

# АВТОМОБИЛЬНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ



10 / 1986

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Крутой поворот к качеству</b>	11
<b>ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА</b>	
А. А. Чеблаков, А. И. Черепко — Аттестация и рационализация рабочих мест — важнейшее условие повышения эффективности производства	4
Б. С. Кобриков, Ли Сон Со — Обоснование структуры затрат на карьерные автомобили-самосвалы	5
<b>ДВИГАТЕЛИ</b>	
В. Б. Пичугин, С. И. Скибарко — Повышение топливной экономичности двигателей ЗМЗ	8
А. С. Красильников, В. В. Токарь — Особенности рабочего процесса дизеля с пристеночным смесеобразованием	10
Ю. С. Кустарев, Ю. И. Фрейман, А. В. Медведев — Оптимизация системы охлаждения наддувочного воздуха	12
Г. Н. Рытвинский — Из истории автомобильных ДВС	13
<b>АВТОМОБИЛИ</b>	
В. Ф. Чирканов, А. П. Щербаков — Компоновочные схемы полноприводных грузопассажирских автомобилей	15
И. В. Каверин — Устойчивость тележек полуприцепов с поворотными осями	16
Ю. П. Бусаров, В. Б. Черкунов, А. Е. Татарченко — Подавление автоколебаний прицепа	17
Г. Г. Баловнев, Х. Д. Карабаев — Рациональный способ прогнозирования долговечности рамы самосвального прицепа	19
Л. С. Шпак, Б. И. Горевой, А. А. Алябьев — Унифицированный опрокидывающий механизм кабины	20
В. С. Майсоценко — Системы кондиционирования воздуха для автомобилей	22
В. В. Геращенко, А. В. Вовк — Преобразователь крутящего момента для системы управления трансмиссией	24
А. Н. Нарбут, Ю. В. Медовщиков — Современные четырехколесные микроавтомобили	24
<b>АВТОТЕХОСЛУЖИВАНИЕ</b>	
Е. С. Кузнецов, П. С. Яресько — Система повышения квалификации специалистов при освоении автомобильной техники	26
В. И. Зуев, К. Ш. Кирсанова, А. С. Малов, Е. М. Родионов — Эффективный фильтр для гидросистем рулевого управления	27
А. Е. Татарченко, В. Б. Черкунов — Новые поворотный кулак и механизм ограничения поворота колес автомобилей ГАЗ	28
В. Н. Никишин, А. С. Серпов, В. В. Малышенок, В. В. Дмитренко — Привод масляного насоса повышенной надежности	29
В. П. Петунин, В. П. Исупов — Новый карданный шарнир для автомобиля ВАЗ-2121	30
<b>ТЕХНОЛОГИЯ, МАТЕРИАЛЫ</b>	
В. М. Виноградов — Малоотходные технологии изготовления зубчатых колес — резерв экономии металла	31
М. К. Васильев, В. И. Лой, А. М. Смурров — Экономичное изготовление поковок	31
М. Б. Гутман, Г. К. Рубин, Ю. Н. Селезнев — Лазерно-плазменно-дуговая обработка металлических деталей	32
Е. В. Васильева, С. А. Маркова, О. А. Юстус — Карбонитрация поршневых колец из серого чугуна	33
Ф. С. Кваша, В. С. Рогачков, В. В. Ганчко, В. А. Струпинский, А. А. Кругликов — Смеси холодного отверждения со связующим ФФ-5	34
Предложено молодыми специалистами	
Ю. Ю. Демина — Влияние состава и термической обработки на свойства конструкционных сталей	35
Ю. Н. Демин, Н. И. Юрков, Г. А. Мельничук — Получение боридных покрытий в тлеющем разряде	35
Ю. Г. Степура — Технологический процесс горячего накатывания зубьев конических колес	35
<b>ИНФОРМАЦИЯ</b>	
Оборудование для нужд отрасли	
А. А. Лосев, Е. Н. Суворов, В. Я. Шварцштейн — Установка для промывки зашрунтованных кузовов	36
Б. В. Плюснин — Стеллажный кран-штабелер	36
В. Н. Куковинец, Р. И. Абсалямов, Ю. И. Перетятко — Сталкиватель грузов с конвейера	37
В. А. Щеголев, С. В. Гудилов — Эластичные инструменты для снятия заусенцев и облоя	38
За рубежом	
В. Г. Тараканов — Автомобильная техника Австрии	39
<b>КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ</b>	
Рефераты депонированных статей	40
На 1-й стр. обложки — автомобиль ВАЗ-1111 «Ока»	

Главный редактор В. И. ОМЕЛЬЯНЧИК

Заместитель главного редактора В. Н. ФИЛИМОНОВ

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

И. В. Балабин, С. Ф. Безверхий, Г. И. Бобряков, Л. К. Борисенко, А. В. Бутузов, А. М. Васильев, В. И. Гладков, Л. А. Глейзер, М. А. Григорьев, Ю. К. Есеновский-Лашков, Б. Г. Карнаухов, А. С. Кобзев, А. В. Костров, А. М. Кузнецов, Ю. А. Купеев, Е. Б. Левичев, Ю. М. Мартынин, Г. И. Маршалкин, А. Н. Нарбут, В. Н. Нарышкин, А. А. Невелев, Г. И. Патраков, И. П. Петренко, В. Д. Полетаев, З. Л. Сироткин, Г. А. Смирнов, Б. М. Фиттерман, Н. С. Ханин, С. Б. Чистозвонов, Е. В. Шатров, Н. Н. Яценко

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «МАШИНОСТРОЕНИЕ»

Вологодская областная универсальная научная библиотека

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

# АВТОМОБИЛЬНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

ОРГАН МИНИСТЕРСТВА АВТОМОБИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ежемесячный  
научно-технический  
журнал

Издается с 1930 года  
Москва - Машиностроение.

10 / 1986

РЕШЕНИЯ XXVII СЪЕЗДА КПСС — В ЖИЗНЬ!

УДК 658.62.018:629.113.002

## Крутой поворот к качеству

ВЫДВИНУТАЯ XXVII съездом КПСС широкомасштабная задача повышения качества выпускаемой продукции находится сегодня в центре внимания органов государственного управления, министерств и ведомств, трудовых коллективов научных организаций и производственных предприятий. Значение этой задачи не требует особых доказательств. Она затрагивает основу хозяйственной деятельности практически всех отраслей народного хозяйства, имеет прямую связь с жизненными интересами советского народа, является одним из важнейших источников пополнения ресурсов роста благосостояния трудящихся. Вопрос поставлен таким образом, чтобы уже в XII пятилетке обеспечить заметное повышение качества всего производственного потенциала, добиться более полного удовлетворения спроса населения на добрые, отвечающие современным вкусам товары широкого потребления.

Фундаментом крутого поворота к качеству является машиностроительный комплекс. В его отраслях, как отмечалось на июньском (1986 г.) Пленуме ЦК КПСС, сконцентрированы главные проблемы быстрого роста нашей экономики. Выпуск надежных, производительных машин и оборудования, переход на прогрессивные технологии, оснащение производственных процессов современными приборами, приспособлениями, инструментом — все это необходимые условия для получения изделий в строгом соответствии с требованиями ГОСТ, технических условий и чертежно-технической документации.

Продукция автомобильной промышленности оказывает большое влияние на работу многих отраслей экономики, производственные связи между ними, уровень бытового обслуживания населения, и тем эффективнее это влияние, чем выше качество и надежность автомобилей, чем лучше их экономичность, чем меньше затрат они требуют на эксплуатацию и обслуживание. Заслуженным авторитетом пользуется продукция ЗИЛа, МАЗа, ВАЗа и некоторых других заводов.

Однако положение с качеством в целом еще не отвечает новым требованиям. За последнее время Госстандартом СССР выявлены крупные недостатки в соблюдении технологической дисциплины, работе метрологических служб, отношении технических подразделений к проблеме качества на заво-

де микроавтобусов «РАФ» имени XXV съезда КПСС, Львовском мотозаводе, Фрунзенском автосборочном заводе и ряде других предприятий отрасли. Здесь сложился разрыв между призывами бороться за качество и реальными делами, организационными и техническими мерами. В погоне за благополучными показателями некоторые руководители предали забвению безусловные требования стандартов и технической документации, не содействовали престижному положению контрольных служб на производстве. Укрепилась психология поиска оправданий вместо конкретных действий по повышению качества.

Невозможно точно подсчитать убытки, причиняемые производством недоброкачественных изделий. Это и миллионные затраты на выпуск запасных частей для ремонтно-эксплуатационных нужд, и большие расходы на содержание широкой сети ремонтных мастерских, и определенные сбои в ритме работы производственных комплексов, и необходимость содержать большой контрольный аппарат. За всем этим стоят людские и материальные ресурсы, а по товарам народного потребления — большие финансовые издержки по уценке устаревших и вышедших из моды товаров. Не следует сбрасывать со счетов и моральный урон, который наносят советским людям некачественные изделия. Теряется ответственность за соблюдение технических требований и ГОСТ, создаются предпосылки для подражательства и преклонения перед зарубежной техникой, хотя объективных причин для этого нет.

Сейчас положение начинает меняться. Крупные экономические, технические и организационные шаги намечены недавно принятым Постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О мерах по коренному повышению качества продукции». Особенность намеченных мер состоит в том, что качество изделий должно обеспечиваться с момента их проектирования. На конструкторов, исследователей, технологов, проектировщиков возлагается вся полнота ответственности за создание новой техники и технологии на уровне мировых достижений. Разрабатывая новую технику, они обязаны широко использовать автоматизированные средства проектирования, моделирования, новейшие способы математических расчетов, а так-

же результаты исследования опытных образцов и аналогов, а руководители объединений и предприятий — постоянно заботиться об обеспечении соответствующей материальной базы, приобретении испытательного и диагностического оборудования, повышении квалификации создателей новых автомобилей и технологий. Для большей компетентности конструкторов и технологов в области новейших достижений и направлений развития научно-технического прогресса в стране с участием АН СССР, Госкомизобретений, министерств и ведомств организуется эффективная информационная система. Создателям конечной продукции предоставляется право устанавливать обязательные для разработчиков материалов и комплектующих изделий задания по техническому уровню, качеству и условиям испытаний этой продукции. Таким образом, перед конструкторами и технологами открывается возможность не приспособливаться к традиционным материалам, а смело применять прогрессивные решения, широко использовать легированные материалы, полимеры, повышая технологичность, надежность и долговечность машин.

Существенно возрастает персональная ответственность организаторов производства за выпуск некачественной продукции — от первых руководителей до мастеров. Наличие недостатков в производственной и технологической дисциплине рассматривается как профессиональная неподготовленность этих руководителей к выполнению своих обязанностей и их несоответствие занимаемой должности. В то же время Постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР разрешает в целях моральной заинтересованности и общественного признания наиболее талантливых разработчиков присваивать их имена принципиально новым видам продукции, а также устанавливать работникам научно-исследовательских и конструкторских организаций надбавки к должностным окладам за выполнение особых важных и сложных работ.

Проблема качества продукции сейчас стала обязанностью каждого коллектива, каждого рабочего, специалиста и руководителя. Она оказывает решающее влияние на оценку хозяйственной деятельности и образование фондов экономического стимулирования коллективов. Впервые потребителям изделий предоставлено право в одностороннем порядке расторгать договоры с подрядчиками в случае поставки недоброкачественной продукции. При этом виновный возмещает потребителю весь ущерб, возникший в результате расторжения договора, а министерство обязано обеспечивать восполнение поставок продукции в сроки, согласованные с заказчиком.

Постановлением предусмотрены меры материальной ответственности создателей и изготовителей продукции низкого качества. Намечены, в частности, возмещение убытка за счет бригадного заработка, отмена надбавок к заработку в тот месяц, когда выявлены брак или снижение качества продукции. Руководителям объединений, предприятий и организаций предоставлено право понижать на срок до трех месяцев квалификационные разряды тем рабочим, которые грубо нарушают технологическую дисциплину. Руководителям соответствующих заводских служб необходимо разработать систему правильного сочетания коллективной и персональной ответственности за качество, не допуская в этом важном деле безлички.

Вполне очевидно, что выполнение всех требований производства по качеству продукции под силу лишь квалифицированным исполнителям. В этой связи на каждом предприятии должно быть организовано непрерывное обучение рабочих и специалистов с тем, чтобы их квалификация соответствовала возрастающему уровню техники и технологии. Предстоит полностью пересмотреть работу отделов технического обучения, кадровых служб, возложив на них ответственность за выполнение требований ЦК КПСС и правительства. Вновь поступающие рабочие и ИТР должны не только знать конкретные особенности и требования, предъявляемые к продукции и технологии, но и уметь их обеспечивать. С этой целью в Постановлении рекомендуется провести в 1986—1987 гг. всеобщую рабочих и инженерно-технических работников, широко используя для этого курсы целевого назначения, школы по изучению передовых методов и приемов труда, кружки, семинары.

