инновационно-промышленные центры
- › Биржа технологических возможностей (субконтрактинг в инновационно-промышленной сфере)
- › Конверсионные технологии
- › Перспективное промышленное оборудование

#### 3. ИНВЕСТИЦИИ

- › Продвижение инвестиционных проектов
- › Инвестиционные проекты в промышленной и инновационной сферах

### ТЕМАТИКА ДНЕЙ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

- › Аэрокосмические технологии
- › Автоматизация промышленности и робототехника
- › жизнеобеспечение человека
- › медицинские и экологические технологии

*Для участия в выставке-конгрессе приглашаются представители научных и общественных организаций, РАН, ГИИ, университетов, фондов поддержки, технопарков, бизнес-инновационных центров, малых предприятий, промышленных предприятий, ведущих разрабатываемых исследований и имеющих инновационные технологии*

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, МИХАЙЛОВСКИЙ МАНЕЖ, ШУВАЛОВСКИЙ ДВОРЕЦ

**РЕСТЭК**  
ВЫСТАВОЧНОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ

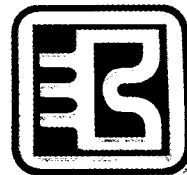
ОРГАНИЗАТОР ВЫСТАВКИ:  
Дирекция научно-промышленных выставок  
ВО "РЕСТЭК", 197110, Санкт-Петербург, а/я 268  
Телефон: (812) 320 8091, 320 8092  
Факс: (812) 320 8090  
E-mail: [sci@restec.spb.ru](mailto:sci@restec.spb.ru)  
Internet: <http://www.restec.ru>

**ВСОБ**  
ESB

ОРГАНИЗАТОР КОНГРЕССА:  
ООО "ВСОБ", 198005, Санкт-Петербург,  
1-я Красноармейская ул., 13, оф. 361  
Тел./факс: (812) 251 1162, 251 7480  
E-mail: [hitech@esb.spb.ru](mailto:hitech@esb.spb.ru)

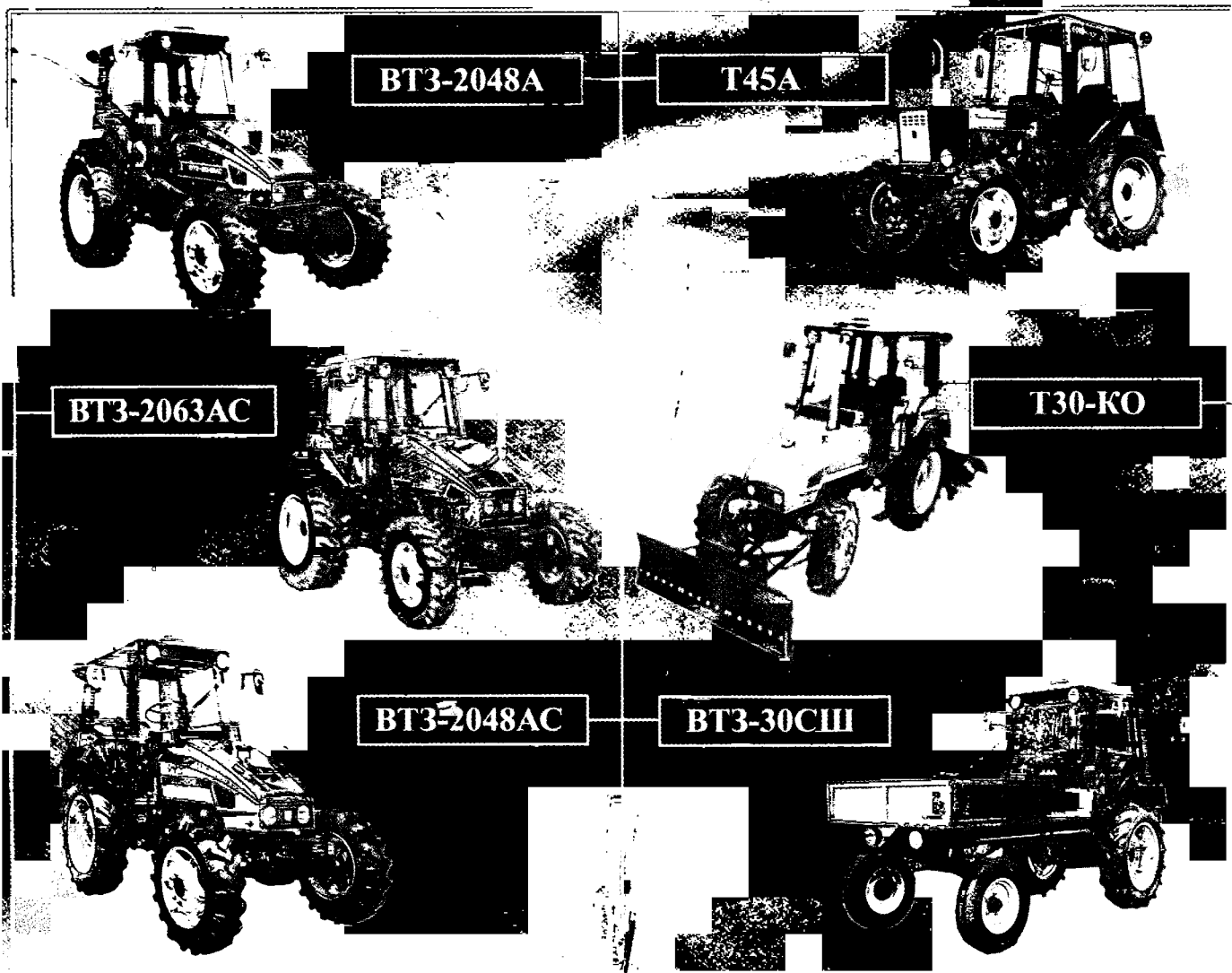
Вологодская областная универсальная научная библиотека

**Российскому сельскому хозяйству нужны  
российские надежные и дешевые тракторы  
ТАКИЕ ТРАКТОРЫ ЕСТЬ!**



**Их делают**

**на Владимирском тракторном заводе**



**На базе этих тракторов завод начал производство:**

**⇒ комплекса машин для коммунальных хозяйств городов:**

- подметальная щетка с отвалом
- увлажнитель смёта
- пескоразбрасыватель
- фрезерно-роторный снегоочиститель
- машины специального назначения (вильчатый погрузчик, самозагружающееся шасси, машины для подготовки дороги под укладку асфальта и др.)

**⇒ для нужд сельхозпроизводителей:**

- двух- и трехкорпусные плуги
- универсальные культиваторы
- волокуши
- другие агрегаты

**⇒ для нужд владельцев приусадебных хозяйств:**

- мотокультиваторы
- двигатели мощностью 2,2–3,7 кВт (3–5 л.с.) к средствам малой механизации

Обращайтесь в ОАО "ВТЗ", 600005, Владимир, ул. Тракторная, 43 Библиотека  
Тел./факс: (0922) 23-68-46, 23-79-29, 23-48-39, (095) 232-20-32