Руководителям объединений и предприятий предстоит принять энергичные меры по перестройке деятельности служб технического контроля, усилению их роли в обеспечении качества продукции, поднять авторитет контрольного аппарата в трудовом коллективе, укреплять его принципиальными и требовательными работниками, оснащать современными средствами контроля и испытаний. Задача работников этих служб — не допускать выпуска некачественной продукции, вести решительную борьбу с бракоделами, избавиться от сложившегося мнения о своей прямой ответственности за количественные показатели работы предприятий. В тех случаях,

когда не принимаются меры к предотвращению выпуска продукции, не соответствующей чертежно-технической документации, руководителям служб технического контроля предоставлено право в одностороннем порядке прекращать приемку изделий и приостанавливать отгрузку их потребителям. Должности руководителей контрольных служб выводятся на уровень заместителей директоров и генеральных директоров предприятий и объединений. В условиях расширения прав отделов технического контроля исключительно важно, чтобы технические службы предприятий постоянно работали в тесном контакте с ними.

ЦК КПСС и Совет Министров СССР признали целесообразным для ужесточения приемки готовых изделий и контроля за деятельность объединений и предприятий по вопросам качества создать специальный орган внедомственного контроля — государственную приемку, подчинив его Госстандарту СССР. Это даст возможность проводить в жизнь единую государственную политику качества продукции. На 85 заводах отрасли такая приемка будет осуществляться с 1 января 1987 г. В оставшийся период технологические и другие службы предприятий и объединений обязаны еще раз проанализировать и привести в порядок всю нормативно-техническую документацию, эталонное и мерительное хозяйство, инструментарий и оборудование.

На многих заводах отрасли уже действует ведомственный контроль, хотя результаты его работы пока недостаточны. Его главная задача — обеспечивать надлежащие условия для производства качественной продукции, помогать контрольному аппарату правильно строить взаимоотношения с производственным персоналом. Многое предстоит сделать по организации входного контроля комплектующих изделий, материалов и полуфабрикатов, поступающих с заводов министерства и смежных отраслей.

Более высокие требования будут предъявляться теперь к оценке качества во время аттестации продукции. Не секрет, что были случаи, когда знак высшей категории присваивался изделиям, не отвечающим мировому уровню. Так, двигатели Ярославского моторного завода по экономичности, надежности и ряду других показателей уступали лучшим аналогам, однако имели Знак качества. Госстандарт СССР отменил прежнее решение, а руководители завода были привлечены к административной ответственности. В текущем году временная комиссия ГКНТ СССР проверила ряд изделий отрасли и установила, что только одна треть их может быть отнесена к категории качества, приравниваемой к мировому уровню. Новые требования предусматривают улучшение подбора специалистов, включаемых в аттестационные комиссии, повышение ответственности за выполнение своих обязанностей и правильное использование предоставленных прав. Государственный Знак качества должен присваиваться изделиям, полностью соответствующим всем современным требованиям по важнейшим показателям.

Наиболее быстрый и не менее эффективный путь к решению проблемы качества — активное участие каждого трудового коллектива. Необходимо повсеместно и с новой силой развернуть трудовое сотрудничество под девизом «Рабочая эстафета», возродить движение творческого содружества рабочих и инженерно-технических работников, поднять роль конкурсов на звание «Лучший по профессии». Коллективам, выпускающим высококачественную продукцию, добивающимся бездефектной работы, рекомендуется присваивать почетное звание «Бригада отличного качества», предоставлять право работать с бригадным кляймом качества, повышать материальное вознаграждение.

Для стимулирования работ Постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР предусмотрено установить дополнительно пять Государственных премий СССР за выдающиеся достижения в коренном улучшении качества продукции и товаров народного потребления, имеющих важнейшее народно-хозяйственное значение, а также учредить 10 премий Совета Министров СССР в размере от 15 тыс. до 20 тыс. руб. за достижение производственными коллективами стабильного высокого качества выпускаемой продукции. Претендентами на эти премии могут быть творческие коллективы объединений, предприятий, научно-исследовательских и проектных институтов. Важно добиться высокого уровня научно-технических разработок, обеспечить необходимое качество выпускаемых изделий, для чего требуются действия решительные, основанные на строгих расчетах и передовом опыте.

Медлить с реализацией Постановления партии и правительства по проблеме качества нельзя. Сегодня разрабатывается техника завтрашнего дня и более далекого будущего. Все требования Постановления должны быть тщательно и подробно изучены, на каждом предприятии, в каждом объединении — разработаны практические меры по их выполнению.

Для этой цели на ведущих заводах отрасли уже создаются научные центры, перед которыми стоят задачи разрабатывать перспективные конструкции изделий и прогрессивных технологий, причем делать это уже не по справочникам и устаревшим данным многолетних испытаний опытных образцов. Естественно, что эти центры следует оснастить испытательным и диагностическим оборудованием, приборами и установками для проверки качества уже на стадии проектирования, а опытные производства при них должны быть рассчитаны на выпуск достаточно больших партий образцов с их последующей одновременной проверкой в различных дорожных и климатических условиях. Новые инженерные ячейки необходимо укомплектовать квалифицированными, инициативными и настойчивыми работниками, чей труд соответствующим образом поощряется.

Создавать и быстро осваивать новые изделия и технологии — задача не простая. Она во многом зависит от правильно организованной совместной работы отрасли со смежными отраслями, особенно с черной металлургией, химией и нефтехимией. Важно добиться, чтобы перестройка в этих отраслях шла синхронно с деятельностью научных организаций и предприятий автомобильной промышленности, чтобы отрасль не только заявляла потребность, но и своевременно готовилась к потреблению новых материалов и комплектующих изделий. При этом решение перспективных дел (техническая реконструкция, развитие собственного станкостроения, экономия проката черных металлов, проблемы социального развития коллективов) должно разумно сочетаться с решением текущих задач.

В отрасли потребуется улучшить работу всей системы научно-технической информации, для того чтобы творческие коллективы получали не общие сведения о технических новинках и усовершенствованиях, а целенаправленные данные, которые можно было бы применить на практике. Отраслевой институт информации, заводские отделы обязаны быть проводниками, связующими звенями между государственной информационной системой и разработчиками новой техники.

Современные требования к легковым автомобилям, мототехнике, товарам народного потребления обязывают практически заново создавать лаборатории дизайнеров, оформителей пассажирских салонов. Этим подразделениям нужно избегать подражательства, не работать под чужую моду, а создавать свое, оригинальное, перспективное. Поэтому надо заботливо отнестись к каждому, кто проявляет свои способности, показывает хорошие результаты, включая молодых специалистов — выпускников художественных училищ.

Гарантия высокого качества обеспечивается там, где про-

изводство оснащено современным оборудованием, может принять к выпуску новую продукцию, где планомерно ведется техническое перевооружение, регулярно проводится аттестация рабочих мест. Следует учитывать также, что современная организация производства немыслима без автоматизированных систем управления и контроля технологических процессов. Планами развития отрасли в XII пятилетке предусматривается обновить основные фонды по меньшей мере на 40%. Эта работа является не данью моде, а средством достижения высокого качества продукции. Реконструкцию предприятий нужно осуществлять по прогрессивным проектам, поэтому с их разработчиками должен быть повышенный спрос. В первую очередь — с головных проектных институтов отрасли — Гипроавтопрома и НИИТавтпрома. Именно их задача — закладывать в проекты то новое и передовое, чем располагают сегодня наука и техника.

Особая роль в повышении качества выпускаемой и перспективной автомобильной техники принадлежит отраслевому испытательному полигону — ЦНИИАП НАМИ. Понятно, проверить каждую деталь АТС на нем невозможно, однако главные узлы и агрегаты, определяющие надежность, долговечность машин, должны испытываться с большой тщательностью. Для этого лаборатории полигона нужно оснащать современным испытательным оборудованием, испытательными программами, при помощи которых на стендах можно имитировать различные дорожные условия. Поскольку полигон является главным контрольным пунктом отрасли, результаты его проверок должны быть исключительно объективными и обязательными для конструкторских, технологических организаций и производственников: данные полигона — не информация, а руководство к действию, и это должно стать законом для всех, чья продукция подвергается проверке.

Постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР министерствам и ведомствам поручено разработать и утвердить необходимые нормативные акты, исходя из современных требований к качеству продукции. Вступил в силу Указ Президиума Верховного Совета СССР об изменениях и дополнениях в некоторые законодательные акты Союза ССР о труде, предусматривающие повышенную ответственность за брак на производстве и за выпуск недоброкачественных изделий.

Коренное улучшение качества продукции рассматривается партией и правительством как важнейшая составная часть перестройки всей нашей экономики, перевода ее на рельсы интенсификации. Эта задача стала общенародным делом. И в ее решение должны внести свой достойный вклад коллективы предприятий и организаций отрасли.

## В научно-техническом совете Минавтпрома

Металлургическая секция НТС на своем заседании рассмотрела пути и средства резкого повышения качества отливок, изготавляемых на предприятиях отрасли, в частности, проблему внедрения новых эффективных материалов в литейном производстве.

Отмечено, что объективные условия для ее решения в основном созданы. Так, в годы XI пятилетки широкое распространение получили прогрессивные технологические процессы. значительный рост выпуск отливок из высокопрочного чугуна и серого легированного чугуна, выплавляемых в электропечах. Производство отливок на автоматических формовочных линиях увеличилось почти на 40%, а с применением стержней, отверждаемых в оснастке, — на 17%. Потребление вторичных алюминиевых сплавов достигло 30% общего потребления сплавов на основе алюминия. Начата разработка высококачественных вторичных цветных сплавов, новых карбюризаторов, модификаторов, смол, футеровочных магнезитовых масс. Однако весь этот задел используется пока еще недостаточно. Например, медленно создаются мощности по переработке чугунной и алюминиевой стружки на ГАЗе и Костромском заводе «Мотордеталь»; на ряде заводов слабо занимаются вопросами замены штучных изделий для футеровки плавильных агрегатов на оgneупорные массы и бентониты и т. д.

В связи с этим научно-технический совет в своем постановлении указал на необходимость совместного внедрения

опыта тех предприятий и организаций отрасли, которые уже сумели создать и применить новые литейные материалы, в том числе заменители дефицитных и пищевых продуктов. В частности, опыт ВАЗА, КамАЗа и Саранского литейного завода «Центролит» по использованию новых карбюризаторов для чугуна; ВАЗА, КамАЗа и МАЗа — модификаторов для серого чугуна; ЯМЗ, ЗИЛа и Тавдинского механического завода — литейного ферросилиция; МАЗа, УралАЗа и др. — набивных углеродсодержащих масс для вагранок и т. д.

В постановлении отмечены и другие вопросы, требующие пристального внимания предприятий и организаций: переработка и использование чугунной и алюминиевой стружки, стального лома; внедрение вторичного алюминиевого сплава АК9М2с для литья под давлением в кокиль, а также высоколитиевых цинковых сплавов; использование набивных масс, разработанных Челябинским конструкторско-технологическим институтом автоматизации и механизации в автомобилестроении, для надежной работы вагранок в длительном цикле; замена гранулированного угля гудронами, образующими при переработке нефти, и т. п.

Реализация перечисленных, а также многих других мер, рекомендованных металлургической секцией НТС, безусловно, позволит повысить технический уровень литейного производства и качество отливок, а следовательно, надежность выпускаемой отраслью автомобильной техники.

УДК 658.387.015.12

## Аттестация и рационализация рабочих мест — важнейшее условие повышения эффективности производства

Канд. экон. наук А. А. ЧЕБЛАКОВ, д. и. ЧЕРЕПКО

Минский филиал НИИУавтотрома

**С**ТРАТЕГИЧЕСКИЙ курс партии в области социально-экономической политики, как известно, состоит в том, чтобы осуществить переход к высшей организации и эффективности общественного производства со всесторонне развитыми производительными силами, зрелыми социалистическими производственными отношениями, хорошо отлаженным хозяйственным механизмом. Ключевой политической и хозяйственной задачей в осуществлении такого перехода названо ускорение научно-технического прогресса. Одним из важнейших направлений решения этой задачи на уровне предприятия является аттестация, а на ее основе — рационализация первичных ячеек производства — рабочих мест, т. е. доведение технического и организационно-технического уровней, а также условий труда и техники безопасности на каждом из них до нормативных значений. Именно рационализация рабочих мест может и должна дать кардинальное повышение производительности труда.

Аттестация рабочих мест в автомобилестроении уже проводится более пяти лет, и на таких предприятиях, как ЗИЛ, ГАЗ, ГПЗ-4, ММВЗ и ряде других, в этой работе достигнуты определенные положительные результаты. Естественно, ей предшествовала большая организационно-методическая работа, которая особенно активно развернулась после апрельского (1985 г.) Пленума ЦК КПСС и июньского (1985 г.) совещания по вопросам ускорения научно-технического прогресса. В частности, решением Коллегии Минавтотрома создана отраслевая комиссия по организации и контролю; разработаны и утверждены комплексный план важнейших мероприятий по аттестации и рационализации рабочих мест и регламент ответственности подразделений и должностных лиц за эту работу; всем предприятиям разосланы соответствующие методические рекомендации; для отработки методических и организационных основ утвержден перечень базовых предприятий отрасли и разработано «Положение о базовом предприятии Министерства автомобильной промышленности по совершенствованию планирования, учета, паспортизации, аттестации и рационализации рабочих мест»; для оказания практической и методической помощи при внедрении отраслевых методических материалов по аттестации, приведения отраслевых рекомендаций в соответствии со специфическими условиями производства за базовыми предприятиями закреплены отраслевые НИИ и КБ; с целью активизации участия трудаящихся в аттестации и рационализации рабочих мест объявлен смотр-конкурс за лучшие результаты работы с последующим стимулированием победителей.

Как видим, с точки зрения создания организационно-методических основ сделано немало. Однако такого роста производительности труда, который был достигнут на Днепропетровском комбайновом заводе имени К. Е. Ворошилова, на наших предприятиях пока получить не удалось. Как показывает анализ, причин тому несколько. И первая из них состоит в том, что на ряде предприятий к исполнению приказов и рекомендаций не отнеслись с достаточной ответственностью. Сказались желание упростить, облегчить работу, ориентирование на выполнение работы малыми силами, сокращение числа анализируемых признаков рабочего места, отсутствие нормативных показателей по многим анализируемым признакам и др. В частности, не было выполнено решение представить в 1985 г. к аттестации все имеющиеся в наличии рабочие места промышленно-производственного персонала: по состоянию на 1 января 1986 г. в целом по отрасли к аттестации было представлено всего 70%, а на отдельных предприятиях — значительно меньше: по производственному объединению «КАЗ» — 28,9, «Автодизель» — 35%. Более того, даже к составлению планов аттестации руково-

водители ряда предприятий отнеслись сугубо формально. Например, на Кинешемском заводе «Автоагрегат» в 1985 г. запланировали аттестовать 100% рабочих мест, хотя в соответствии с планом технического перевооружения завода более половины оборудования подлежит замене. От формального плана один шаг до его формального выполнения: на заводе «прошли» аттестацию около 90% рабочих мест, тогда как по своим характеристикам могло быть аттестовано не более 30%.

Вторая причина, как показали проверки, — в слабой увязке аттестации с улучшением технологии, повышением уровня механизации труда, обслуживания рабочих мест (инструментом, ремонтом, транспортом, техническим контролем и т. д.), совершенствованием нормирования труда. В результате принимаемые для оценки рабочего места нормативные величины аттестационных признаков зачастую не соответствуют прогрессивным достижениям. Например, даже на Белорусском автозаводе, коллектив которого, как правило, очень восприимчив ко всему прогрессивному, при подборе нормативных показателей руководствовались только требованием обеспечить выполнение плана текущего и последующего годов. Рабочие места, удовлетворяющие такому требованию, автоматически аттестовывались. В результате после такой «аттестации» при составлении плана внедрения новой техники, НОТ и управления, предусматривающего выполнение заданий по снижению трудоемкости, потребовался повторный анализ производства. Иными словами, специалисты оказались не подготовленными для самостоятельного подбора прогрессивных нормативных показателей. И не только этого завода. Поэтому и пришлось организовывать централизованное обеспечение предприятий и организаций типовыми проектами организации труда на рабочих местах, участках, в цехах. Однако проблему такое решение полностью не снимает. Во-первых, типовые проекты не содержат нормативных данных для оценки прогрессивности технологических процессов, оборудования и оснастки, не имеют конкретных нормативов обслуживания рабочих мест и т. д. Во-вторых, они быстро устаревают.

Видимо, настала пора в каждом НИИ и КБ в соответствии с их специализацией ежегодно определять и перечни требований, и нормативный уровень рабочих мест. Назрела также необходимость поручить одному из ведущих НИИ ежегодно обобщать предложения отраслевых НИИ, КБ и базовых предприятий по созданию нормативной базы для аттестации рабочих мест, вырабатывать единые для отрасли требования и направлять их на все предприятия для обязательного применения.

Такая работа в отрасли уже началась. В феврале 1986 г. Минавтотром издан документ «Об оценке состояния основных производственных фондов», согласно которому НИИУавтотром должен разработать и довести до предприятий показатели оценки технического состояния машин, оборудования, транспортных средств и прогрессивности технологических процессов. Уже разработан и действует ряд нормативных показателей в области организации труда, техники безопасности. В Минском филиале НИИУавтотрома отрабатывается методика проверки качества норм. Во всех разработках основное внимание уделяется качеству анализа и оценки существующего состояния рабочих мест, творческому подходу к работе, ориентации на самый высокий уровень развития того или иного производства, технологического процесса, оборудования.

В «Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1986—1990 годы и на период до 2000 года» среди главных задач названа необходимость интенсивного использования созданного производственного и научно-технического потенциала, обеспечения ритмичности производства, мак-

симальной загрузки оборудования, существенного повышения сменности его работы. Как один из путей решения этой задачи отраслевые методические рекомендации по аттестации рабочих мест предлагают ежегодно составлять плановый баланс рабочих мест, в котором наряду с информацией о численности работающих и использовании имеющихся рабочих мест должны отражаться результаты инженерных расчетов об их планируемом вводе и сокращении. И это понятно. Сегодня, когда наращивать объемы производства необходимо при уменьшении численности работающих, планирование рабочих мест принимает особое значение. Четкой определенности в планах создания и сокращения рабочих мест требует также новый хозяйственный механизм, внедряемый с 1986 г. на предприятиях отрасли.

Однако состояние планирования рабочих мест пока не достигло необходимого уровня. Об этом говорит тот факт, что задание на 1985 г. по сокращению рабочих мест на основе их аттестации и рационализации перевыполнили только два объединения — ПО «БелавтомАЗ» и «Москвич», тогда как многие — недовыполнены. И это в то время, когда в отрасли в 1985 г. для докомплектования существующих рабочих мест не хватало значительного числа рабочих. На ряде предприятий низкими темпами высвобождается устаревшее оборудование, многое еще рабочих мест с ручным трудом.

Справедливости ради надо сказать, что упомянутые недостатки — во многом не столько вина, сколько беда предприятий. Например, трудности в достижении сбалансированности рабочих мест с трудовыми ресурсами во многом связаны с отсутствием методологии надежного учета: в существующих нормативных документах недостаточно четко выражены понятия рабочего места вообще и его разновидностей в частности. Это не позволяет организовать достоверный учет рабочих мест, а также отрицательно сказывается на качестве их планирования.

В настоящее время во ВНИИцентре Госкомтруда СССР с участием 11 машиностроительных министерств (в том числе Минавтопрома) завершается переработка действующих межотраслевых методических рекомендаций по аттестации рабочих мест. В новом варианте рекомендаций уточнены определения основных понятий, применяемых в системе аттестации рабочих мест, установлен порядок учета и планирования последних на уровне предприятия (объединения), а также отрасли в целом.

Большое значение для повышения эффективности системы аттестации рабочих мест имеют сроки и объемы ее проведения. Доказано практикой, что организационную и методологическую работу, учет рабочих мест, их сокращение и рационализацию можно и нужно проводить непрерывно, в течение всего года, а анализ и оценку состояния — перед разработкой планов хозяйственной деятельности предприятия на последующий плановый период. Планирование рабочих мест, включающее разработку планов их ввода, рационализации и сокращения и основанное на учете результатов их аттестации, является не чем иным, как основой для выполнения государственных заданий. Поэтому планировать рабочие места на последующий год нужно в III—IV кварталах предшествующего года.

Аттестацию должны проходить 100% рабочих мест. В первый раз это делать трудно, но в последующем она будет заключаться во внесении изменений в ранее произведенные оценки с учетом изменения требований или других причин. Аттестация же вновь вводимых рабочих мест должна осуществляться в период их ввода.

Рабочее место в условиях современного промышленного пред-

приятия представляет собой систему неразрывно связанных звеньев. Эта связь определяется единством технологического процесса, совершающегося на участке (в цехе), и общностью технических условий на продукцию; общностью технологических и других установок, а также коммуникаций промышленных разводов, подающих сжатый воздух, электроэнергию, охлаждающую жидкость, топливо и т. д.; пропорциональным соотношением объемов производства на всех рабочих местах предметного участка; единством систем вспомогательного обслуживания участка (цеха) по специализированным функциям. Поэтому для того чтобы оценить некоторые параметры рабочих мест, недостаточно рассматривать их каждое в отдельности. Часто необходимо анализировать их во взаимодействии и совокупности. В то же время уже существуют такие направления, как аттестация организационно-технического уровня производств, цехов, участков, бригад; оценка технического состояния производственных фондов; оценка состояния техники безопасности и условий труда и др. Каждое из этих направлений охватывает определенный перечень анализируемых показателей, часто повторяющихся, имеет ряд инструкций, форм и таблиц, которые нужно заполнять и по которым следует отчитываться. Сроки проведения этих мероприятий разнообразны.

Все это делает необходимым и возможным объединить в будущем эти направления работ на единой методологической основе в один «ступенчатый анализ» состояния производства и разработать рекомендации по использованию результатов такого анализа. Дело это еще более трудоемкое, чем анализ в рамках аттестации рабочих мест. Так что тут не обойтись без ЭВМ, использование которых, как свидетельствует опыт БАЗА, ГАЗА, ЗИЛа, позволяет упростить решение многих задач. В частности, увеличить перечень анализируемых показателей, значительно снизить трудоемкость сбора и обработки информации о состоянии производства в целом и каждой его первичной ячейки — рабочего места — в отдельности. Помочь этому может размещение и сокращение объемов информации, о показателях рабочего места, представляемых по многим формам ЦСУ.

Активизировать проведение аттестации и рационализации рабочих мест можно за счет ее ярко выраженной социальной направленности: постановка задач улучшения условий труда на рабочих местах, совершенствования подбора и расстановки работающих в соответствии с требованиями, предъявляемыми к ним на каждом конкретном рабочем месте, широкая гласность — все это позволяет заинтересовать и вовлечь в эту работу весь трудовой коллектив. Способствует этому также решение проблем выпуска средств механизации и оснастки, концентрация, специализация и кооперирование вспомогательного производства в отраслевом и региональном масштабах, совершенствование хозяйственного механизма. В частности, создание на хозрасчетной основе региональных информационных служб, способных обеспечить заинтересованные предприятия и организации сведениями о высвобождаемом оборудовании (для его реализации или обмена).

Все сказанное выше свидетельствует: возможности системы аттестации рабочих мест значительно богаче той отдачи, которая от нее уже получена. Успех здесь в решающей мере зависит не просто от понимания задачи. Здесь нужны инициатива, умение и желание руководителей возглавить работу, продуманная организационная подготовка, обучение специалистов, применение прогрессивной нормативной базы, обеспечение активной роли технических служб и привлечение трудовых коллективов к анализу и принятию решений.

УДК 338.512:629.114.42

## Обоснование структуры затрат на карьерные автомобили-самосвалы

Канд. экон. наук Б. С. КОБРИКОВ, ЛИ СОН СО

Институт экономики АН БССР

СНИЖЕНИЕ затрат на единицу полезного эффекта новой продукции — требование и закономерность научно-технического прогресса. Оценить, как получается это требование, можно, в частности, по затратам на ее производство с учетом технико-экономических параметров и эффективности применения потребителем. Более того, сравнивая затраты на производство различных изделий одного функционального назначения в зависимости от их конструктивных, технологических и эксплуатационных характеристик, а также от экономической эф-

фективности изготовления и применения в народном хозяйстве, можно судить, какие из них выгоднее народному хозяйству.

Это что касается выпускаемых или готовящихся к выпуску изделий. Но то же самое можно сказать и в отношении проектируемой техники, в том числе автомобильной; прежде чем доводить процесс ее создания до конца, целесообразно определить величину общественных затрат на выполнение ею единицы работы, т. е. полную себестоимость этой единицы.

Междуд тем делается это далеко не

всегда. Например, исследования показывают: эксплуатация карьерных автомобилей-самосвалов БелАЗ грузоподъемностью 180 т обходится автотранспортному предприятию фактически дороже, чем БелАЗов грузоподъемностью 27 т: у второго (БелАЗ-540) средняя себестоимость 1 т·км на 48% ниже, чем при грузоподъемности 180 т (БелАЗ-7521). Казалось бы, автомобили особо большой грузоподъемности менее выгодны, чем меньшей грузоподъемности. Но более глубокий анализ доказывает, что значительная часть, так сказать, ведомственного удо-

Таблица 1

Нормативные показатели	БелАЗ-540	БелАЗ-548	БелАЗ-549	БелАЗ-7519	БелАЗ-7521
Себестоимость единицы произведенной работы, %	100	97,7	95,4	93,0	90,7
Затраты на 1 т·км, %:					
по дорожной составляющей	100	111	157	182	229
по погрузочно-разгрузочной составляющей	100	107	107	109	109
в сфере обслуживания населения	100	81,5	56	41,2	18,8
по транспортной составляющей	100	103	108	109	103
на топливо	100	100	85	82	77
на смазочные материалы	100	100	83	83	76
на техническое обслуживание и ремонт	100	100	100	89	60
на восстановление износа и ремонт шин	100	119	126	134	124
на заработную плату водителям	100	94	60	50	36
на накладные расходы	100	100	99	94	91
на амортизационные отчисления	100	100	127	132	142

рождания 1 т·км зависит от многих факторов, например, от увеличивающихся простоев 180-тонников под погрузкой (в карьерах используются в основном экскаваторы с ковшами объемом 5 и 8 м<sup>3</sup>, тогда как для особо больших БелАЗов нужны экскаваторы с ковшом 12,5 и 20 м<sup>3</sup>).

Этот пример показывает, что определение себестоимости единицы произведенной работы в виде затрат по транспортной составляющей дает неполное представление об эффективности эксплуатации автомобиля. Ведь совершенно очевидно: в себестоимость, понимаемую как народнохозяйственные затраты, нужно включать и дорожную составляющую затрат, поскольку эксплуатация каждой новой модели БелАЗ требует, как правило, строительства специальных дорог, а также расходов по их содержанию и текущему ремонту; нельзя не учитывать и затрат на погрузочно-разгрузочные работы (они, по подсчетам, в себестоимости произведенных работ достигают 10—15%). Точно так же нельзя обойтись без учета затрат на обслуживание населения: чем больше грузоподъемность карьерного автомобиля-самосвала, тем меньше нужно обслуживающего персонала, а следовательно, и в целом населения на горнорудных предприятиях, где затраты на развитие инфраструктуры, как известно, весьма значительны.

Таким образом, себестоимость единицы работы, произведенной автомобилем, должна включать затраты по транспортной и дорожной составляющим, погрузке и разгрузке и в сфере обслуживания населения.

Но определение полной себестоимости единицы работы, произведенной автомобилем-самосвалом, естественно, не самоцель, а средство такого нормирования составляющих элементов затрат, которое было бы выгодно обществу в целом.

Методологию такого подхода применительно к проектируемому автомобилю можно представить следующим образом. Во-первых, исходя из народнохозяйственных интересов, определяются нормативную себестоимость единицы произведенной работы (в нашем случае 1 т·км), в том числе: нормативные затраты по дорожной составляющей, погрузочным и разгрузочным работам, а также в сфере обслуживания населения. Во-вторых, находят элементы затрат по транспортной составляющей, с выделением затрат на амортизационные отчисления. В-третьих, обосновываются нормативы амортизационных отчислений и определяют (на основе нормативной себестоимости единицы произведенной работы) оптовую цену проектируемого автомобиля. В-четвертых, вычисляют нормативную себестоимость проектируемого автомобиля. Затем на

этой базе рассчитывают нормативную структуру основных затрат в целом по автомобилю.

Следующий этап — обоснование и расчет массы автомобиля в целом и его основных узлов и агрегатов по отдельности. И, наконец, определяются нормативы затрат по каждому узлу и агрегату.

Делать все это нужно на стадии технического задания и эскизного проектирования — с тем, чтобы избежать неоправданных потерь материальных, трудовых и денежных ресурсов.

Именно такая методология применялась в отношении автомобилей БелАЗ. При этом нормативная себестоимость единицы произведенной в карьерах работы определялась на основе статистических данных по темпам прироста продукции добывающей промышленности, плановым заданиям по снижению себестоимости единицы произведенной работы в карьерах, а также установленных нормативов затрат на БелАЗы грузоподъемностью 27 и 40 т. Анализ этих данных позволил установить, что с народнохозяйственной точки зрения средний темп снижения себестоимости единицы произведенной работы должен составить 0,5% в год. Значит, если исходить из этого и принять нормативную себестоимость автомобиля выпуска 1965 г. за 100% (БелАЗ грузоподъемностью 27 т), то в 1970 г. (БелАЗ грузоподъемностью 40 т) она должна была составить 97,5%, в 1975 г. (БелАЗ грузоподъемностью 75 т) — 95%, в 1980 г. (110 т) — 92,5% и в 1985 г.

(180 т) — 90%. Продолжая этот ряд, можно утверждать, что к 1990 г. эта цифра должна уменьшиться до 87,5%.

Нормативы затрат по дорожной составляющей, по погрузочно-разгрузочным работам, в сфере обслуживания населения рассчитывались исходя из наиболее рационального варианта эксплуатации автомобилей. В частности, учитывалась ширина проезжей части дорог, а также конструкция дорожного покрытия. При определении нормативов затрат по погрузочным работам во внимание принималась емкость ковша экскаватора, затраты на обслуживание населения — сокращение численности работающих в результате снижения парка автомобилей в карьере.

Зная эти данные, легко определить нормативные затраты по транспортной составляющей: они, очевидно, равны разности между нормативной себестоимостью единицы произведенной работы и суммой нормативных затрат по дорожной составляющей, на погрузку и разгрузку и в сфере обслуживания. А так как затраты по транспортной составляющей, в свою очередь, включают затраты на топливо, смазочные материалы, техническое обслуживание и текущий ремонт, восстановление износа и ремонт шин, заработную плату водителям, накладные расходы, амортизационные отчисления, то по каждому из этих элементов рассчитываются предельно допустимые величины. (Поскольку в настоящее время еще не разработаны нормы материальных и трудовых затрат на БелАЗы грузоподъемностью 75, 110 и 180 т, а фактические не могут удовлетворить, расчет производился на основе анализа опыта определения этих затрат по другим автомобилям, а также исходя из анализа статистического материала по карьерным автомобилям-самосвалам особо большой грузоподъемности.)

Так, в затратах на топливо учитывался расход топлива на 1 кВт мощности двигателя, коэффициенты увеличения затрат при работе в зимних условиях и в условиях карьеров; в затратах на техническое обслуживание и эксплуатационный ремонт — коэффициент надежности автомобиля, а также его грузоподъемность; в затратах на восстановление износа и ремонт шин — масса шины, норма затрат на восстановление износа и ремонт шин на 1000 км пробега, а также их число на

Таблица 2

Масса, т	Формула расчета	БелАЗ-540 (27 т)	БелАЗ-548 (40 т)	БелАЗ-549 (75 т)	БелАЗ-7519 (110 т)	БелАЗ-7521 (180 т)
Снаряженного автомобиля	$\frac{2}{3}g$	18	27	50	75	120
Полная	$G_0 + g$	45	67	125	185	300
Двигателя	$0,125G_0$	1,5	2,2	4,5	7,0	12,0
	$5,5g$					
Системы двигателя	$17G_0/g^{0,33}$	1,0	1,4	2,0	2,5	3,6
Рамы	$0,11G_0$	2,0	3,0	5,5	8,5	13,5
Колес	$0,05G_0$	1,0	1,4	2,5	4,0	6,0
Шин	$6,2g^{0,17} \cdot G_0$	2,0	3,1	6,5	10,0	18,0
Подвески	$6G_0/g^{0,25}$	0,5	0,6	1,0	1,5	2,0
Переднего моста со ступицами и тормозами	$0,08G_0$	1,5	2,2	4,0	6,5	10,0
Заднего моста со ступицами и тормозами	$0,125g \cdot G_0$	3,0	5,0	9,5	15,0	25,0
Рулевого управления	$4g^{0,4} \cdot G_0$	0,2	0,3	0,5	0,5	0,6
Электрооборудования и приборов	$0,03G_0$	0,5	1,0	1,5	2,5	3,6
Кабины и оперения	$4g^{0,4} \cdot G_0$	0,2	0,3	0,5	0,5	0,6
Платформы и опрокидывающего механизма	$39G_0/g^{0,125}$	4,6	6,5	12,0	16,5	25,0

Узлы и агрегаты	Формула расчета	Нормативная себестоимость, %					
		БелАЗ-540	БелАЗ-548	БелАЗ-549	БелАЗ-7519	БелАЗ-7521	280 т
Двигатель	$18 \frac{11,3}{0,125} G_a \cdot \sigma_c$	15,8	16,9	22,5	24,0	27,5	29,4
Системы двигателя	$4,9N_{\text{дв}} \cdot \sigma_c$	9,4	9,4	8,7	8,7	8,7	8,7
Рама	$0,41G_p \cdot \sigma_c$	4,9	5,3	5,3	5,3	5,4	5,8
Колеса	$75 \cdot g^{0,35} \cdot n \cdot \sigma_c$	6,0	5,3	3,0	2,5	2,1	1,7
Шины	$130G_{\text{ш}}^{0,4} \cdot n \cdot \sigma_c$	30,8	28,2	16,7	15,3	13,4	11,1
Подвеска	$0,9G_{\text{подв}} \cdot \sigma_c$	2,5	2,4	2,4	2,4	2,3	2,3
Передний мост со ступицами и тормозами	$0,7G_{\text{пм}} \cdot \sigma_c$	6,4	7,0	7,0	7,0	7,4	7,7
Задний мост со ступицами и тормозами	$0,26G_{\text{зм}} \cdot \sigma_c$	4,9	6,2	6,2	6,5	7,3	8,2
Рулевое управление	$2,4G_{\text{ру}} \cdot \sigma_c$	2,2	2,2	1,9	1,5	1,2	1,2
Электрооборудование и приборы (для $g > 50$ т)	$750 + \frac{800}{g} \times \frac{N_{\text{дв}}}{0,125} \cdot \sigma_c$	3,2	2,6	13,0	13,0	8,2	5,7
Кабина	$400g^{0,125} \cdot \sigma_c$	3,0	2,3	1,7	1,2	0,8	0,7
Платформа	$0,3G_{\text{пл}} \cdot \sigma_c$	8,1	8,1	7,1	7,1	7,1	7,0
Сборка	$3,5g^{1,5} \cdot \sigma_c$	2,8	3,5	4,5	5,5	8,6	10,5
Итого		100	100	100	100	100	100

показателями по автомобилю в целом, то при анализе его конструкции и в расчетах за главный показатель принимается масса автомобиля и его основных узлов и агрегатов. Причем расчетная масса определяется исходя из передового отечественного и зарубежного опыта в области производства грузовых автомобилей и карьерных автомобилей-самосвалов большой и особо большой грузоподъемности, а также на базе тенденции изменения фактических масс узлов и агрегатов базовых моделей. Массы узлов и агрегатов рассчитываются через их зависимость от грузоподъемности и собственной массы автомобиля, т. е. параметры, которые на ранних стадиях проектирования уже известны и в процессе проектирования меняются мало.

Формулы для расчета и его результаты приведены в табл. 2.

Заметим, что предлагаемые формулы не претендуют на абсолютную достоверность. Однако на ранних стадиях проектирования такой подход, по нашему мнению, значительно облегчает работу в определении затрат, поскольку дает возможность конструкторам уже на этом этапе выявить предельные границы мас-

сы основных узлов проектируемой машины.

Имеющаяся информация о себестоимости автомобиля, его массе и массах основных ее узлов и агрегатов, общей структуре затрат позволяет определить нормативные затраты по этим узлам и агрегатам.

При подсчете фактически ожидаемых затрат учитывался также коэффициент серийности, т. е. программа выпуска, поскольку себестоимость изготовления зависит от изменения этой программы, особенно в мелкосерийном производстве. Формулы и сам расчет применительно к выпускаемым БелАЗам и одному из возможных его вариантов (грузоподъемность 280 т) приведен в табл. 3.

Как видно из таблицы, главными показателями при определении затрат являются грузоподъемность автомобиля, масса узла, мощность двигателя. На ранних стадиях проектирования такой подход вполне оправдан: он дает возможность, исходя из нормативной себестоимости единицы произведенной работы в карьере, определить структуру затрат по перспективным моделям автомобилей и по основным их узлам.

#### УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

Издательство «Машиностроение» выпустило в отличном полиграфическом исполнении многокрасочную книгу:

Прейс В. В. Технологические роторные машины: вчера, сегодня, завтра. — М. — 1986. — 128 с.: ил. — (В пер.): 1 р. 20 к.

В книге рассказано об основных этапах развития и становления роторных и роторно-конвейерных машин, показаны возможности и перспективы их использования в различных отраслях народного хозяйства. Рассмотрены перспективы построения комплексно-автоматизированных производств на основе роторных и роторно-конвейерных линий. Наряду с автоматическими роторными линиями, созданными в нашей стране, приведены конструкции машин, эксплуатирующихся за рубежом.

Книга имеется в книжных магазинах, распространяющих техническую литературу; иногородним читателям может быть выслана наложенным платежом. Заказы направляйте по адресу: 103031, Москва, ул. Петровка, 15. Книжный магазин № 8 «Техника».

УДК 621.43.018.3

## Повышение топливной экономичности двигателей ЗМЗ

В. Б. ПИЧУГИН, С. И. СКИБАРКО

Заволжский моторный завод имени 50-летия СССР

В XI ПЯТИЛЕТКЕ двигатели, выпускаемые Заволжским моторным заводом, подверглись модернизации прежде всего с целью повысить их топливную экономичность и надежность. В частности, на восьмицилиндровых ДВС для грузовых автомобилей ГАЗ и автобусов ПАЗ стали применяться головки блока цилиндров с винтовыми впускными каналами, что позволило увеличить степень сжатия с 6,7 до 7,0, скорректировать характеристики топливодозирующих систем карбюратора, и, таким образом, уменьшить эксплуатационный расход топлива автомобилями на 5—8%, а его удельный расход двигателем, благодаря также другим мероприятиям, — с 324 до 299 г/(кВт·ч). Совершенствованием процессов наполнения и смесеобразования в четырехцилиндровых ДВС, а также установкой на них новых карбюраторов К-151 удалось снизить удельный расход топлива до уровней 292 и 286 г/(кВт·ч) при степенях сжатия соответственно 6,7 и 8,2. В результате топливная экономичность модернизированных автомобилей «Волга» только за счет двигателя повысилась на 5%. Что касается стационарных двигателей ЗМЗ, то у них были оптимизированы углы опережения зажигания и повышенены с 6,7 до 7,3 степени сжатия. Расход бензина сократился на 5%. Важным мероприятием по экономии топлив нефтяного происхождения стало освоение в 1983 г. серийного выпуска двигателей ЗМЗ-53, работающих на сжатом природном газе.

Дальнейшее повышение технического уровня ДВС Заволжского моторного завода будет производиться по программе совершенствования серийных и создания новых конструкций в XII и XIII пятилетках и период до 2000 г., которая разработана в соответствии с Постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О мерах по ускорению научно-технического прогресса в народном хозяйстве» (1985 г.). Эта программа охватывает следующие направления работ: совершенствование рабочих процессов; внедрение электронного управления ДВС; снижение мощностных потерь; применение альтернативных топлив. Первые результаты выполнения программы планируется реализовать в производстве, начиная с 1988 г., когда завод приступит к выпуску модернизированных двигателей.

Их топливная экономичность будет повышена прежде всего за счет высокотурбулентных камер сгорания, обеспечивающих эффективное сгорание топливно-воздушной смеси при возможно более высокой степени сжатия. Правда, поиск оптимальных форм камер сгорания в определенной мере осложняется тем, что приходится учитывать производственно-технологические возможности завода, особенности имеющегося оборудования. Сейчас проходят заводские испытания усовершенствованные двигатели с форкамерно-факельным зажиганием и повышенной с 8,0 до 9,0 степенью сжатия, предназначенные для легковых автомобилей «Волга», а также двигатели со степенью сжатия 7,8 против 7,0 (без изменения октанового числа применяемого бензина) — для грузовых автомобилей ГАЗ-53. Благодаря перечисленным нововведениям модернизированные ДВС будут потреблять топлива на 5—6% меньше, чем выпускаемые в настоящее время.

Как уже отмечалось, на четырехцилиндровых двигателях ЗМЗ применяется новый карбюратор К-151 с автономной системой холостого хода и экономайзером принудительного холостого хода. Однако и он уже не отвечает всем современным требованиям. Например, в его конструкции нет механизма пневмопривода вторичной камеры, существенно влияющего на топливную экономичность, отсутствуют устройства коррекции состава смеси в зависимости от температуры окружающей среды. Кроме того, назрела необходимость в создании отечественных карбюраторов с постоянным разрежением в диффузоре, и этот серьезный пробел в совершенствовании топливной аппаратуры должен быть как можно скорее устранен совместными усилиями специалистов карбюраторных заводов, отраслевых и минвузовских институтов.

Другим перспективным направлением улучшения топливно-экономических характеристик бензиновых ДВС является, на

наш взгляд, повышение энергии искрового разряда и увеличение межэлектродных зазоров в свечах в сочетании с расширением пределов обеднения смеси. Дело в том, что при работе силового агрегата на малых нагрузках, характерных для городских условий движения АТС, из-за уменьшения плотности и турбулизации заряда ухудшается процесс его воспламенения, и компенсируется это, как правило, за счет обогащения смеси. Изменив же систему зажигания, можно добиться устойчивой работы ДВС на малых нагрузках на сравнительно бедных смесях. Так, у автомобилей «Волга», на двигателях которых была повышена энергия искрового разряда и увеличены до 1,2—1,3 мм межэлектродные зазоры, значительно снизились выбросы углеводородов и на 3—5% — расход топлива. Внедрение данных мероприятий в серийном производстве потребует применять более качественные электроизоляционные материалы, но связанные с этим дополнительные затраты мы считаем оправданными.

Большие надежды завод возлагает на электронику для управления ДВС, работы по созданию и освоению которой в отрасли ведутся под руководством НИИавтоприборов. На сегодняшний день главная задача — сделать работоспособную, надежную микропроцессорную систему управления двигателем. Ее первые модели будут контролировать регулятор опережения зажигания и экономайзер принудительного холостого хода, а в дальнейшем появятся более сложные, многофункциональные системы. С их внедрением станет возможным регулирование мощности ДВС путем отключения части его цилиндров. Пока этот принцип отрабатывается на опытных конструкциях, причем исследованы два способа отключения цилиндров: запиранием напорных каналов, подводящих масло к гидравлическим толкателям клапанов (рис. 1), и прекращением подачи топлива и воздуха. Испытания, проведенные на ЗМЗ, показали, что с точки зрения экономии топлива первый способ более перспективен. Так, двигатель мод. 53 с отключенными при помощи клапанов четырьмя цилиндрами развивает мощность, равную 46% максимальной (т. е. когда работают все восемь цилиндров), а при отключении половины цилиндров прекращением подач в них топлива и воздуха — лишь 40%. Средние же расходы топлива при работе двигата-

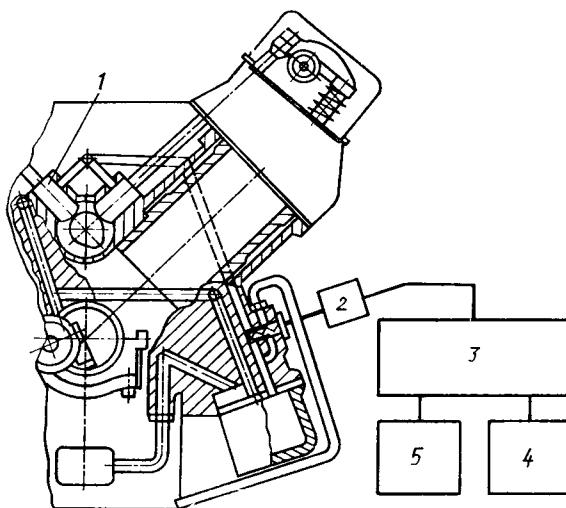


Рис. 1. Схема системы отключения цилиндров двигателя клапанами: 1 — гидравлический толкатель; 2 — электромагнитный запорный клапан подачи масла к гидравлическим толкателям; 3 — электронный блок управления отключением цилиндров; 4 — датчик числа оборотов коленчатого вала; 5 — датчик расхода топлива

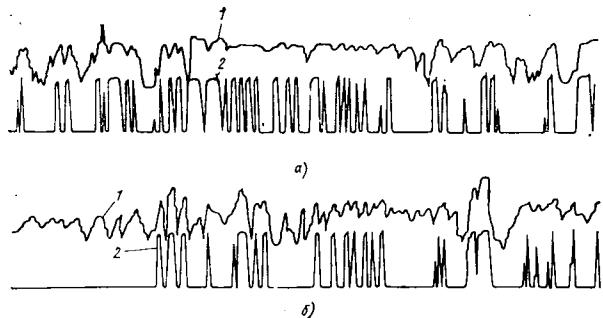


Рис. 2. Осциллограммы записи режимов движения автомобиля, оснащенного двигателем с отключаемыми цилиндрами, на прямой передаче со средними скоростями 50 (а) и 30 (б) км/ч:  
1 — разжение во впускном трубопроводе; 2 — число работающих цилиндров (пики соответствуют восьмью включенным цилиндрам, впавшие — четырем)

телей по нагрузочной характеристике сократились в первом случае на 27, а во втором — на 14%, причем на режиме nominalной мощности — соответственно на 19 и 4,5%.

Для того чтобы оценить влияние отключения части цилиндров на топливную экономичность АТС в реальных условиях эксплуатации, были проведены дорожные испытания автомобилей ГАЗ-53, оснащенных опытными двигателями. Определялись топливные характеристики установившегося движения на прямой передаче с грузом и без него. При этом выяснилось, что система отключения цилиндров прекращением подачи топлива и воздуха (с электропневмоуправлением) снижает путевой расход бензина негруженным автомобилем лишь при движении со скоростями до 55, а груженым — не более 37 км/ч. Но при движении АТС без груза по испытательному маршруту протяженностью 50 км, включающему участки городских и пригородных дорог общего пользования, с максимально возможными по дорожной обстановке скоростями данная система отключения цилиндров снижения расхода топлива не обеспечила. Как свидетельствуют осциллограммы записи режимов работы ДВС при испытаниях (рис. 2), это является следствием функционирования системы в пульсирующем режиме, т. е. попеременного отключения и включения цилиндров на сравнительно непродолжительное время. Причем с ростом средней скорости движения такие пульсации становятся более частыми. В результате при отключении части цилиндров происходит так называемое осущение участка впускного тракта от карбюратора до клапана, а при повторном их включении в работу — наоборот, его смачивание. В обоих случаях топливо полностью не сгорает, увеличивается его расход. Поэтому на двигателях, которые имеют небольшой запас мощности, системы отключения с управлением только по разрежению во впускном трубопроводе постоянно работающей группы цилиндров оказались практически неэффективными. Кардинально решить проблему управления отключением цилиндров позволит только микропроцессорная техника.

В плане совершенствования двигателей ЗМЗ намечено также освоить серийное производство четырехцилиндровых ДВС с электронной системой впрыскивания топлива и газодинамическим наддувом (АВТЭ). Как свидетельствуют результаты заводских испытаний, благодаря системе АВТЭ расход топлива автомобилем снижается на 5—6% при одновременном улучшении его динамических качеств, так как мощность двигателя и его максимальный крутящий момент возрастают, по сравнению с серийным образцом соответственно до 80,8 кВт и 206 Н·м, т. е. на 10 и 13%. Выпуск силовых агрегатов с системой АВТЭ, предназначенных для микроавтобусов РАФ, планируется начать с 1986—1987 гг. В настоящее время Заволжским моторным заводом в сотрудничестве с рядом отраслевых организаций ведутся работы по определению оптимальных законов управления топливоподачей и зажиганием для перспективной комплексной микропроцессорной системы, которой будут оснащаться двигатели микроавтобусов РАФ-22038.

С помощью специалистов НАМИ и Московского автомеханического института на ЗМЗ проведены исследования по применению турбонаддува на четырехцилиндровом ДВС мод. 4026.10. Результаты получены неплохие: достигнута мощность 88,2 кВт против 73,5 у мод. 402.10, а максимальный крутящий момент — 245 Н·м против 182. Однако конструкция турбокомпрессора требует доработки, а главное нужно решение по его производству в достаточных объемах. На наш взгляд, применение турбонаддува должно развиваться, ибо это позволит заменить на автомобилях среднего класса восьмицилиндровые двигатели четырехцилиндровыми и, таким образом, существенно сократить расход топлива, металлоемкость и номенклатуру изготавливаемых деталей.

Наряду с совершенствованием рабочих процессов двигателей ЗМЗ, конструкций их систем (питания, зажигания и пр.) большое внимание уделяется использованию альтернативных, т. е. нефтяного происхождения, топлив. Так, в соответствии с планами Минавтопрома реализуется программа ориентации автомобильного транспорта на применение в качестве моторных топлив сжатого и сжиженного газов. Однако распространение газобаллонных автомобилей в народном хозяйстве сдерживается из-за ограниченных возможностей снабжения сжиженным пропан-бутановым газом, несмотря на их удобство в эксплуатации. Использование же сжатого природного газа приводит к снижению грузоподъемности АТС, большим капитальным затратам на строительство газонаполнительных станций, а также ограничению радиуса действия автомобилей. Поэтому решено освоить производство двигателей, работающих на сжиженном газе, для легковых автомобилей «Волга» и наращивать выпуск ДВС, питающих сжатым природным газом — для грузовых ГАЗ-53.

Наряду с этим на ЗМЗ при участии ряда институтов проводятся исследования по применению синтетических топлив, например, метилового спирта (метанола). Изучаются два способа использовать метанол — в виде добавок к базовому топливу и в качестве полного заменителя бензина. В частности, проведены сравнительные испытания автомобилей ГАЗ-24 с двигателями мод. 24Д, работающими на бензометанольной смеси БМС-15-93 и на бензине АИ-93. Выяснилось, что в случае использования смеси расход бензина в эксплуатационных условиях уменьшается на 14%, однако энергетическая экономичность от применения БМС-15-93 составляет всего лишь 3—4%. Испытывается также автомобиль (ГАЗ-53) с двигателем, работающим на чистом метаноле. Он имеет повышенную с 6,7 до 8,5 степень сжатия, специальное предпусковое устройство (питается бензином) для запуска и прогрева при температурах окружающего воздуха ниже 288 К ( $-15^{\circ}\text{C}$ ), скорректированные регулировки дозирующих систем карбюратора и системы зажигания, более «холодные» свечи, топливные баки увеличенной в 2 раза вместимости (с целью сохранить межзаправочный пробег АТС). По результатам стендовых испытаний мощностные показатели «метанольного» двигателя оказались выше, чем серийного на 3—4%, но минимальный удельный расход (по внешней скоростной характеристике) составил 592 г/кВт·ч спирта против 313 г/кВт·ч бензина. Средний эксплуатационный расход метанола при движении негруженого автомобиля на прямой передаче со скоростью 60 км/ч равняется 47,5 л/100 км против 25,5 в случае работы двигателя на бензине А-76, т. е. энергетическая экономичность составляет всего 5—6%.

С учетом преимуществ и недостатков рассмотренных способов применения метанола в качестве моторного топлива на Заволжском моторном заводе разработана опытная бинарная система питания (рис. 3), которая обеспечивает непрерывное изменение октанового числа топливной смеси пропорционально нагрузке двигателя путем замещения части бензина водометанольной смесью. Идея работы системы исходит из того, что степень сжатия, выбираемая для ДВС, ограничивается качеством топлива, а работает он большую часть времени при частичном открытии дроссельной заслонки. Таким образом, если у двигателя рассчитанного на определенный сорт бензина (например, А-76), повысить степень сжатия и на режимах, близких к детонации, добавлять к бензину метанол или водометанольную смесь (в качестве антидетонационной добавки), т. е. обеспечивать автоматическое изменение октанового числа топливной смеси пропорционально нагрузке, то следует ожидать роста индикаторного и эффективного КПД. Бинарная система питания как раз и осуществляет автоматическую подачу смеси в цилиндры ДВС в зависимости от скоростного и нагрузочного режимов его работы.

Испытания опытного образца двигателя ЗМЗ-24 со степенью сжатия 10,2 и упомянутой системой питания показали, что при работе на комбинированном топливе, состоящем из бензина А-76 и наполовину — водометанольной смеси мощность

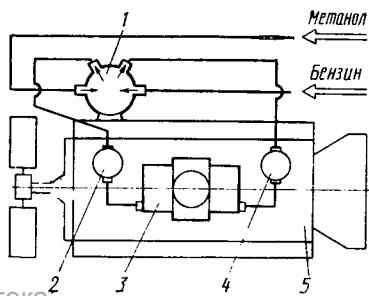


Рис. 3. Схема бинарной системы питания ДВС:

1 — топливный насос; 2 — фильтр для очистки метанола; 3 — карбюратор; 4 — фильтр для очистки бензина; 5 — насос

и крутящий момент увеличился, по сравнению с обычным вариантом, на 10, минимальный удельный расход бензина снизился на 22, а энергетическая экономичность повысилась в среднем на 12% на всех режимах работы ДВС. В сравнении с серийным, автомобиль ГАЗ-24, оснащенный опытным двигателем, расходует топлива в энергетическом отношении меньше на 10% при заездах на скоростной дороге автополигона НАМИ и на 14% — при выполнении стандартного городского ездового цикла на беговых барабанах, т. е. в последнем случае расход бензина составил 12,8 л/100 км, а метанола 0,5 л/100 км. При движении по скоростной дороге подача метанола начинается со скорости 100 км/ч и при 120 км/ч его расход составляет 0,8 л/100 км, т. е. не превышает 7% от расхода бензина.

Преимущества ДВС, работающих на топливных смесях с переменным октановым числом, очевидны: появляются возможности, во-первых, увеличить степень сжатия без изменения октанового числа применяемого бензина, и, как следствие, повысить КПД двигателя и его удельные показатели; во-вторых, перейти на низкооктановый бензин без изменения степени сжатия, что эквивалентно снижению потребления нефти при промышленном производстве бензина (например, его выход из 1 тонны нефти возрастает на 8% при снижении требований к октановому числу с 76 до 55 ед.), в-третьих, очень незначительно увеличить емкости для хранения высокооктанового топлива ненефтяного происхождения (метанол, газ и т. д.) на борту автомобиля при практическом сохранении радиусов действия автотранспортных средств; и, наконец, в случае вынужденного отсутствия высокооктановых топлив ненефтяного происхождения работоспособность АТС обеспечивается только за счет применения бензина с более высоким октановым числом (например, А-76 вместо А-66) без изменения регулировок ДВС.

Все это, как видим, направления модернизации базовых

двигателей ЗМЗ, которые выпускаются в течение сравнительно длительного срока. Но, естественно, без коренного изменения конструкций силовых агрегатов невозможно будет обеспечить высокий технический уровень перспективных автотранспортных средств. В связи с этим завод приступил к разработке новых моделей базовых двигателей для легковых и грузовых автомобилей ГАЗ. Для четырехцилиндрового ДВС, которым предполагается оснащать легковые автомобили, выбрана схема камеры сгорания с четырьмя клапанами на цилиндр и центральным расположением свечи зажигания. Преимущества таких камер состоят в том, что обеспечивается кратчайший путь распространения пламени и интенсивная турбулизация заряда за счет боковых вынесителей, повышается степень сжатия при октановом числе топлива, как и для двухклапанного двигателя, уменьшаются инерционные нагрузки и изнашивание клапанного привода. Все это нашло подтверждение на опытных образцах двигателей, изготовленных и испытанных на заводе. В частности, на одном из них (рабочим объемом 2300 см<sup>3</sup>) получена максимальная мощность 110 кВт при частоте вращения коленчатого вала 5000 мин<sup>-1</sup> и максимальный крутящий момент 206 Н·м — при 4000 мин<sup>-1</sup>.

На новом двигателе для грузовых автомобилей применена камера сгорания в поршне, и хотя это повышает требования к технологии производства (ужесточаются допуски на размеры камеры сгорания и профиль впускных каналов, повышаются нагрузки на детали кривошипно-шатунного механизма, возрастает термонапряженность поршней, цилиндров и головок цилиндров), многие специалисты как в нашей стране, так и за рубежом считают камеру сгорания в поршне перспективной для бензиновых ДВС. Дело в том, что она позволяет создать компактную камеру с высокой степенью сжатия и интенсивной турбулизацией заряда в конце такта сжатия и, таким образом, применять переобедненные смеси и обеспечить высокие показатели топливной экономичности.

УДК 621.436.01

## Особенности рабочего процесса дизеля с пристеночным смесеобразованием

А. С. КРАСИЛЬНИКОВ, В. В. ТОКАРЬ

НАМИ, Вологодский моторный завод

ПОКАЗАТЕЛИ рабочего процесса дизеля с так называемым объемно-пристеночным смесеобразованием во многом определяются условиями развития и взаимодействия пристеночного факела топлива с воздушным зарядом в камере сгорания, которые, в свою очередь, зависят главным образом от организации процесса топливоподачи; взаимного расположения пристеночного факела и стенки размещенной в поршне камеры сгорания; интенсивности и структуры вихревого движения заряда в камере сгорания.

Очевидно, что для достижения высоких энергетических, экономических и экологических показателей рабочего процесса все три указанных фактора должны быть оптимизированы в широком диапазоне скоростных и нагрузочных режимов двигателя. Но поскольку проблема организации процесса топливоподачи освещалась достаточно широко, то ниже особое внимание уделено исследованию влияния двух последних факторов. (Опыты проводились на одноцилиндровой установке двигателя ЧВ 10.5/12.)

Как следует из рис. 1, оптимальное расстояние *A* от оси топливного факела до стенки камеры сгорания практически не зависит от частоты вращения коленчатого вала и составляет 3,5—3,8 мм. Чрезмерное удаление факела от стенки камеры так же, как и чрезмерное приближение к ней, сказывается отри-

цательно на таких важных эксплуатационных показателях дизеля, как топливная экономичность и дымность отработавших газов. Уменьшение расстояния *A* на малых частотах вращения коленчатого вала более заметно ухудшает эти показатели, а на высоких частотах вращения к тем же результатам ведет, напротив, его увеличение.

Цикл работ по изучению влияния интенсивности вихревого движения воздушного заряда в камере сгорания на протекание рабочего процесса, рассматриваемый в статье, проводился при неизменной геометрии камеры сгорания, поэтому следует говорить о влиянии на рабочий процесс вихреобразующих свойств исследованных вариантов впускных винтовых каналов.

Установлено, что недостаточная интенсивность вихревого движения в большей степени ухудшает показатели рабочего процесса на малых частотах, в то время как избыточная интенсивность — на высоких частотах вращения коленчатого вала. В то же время ни результаты статической продувки впускных каналов (рис. 2), ни вычисленные на основе этих результатов интегральные коэффициенты трансформации заряда и

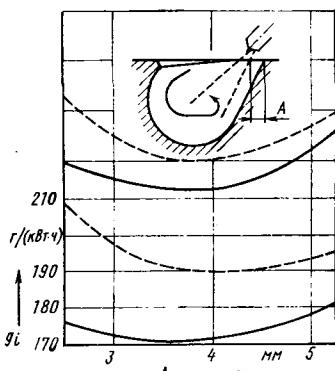


Рис. 1. Влияние расстояния от оси пристеночного факела топлива на топливную экономичность и дымность отработавших газов дизеля при  $n = 1200$  мин<sup>-1</sup> и  $p_{t_1} = 0,81$  МПа (штриховые линии),  $n = 2800$  мин<sup>-1</sup> и  $p_{t_1} = 0,9$  МПа (сплошные линии)

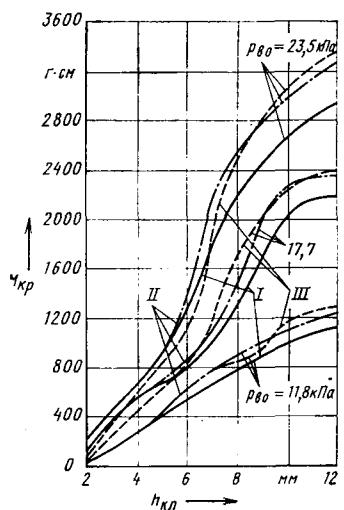


Рис. 2. Зависимость крутящего момента  $M_{kp}$  на спрямляющем реакторном колесе от высоты  $h_{kp}$  подъема клапана и перехода давлений  $p$  в впускных органах при статической продувке трех вариантов (I, II и III) впускного канала: I — сплошные; II — штрихпунктирные и III — штриховые линии

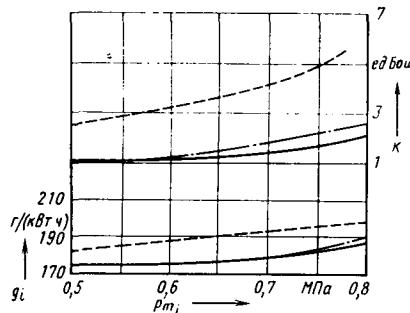


Рис. 3. Влияние интенсивности и структуры вихревого движения воздушного заряда на топливную экономичность и дымность отработавших газов дизеля при  $n = 1200 \text{ мин}^{-1}$  и различных (I, II, III) вариантах (см. рис. 2) впускного канала

сопротивления потоку не дают информации, достаточной для оптимизации аэродинамических параметров впускных каналов при доводке рабочего процесса с пристеночным смесеобразованием. Так, если вихревые свойства одного из вариантов (II) впускного канала повысить на 15%, по сравнению с исходным (вариант I), то показатели рабочего процесса как на малых (рис. 3), так и на высоких (рис. 4) частотах вращения коленчатого вала изменяются незначительно. Если же то же самое сделать с другим вариантом (III) канала, то (см. рис. 4) топливная экономичность дизеля существенно ухудшается, а дымность отработавших газов во всем диапазоне скоростных и нагрузочных режимов увеличивается.

Так как сопротивление впускных каналов потоку во всех рассмотренных случаях практически одинаково, а параметры процесса топливоподачи и расстояние  $A$ , равное 3,5 мм, не изменились, то следует сделать вывод: интенсивность вихревого движения воздушного заряда не является единственным аэродинамическим фактором, определяющим протекание исследуемого рабочего процесса. Вероятным фактором, влияющим в данном случае на рабочий процесс, служит, видимо, структура вихревого движения заряда в цилиндре, не учтываемая статической продувкой впускных каналов по общепринятой методике. Поэтому, чтобы заполнить этот пробел, т. е. исследовать вихревую структуру поступающего в цилиндр воздушного заряда на моделирующей установке с нестационарным, прерывистым течением газа, имитирующим реальный аэродинамический процесс в цилиндре двигателя на такте впуска и в начале такта сжатия, были определены спектры пульсационных составляющих скоростей завихренного воздушного потока в цилиндре. Результаты — интегральные спектры пульсационных составляющих скоростей  $V(f)$  в цилиндре, определенные при средней за такт впуска величине подъема впускного клапана, равной 6 мм, перепаде давлений на впускных органах 26,7 кПа и частоте прерываний потока 20 Гц, которая соответствует частоте вращения коленчатого вала 2400 мин $^{-1}$ , на расстоянии 120 мм от привалочной плоскости головки — для головок цилиндров с вариантами I и III впускных каналов приведены на рис. 5, а спектральные плотности распределения (для тех же вариантов каналов) разности дифференциальных спектров для двух сечений, расположенных на расстояниях 25 мм (a) и 120 мм (b) от привалочной плоскости головки цилиндра, — на рис. 6.

Как видно из этих рисунков, в непосредственной близости от привалочной плоскости варианта I впускного канала формирует более прерывистые, с большими долями спектральных составляющих  $V(f)$  относительно низкочастотного (16—400 Гц) диапазона потоки, чем вариант III. Для частотного диапазона выше 400 Гц поток, наоборот, при варианте III канала имеет относительно большие величины составляющих спектра  $V(f)$ . (На удалении от привалочной плоскости до 120 мм указанное различие спектров существенно усиливается, при этом превышение составляющих  $V(f)$  варианта I канала над аналогичными составляющими варианта III достигается в частотном диапазоне 16—100 Гц). Интегральные

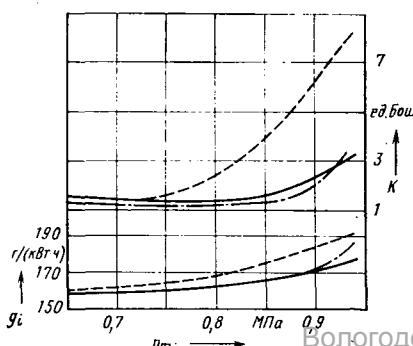


Рис. 4. Влияние интенсивности и структуры вихревого движения воздушного заряда на топливную экономичность и дымность отработавших газов дизеля при  $n = 2800 \text{ мин}^{-1}$  и различных (I, II, III) вариантах каналов (обозначения те же, что и на рис. 3)

спектры  $V(f)$  у варианта I канала характерны большими долями пульсационных составляющих в диапазоне частот 16—400 Гц, что соответствует вихревым компонентам с размерами вихрей от 2,5 мм до размеров крупномасштабных вихрей, определяемых диаметром цилиндра.

Известно, что низкочастотные вихри более стабильны, чем высокочастотные. Перестройка спектров во время такта сжатия, учитывающая различную интенсивность диссипации отдельных спектральных составляющих, приводит к тому, что для завихренного воздушного потока с большей долей низкочастотных составляющих ( $f = z - 5z = 20z$ ) интегральная интенсивность вращательного движения, а следовательно, и энергия смесеобразования будет выше для варианта I канала.

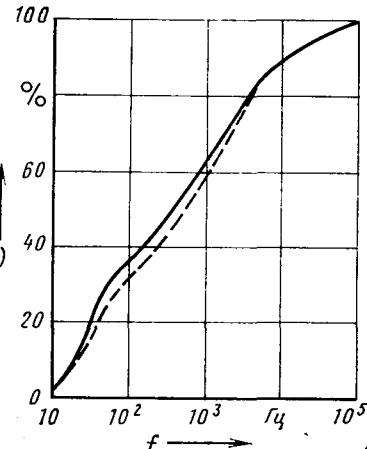


Рис. 5. Интегральные спектры пульсационных составляющих скорости движения воздушного заряда для I (сплошная линия) и III (штриховая линия) вариантов впускных каналов

ла. Это обуславливает лучшие показатели рабочего процесса при использовании данного канала.

Возможной причиной различия в спектрах винтовых впускных каналов может быть в первую очередь вариация их формы, зависящая от технологических факторов и сказывающаяся в основном на генерации крупномасштабных компонентов.

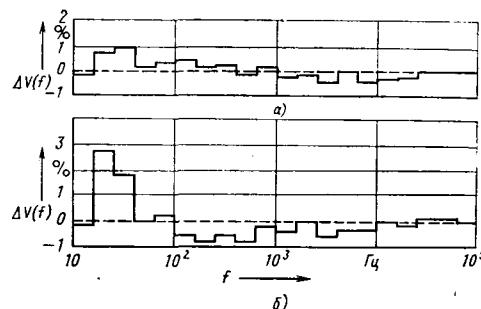


Рис. 6. Спектральные распределения разности дифференциальных спектров вариантов I и III каналов

Более высокочастотные вихри связаны со срывом потока из-за несовершенства обтекания каналов и клапанных щелей в условиях нестационарного, прерывистого его течения. Большее влияние стенок винтовых каналов на формирование завихренного воздушного потока в цилиндре видно из сравнения (см. табл.) интегральных интенсивностей осевых  $\theta_1$  и тангенциальных  $\theta_2$  компонент пульсационных составляющих для впускных каналов различных типов.

Двигатель	Впускной канал	$\theta_1$	$\theta_2$
6ЧВ 10,5/12	Винтовой	62	56
8ЧН 12/12 (КамАЗ-740)	Винтовой, опытный	88	67
8ЧВН 15/16 (8ДВТ-330)	Винтовой, опытный	72	66
8ЧН 12/12 (КамАЗ-740)	Тангенциальный, серийный	90	85
То же	Тангенциальный, опытный	94	91
8ЧВН 15/16 (8ДВТ-330)	Падающий ненаправленный, серийный	82	81

Анализ приведенных выше данных показывает, что интенсивность пульсационных составляющих при винтовых каналах меньше, чем при тангенциальных и падающих. Особенно велика эта разница для тангенциальной компоненты.

Таким образом, на организацию рабочего процесса дизеля с объемно-пристеночным смесеобразованием существенное

влияние оказывает расстояние от оси топливного факела до стенки камеры сгорания: чем оно меньше, тем хуже топливная экономичность и выше дымность отработавших газов на низких частотах вращения. При больших частотах вращения к тем же результатам ведет увеличение этого расстояния. Его оптимальная величина для исследованного двигателя составляет 3,5–3,8 мм и практически не зависит от скоростного режима. И второе: по интенсивности вихревого движения воздушного заряда, определенной традиционным методом

статической продувки, оптимизировать аэродинамические характеристики впускного канала при доводке данного рабочего процесса не удается. Нужна дополнительная информация о структуре воздушного потока. Получить ее можно методами спектрального анализа пульсационных составляющих потока при помощи установки с нестационарным (прерывистым) течением газа, имитирующими реальный аэродинамический процесс в цилиндре двигателя на такте впуска и в начале такта сжатия.

УДК 621.43.052-71

## Оптимизация системы охлаждения наддувочного воздуха

Кандидаты техн. наук Ю. С. КУСТАРЕВ и Ю. И. ФРЕЙМАН, А. В. МЕДВЕДЕВ

Московский автомеханический институт

**В** СОВРЕМЕННОМ автомобилестроении широкое распространение получили системы охлаждения наддувочного воздуха (ОНВ) типа «воздух — воздух» с установкой воздухоохладителя перед радиатором двигателя. Такие системы характеризуются удовлетворительными габаритно-массовыми и теплогидравлическими показателями. Однако во многих случаях применять систему ОНВ, выполненную по данной схеме, нецелесообразно из-за присущих ей недостатков, которые связаны с трудностями размещения длинных и сложных по конфигурации трубопроводов наддувочного воздуха от компрессора наддува до цилиндров двигателя, значительными потерями давления в этих трубопроводах, возможными утечками воздуха через многочисленные уплотнения. Учитывая это, а также увеличивающуюся плотность компоновки силового агрегата в подкапотном пространстве автомобиля, конструкторы все чаще стремятся располагать воздухоохладитель вблизи компрессора наддува, используя систему ОНВ с автономным вентилятором.

Например, в середине 70-х годов фирма «Мэкс» (США) выпустила дизель «Максидайн-300» с системой охлаждения наддувочного воздуха (рис. 1), в которой воздухоохладитель расположен непосредственно на впускном коллекторе, а быстроходный вентилятор с приводом от воздушной микротурбины соединен коротким патрубком с полостью наддувочного воздуха. К достоинствам систем такого типа относятся прежде всего возможности резко сократить длину и упростить конфигурацию трассы подачи наддувочного воздуха, уменьшить потери его давления. Кроме того, упрощается регулирование глубины охлаждения воздуха — при помощи клапана на входе в микротурбину; управ-

ление же давлением наддува осуществляется путем перепуска воздуха из компрессора через турбовентилятор ОНВ.

Автономные вентиляторы системы охлаждения наддувочного воздуха в принципе могут иметь приводы и других типов: от электродвигателя, работающего от бортовой электросети; отдельной газовой турбины; посредством механической передачи от коленчатого вала двигателя. Электропривод в общем-то обеспечивает необходимые характеристики системы ОНВ и достаточно высокий (до 20%) КПД электровентиляторного устройства, приведенный к выходному валу двигателя. Однако остается открытым вопрос о надежности и стоимости электропривода вентилятора систем ОНВ. Привод от газовой турбины, установленной после турбины наддува, может быть сделан экономичным (его КПД достигает 35%), обеспечивать приемлемую характеристику на различных режимах работы ДВС. Но наличие дополнительного «горячего» узла в системе делает привод этого типа малопривлекательным. Что касается систем с механическим приводом автономного вентилятора, то они наиболее экономичны (КПД — до 45%). С другой стороны, ограничения на размещение вентилятора и необходимость регулирования механической передачи (как следствие — уложение конструкции) снижают эффективность систем ОНВ с приводом данного типа.

На наш взгляд, привод вентилятора от микротурбины — наиболее предпочтителен. В связи с этим ниже предлагаются методические рекомендации по определению основных параметров (на базе единой целевой функции) системы ОНВ с автономным турбовентилятором.

При проектировании системы данного типа ее основные параметры надо выбирать такими, чтобы при заданных расходе наддувочного воздуха и тепловой эффективности воздухоохладителя объем последнего, а также потери полного давления наддувочного воздуха и расход сжатого воздуха через микротурбину были бы наименьшими. Правда, некоторые из этих условий противоречат друг другу: например, снижение объема вызывает рост потерь полного давления по трактам обоих теплоносителей и, следовательно, увеличение расхода сжатого воздуха на привод микротурбины. Поэтому целевая функция системы должна строиться не как совокупность ее технических характеристик, а как зависимость единого технико-экономического показателя от варьируемых параметров системы. В качестве такого показателя удобно принять экономию приведенных затрат от использования

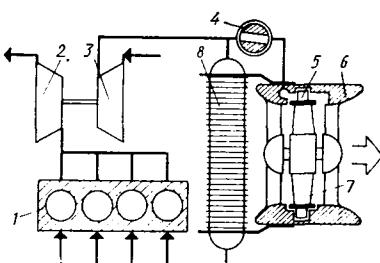


Рис. 1. Система охлаждения наддувочного воздуха с автономным турбовентилятором:

1 — двигатель; 2 — газовая турбина; 3 — компрессор наддува; 4 — регулирующий клапан; 5 — микротурбина; 6 — диффузор; 7 — вентилятор; 8 — воздухоохладитель

систем ОНВ в народном хозяйстве, которая складывается из приращения затрат на их производство и годовых эксплуатационных издержек потребителя. При определении производственных затрат следует учитывать возможное изменение стоимости изготовления как самих узлов охлаждения наддувочного воздуха, так и автомобиля в целом в зависимости от изменения массы системы ОНВ; оценивая эксплуатационные издержки, — принимать во внимание колебания затрат на топливо в результате изменений отбора сжатого воздуха на привод турбовентилятора и потерю давления наддувочного воздуха. Исходными данными при расчетах считаются расход наддувочного воздуха, давление и температура окружающей среды, номинальная степень повышения давления в компрессоре наддува и его КПД. Вводятся ограничения на конфигурацию воздухоохладителя: активная фронтальная поверхность по охлаждающему воздуху задается в форме квадрата, чтобы согласовывались проточные части воздухоохладителя и вентилятора. Для упрощения конструктивной схемы венец лопаток микротурбины располагается на концах лопастей вентилятора, используется прямое круглое одиночное сопло. Кроме того, оговариваются максимальная густота решетки вентилятора, наи-

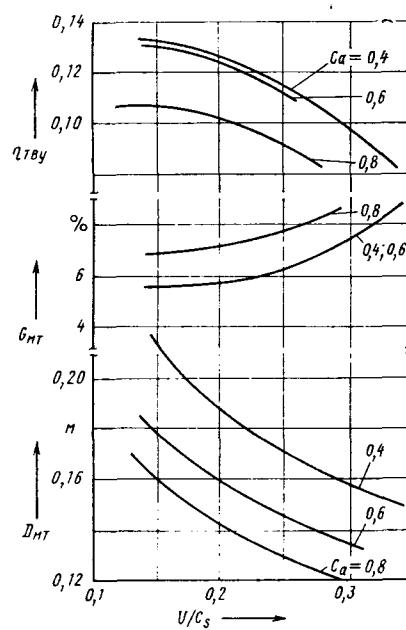


Рис. 2. Расчетные показатели турбовентиляторов при тепловой эффективности воздухоохладителя, равной 0,55

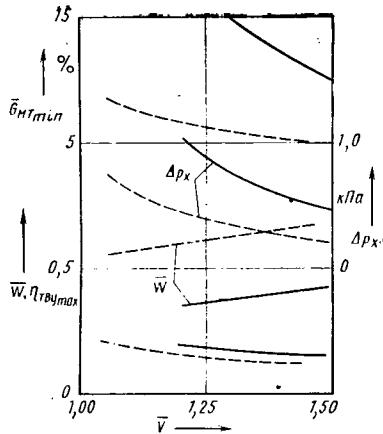


Рис. 3. Показатели системы охлаждения наддувочного воздуха при максимальной величине КПД турбовентиляторного устройства

меньшие толщины кромок и размеры хорд лопаток, ширина межспловых каналов рабочей решетки и частота вращения ротора турбовентилятора, что обусловливается требованиями технологии его изготовления в массовом производстве, а также простоты и надежности конструкции агрегата.

При проведении расчетов могут варьироваться параметры воздухоохладителя (тепловая эффективность, потери полного давления наддувочного воздуха, размеры фронтальной поверхности по охлаждающему воздуху), типы поверхностей теплообмена в полостях наддувочного и охлаждающего воздуха, гидравлические диаметры каналов теплообмена; параметры турбовентилятора (коэффициенты расхода, потеря полного давления в диффузоре по осевой и окружной составляющей скорости, параметр скорости турбины). Обычно рассматриваются несколько вариантов воздухоохладителя с различными фронтальными площадями и характеристиками поверхностей теплообмена. Расчетным путем определяются необходимая «толщина» осета воздухоохладителя и расход охлаждающего воздуха, при котором обеспечивается заданная тепловая эффективность системы. Расчет вентилятора можно производить на основе обобщенных результатов продувок плоских решеток, а парциальной микротурбины — по известной методике<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Наталевич А. С. Воздушные микротурбины. — М.: Машиностроение, 1979.

В соответствии с изложенными соображениями авторами спроектирована система охлаждения наддувочного воздуха для автомобильного дизеля рабочим объемом 10800 см<sup>3</sup> с двумя турбокомпрессорами наддува и двумя воздухоохладителями, каждый из которых снабжен турбовентилятором. (При необходимости допускается применение и одного общего теплообменника.) Принималось, что воздухоохладитель — алюминиевый, одноходовой, перекрестный, пластинчато-ребристого типа, с гофрами треугольного профиля (высотой 7 мм и шагом 4,6 мм) и жалюзийными просечками. Система отрабатывалась при помощи математической модели на ЭВМ. Результатами расчетов стали функции основных параметров разрабатываемой системы, в частности, семейства зависимостей КПД турбовентиляторного устройства, диаметра  $D_t$  турбины и расхода  $\dot{G}_{mt}$  сжатого воздуха через микротурбину (по отношению к расходу наддувочного воздуха) от коэффициента  $C_a$  расхода вентилятора и параметра скорости турбины  $U/C_s$  (т. е. отношения окружной скорости лопаток к их условной изоэнтропной скорости). Одно из таких семейств показано на рис. 2, из которого следует, что, соблюдая габаритные ограничения на систему, его окружную скорость и коэффициент расхода следует выбирать возможно меньшими — для того, чтобы сократить основные потери энергии, т. е. в диффузоре за вентилятором.

На рис. 3 показаны зависимости потерь  $\Delta p_x$  полного давления охлаждающего воздуха в воздухоохладителе, отношения  $\bar{W}$  водяных эквивалентов теплоносителей и минимального относительного расхода  $\dot{G}_{mt, min}$  воздуха через микротурбину от объема  $\bar{V}$  воздухоохладителя, отнесенного к рабочему объему двигателя, при тепловой эффективности воздухоохладителя ( $E$ ), равной 0,55 (пунктирные линии) и 0,65 (сплошные линии), и относительном увеличении мощности ДВС в 1,5 раза за счет турбонаддува и охлаждения наддувочного воздуха. (При этом выбирались варианты турбовентиляторного устройства с максимально возможным КПД при заданном объеме теплообменника). Из рисунка видно, что несмотря на снижение КПД турбовентиляторного устройства с ростом объема воздухоохладителя относительный расход воздуха на привод вентилятора падает. Причина — в интенсивном снижении расхода охлажда-

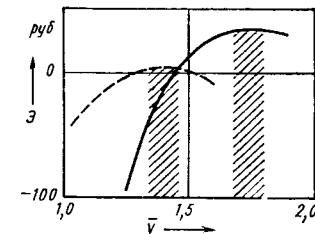


Рис. 4. Влияние изменения относительного объема  $\bar{V}$  воздухоохладителя на годовой экономический эффект от использования системы ОНВ:

пунктирная линия — при  $E=0,55$ ; сплошная — при  $E=0,65$

ющего воздуха и требуемого на его проталкивание напора по мере увеличения объема теплообменника.

По результатам расчетного исследования вариантов системы ОНВ с автономным турбовентилятором определены зависимости приращений годового экономического эффекта комплекса «система ОНВ — дизель — автомобиль» в зависимости от объема воздухоохладителя. Целевая функция находилась методом малых отклонений, а коэффициенты влияния показателей проектируемой системы на массу автомобиля, мощность его двигателя и расход топлива определялись на основе общей теории рабочих процессов турбонаддувных дизелей, предназначенных для автомобилей большой грузоподъемности при средней нагрузке ДВС. Оказалось, что существуют довольно широкие диапазоны разброса основных параметров системы ОНВ (см. рис. 4, где такие диапазоны заштрихованы), в которых годовой экономический эффект  $\mathcal{Z}$  меняется незначительно. С другой стороны, выбор параметров из областей, лежащих вне этих диапазонов, например, в случае сильного уменьшения объема воздухоохладителя, приводит к существенному росту народнохозяйственных затрат.

В заключение отметим, что в рационально спроектированной системе ОНВ с автономным вентилятором отбор сжатого воздуха на привод турбовентилятора не превышает 5—6% при тепловой эффективности воздухоохладителя, равной 0,55—0,65, и увеличении плотности наддувочного воздуха за счет охлаждения на 10—12%. Освоение выпуска таких систем позволит расширить области применения серийных двигателей, а в будущем они окажутся просто необходимыми для перспективных турбокомпрессорных и «адиабатных» дизелей.

## Из истории автомобильных ДВС<sup>1</sup>

Канд. техн. наук Г. Н. РЫТВИНСКИЙ

Московский автомеханический институт

В СЕ рассмотренные двигатели, будь то двух- или четырехтактные, с предварительным сжатием или без него, работали с принудительным воспламенением топливовоздушной смеси от постороннего источника: электрической искры, факела пламени, калинной трубы. В 1893 г. Р. Дизель в своей книге изложил основы рабочего процесса двигателя с самовоспламенением заряда от сжатого до высокого давления воздуха при постепенной подаче топлива, т. е. процесса, приближенного к теоретическому циклу Карно. Но Дизель не стал первооткрывателем в полном смысле этого слова: идея само-

воспламенения смеси от сжатия была реализована за несколько лет до выхода его книги англичанином Хэргривсом. Правда, в двигателе (рис. 1) воздух нагревался до высокой температуры не путем сжатия в рабочем цилиндре, а при помощи регенератора, через который пропускались отработавшие газы. Нагретый воздух предварительно сжимался до давления 0,5 МПа в поршневом компрессоре и только после этого подавался в камеру сгорания. Но самое удивительное в двигателе Хэргривса то, что поверхности верхней части цилиндра и воздухоподводящих каналов термоизолированы специальным керамическим материалом (идея, которая только сегодня реализуется на опытных «адиабатных» ДВС).

Первый двигатель концепции Дизеля, работавший на керо-

<sup>1</sup> Продолжение. Начало см. «Автомобильная промышленность», 1986.

сине, был построен в 1894 г. Давление сжатия в нем достигало 4 МПа, тем самым обеспечивая температуру 820—870 К в конце такта сжатия. Давление, под которым через форсунку распыливались воздух и топливо, составляло около 5 МПа; форсунка закрывалась после того, как поршень проходил 12% хода после ВМТ. Расход топлива у первого дизеля был, по сегодняшним меркам, большой — 325 г/(кВт·ч). Но уже в 1899 г. в России на Петербургском заводе Нобеля был создан и впервые испытан дизель, который работал на дешевой сырой нефти и расходовал ее всего около 300 г/(кВт·ч). Р. Дизель, описывая цикл своего двигателя, предполагал сгорание топливовоздушной смеси при постоянном давлении, величина которого не превышает достигнутого при сжатии. Однако реальные двигатели его концепции работали с повышением давления, и в ряде случаев значительным. Поэтому в дальнейшем пришлось отказаться от подачи в цилиндр топливовоздушной эмульсии и перейти к распыливанию жидкого топлива. Первые форсунки, распыливающие топливо, были созданы в 1908 г.

Даже при беглом рассмотрении конструкций ранних поршневых ДВС, положивших начало их массовому применению на автотранспортных средствах, бросается в глаза необычность многих технических решений. Но ход развития автомобилестроения складывался так, что требовались конструкции, отвечающие условиям массового производства. Поэтому только на первых автомобилях, выпускавшихся единицами или малыми сериями, их создатели могли позволить себе воплощать в своих детищах самые хитроумные идеи. Начиная же с того, как Г. Форд в 1912 г. наладил массовый выпуск легковых автомобилей, основными задачами конструкторов, в том числе и двигателестроителей, стали стремление к простоте, низкой себестоимости автомобильных агрегатов, их приспособленности к конвейерной сборке. При этом не прекращалось совершенствование ДВС. Так, от золотникового газораспределения повсеместно перешли к клапанному с принудительным открытием клапанов и приводом от распределительного вала. Наряду с боковыми (1898 г.) с 1905 г. применяются подвесные клапаны и нижнее расположение распределительного вала, а с 1905—1906 гг. — ДВС с верхним распределительным валом и V-образным расположением клапанов, позволяющим создать почти сферическую камеру сгорания. Двигатели становились более быстроходными, росла их мощность, увеличивались число и объем цилиндров. ДВС, работающие на тяжелом нефтяном топливе, которые использовались, главным образом, в качестве стационарных силовых установок или на судах, с 1923 г. стали применяться на грузовых, а с 1936 г. — и на легковых автомобилях.

Совершенствовались также системы питания бензиновых двигателей. К этому обязывало то, что карбюраторы испарительного типа, устанавливавшиеся на ранних ДВС, уже не могли справиться с повышенными расходами топлива. Пришедший им на смену пульверизационный карбюратор проделал в своем развитии большой путь, прежде чем стать совершенным прибором. Традиционно его изобретателями считаются Г. Даймлер и В. Майбах, которые в 1892 г. разработали, а в 1899 г. применили пульверизационный карбюратор на своих автомобильных двигателях. Однако первые карбюраторы такого типа, как утверждают историки двигателестроения, были созданы раньше — Э. Бернарди (1889 г.), Ч. Дьюри (1891 г.) и Г. Потворским (1894 г.), причем конструкция русского инженера, оказалась наиболее удачной. В 1907 г. создан карбюратор «Зенит» (рис. 2), имевший систему компенсации состава смеси с понижением разрежения у жиклера и автономным каналом подачи топлива к кромке дроссельной заслонки при работе двигателя на холостом ходу (прообраз большинства современных карбюраторов). За годы своего развития карбюратор стал настолько сложным и насыщенным различными системами прибором, что по стоимости производства вплоть до приблизился к устройствам впрыскивания легкого топлива.

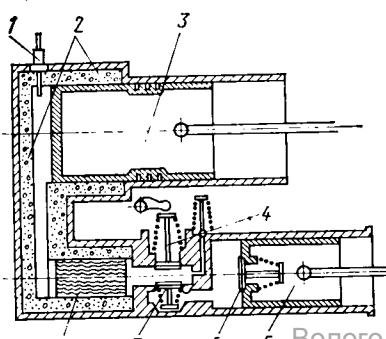
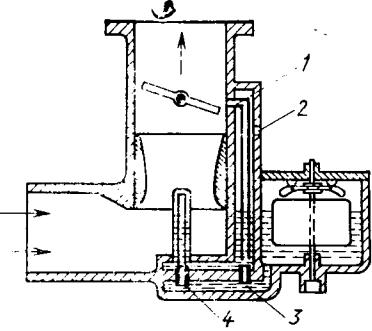


Рис. 1. Двигатель Хэрриса (1887—1890 гг.):

1 — форсунка; 2 — термоизоляция; 3 — рабочий поршень; 4 — выпускной клапан; 5 — поршень компрессора; 6 — впускной клапан компрессора; 7 — впускной клапан; 8 — теплобменник

Рис. 2. Карбюратор «Зенит»  
1907 г.:

1 — канал холостого хода;  
2 — воздушный канал; 3 — компенсационный жиклер;  
4 — главный жиклер



История систем впрыскивания бензина, как уже отмечалось, началась еще в 1884 г. Спустя 19 лет появился поршеньковый насос (рис. 3) с кулачковым приводом и регулируемой за счет перемещения оси коромысла подачей топлива. Но на автомобильных ДВС системы впрыскивания в ту пору не прижились из-за их конструктивной и технологической сложности, высокой требовательности к техническому обслуживанию. На авиационных же двигателях они нашли широкое применение уже в годы первой мировой войны. И только в начале 50-х годов системы впрыскивания топлива начали появляться на автомобильных бензиновых ДВС — сначала механические (1952 г.), спустя 15 лет — с электронным управлением, а в наши дни — так называемые адаптивные системы, управляемые бортовыми микроЭВМ. В развитие систем электронного дозирования топлива большой вклад внесли советские ученые, в частности, идея центрального впрыскивания с электронным управлением впервые была высказана в 1962 г. Г. П. Покровским, а реализованная на ее основе система запатентована в ряде стран еще за 15 лет до появления аналогов на западе и успешно прошла эксплуатационные испытания.

Привычные сегодня электрические системы зажигания, как уже отмечалось, не сразу утвердились на ДВС: на заре автомобильного двигателестроения более надежными считались калильные трубы. И только появление достаточно емких аккумуляторных батарей (на автомобиле впервые применены в 1889 г.) обеспечило надежную работу электрических систем зажигания. По мере развития в этих системах появились центробежный регулятор и вакуумный корректор, которые сделали ненужной ручную корректировку угла опережения зажигания, а применение электроники позволило оптимизировать функционирование систем зажигания в зависимости от условий работы двигателя и объединить их в единую систему управления вместе с устройствами дозирования топлива.

Среди главных побудительных мотивов совершенствования ДВС всегда было стремление сделать его более экономичным, а начиная с 1970-х годов — и менее токсичным. Достигалось это различными путями, но в основном совершенствованием рабочих процессов. Их изучением занимались крупнейшие ученые как за рубежом, так и в нашей стране. Факельное воспламенение бедных смесей, расслоение заряда для интенсификации процесса сгорания и снижения токсичности, управление процессом сгорания за счет геометрии камеры сгорания и интенсификации движения заряда — лишь некоторые вопросы, занимавшие двигателистов прошлых лет и остающиеся актуальными и по сей день. Исследования форкамерно-факельного воспламенения бензиновоздушных смесей велись в нашей стране еще в 1930-х годах, в 50-х создаются опытные образцы отечественных автомобильных двигателей ЗИЛ и ГАЗ с форкамерно-факельным зажиганием. Начиная с 40-х

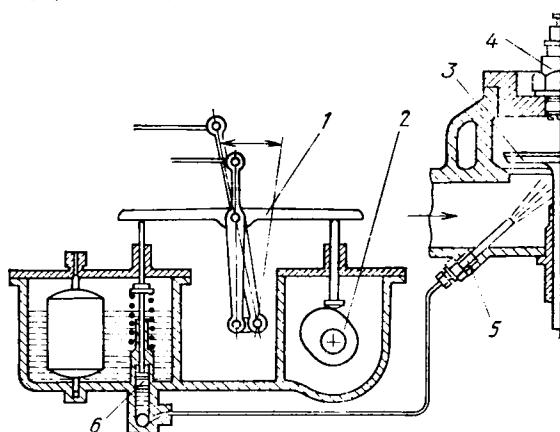


Рис. 3. Механическая система впрыскивания бензина (1903 г.):

1 — коромысло; 2 — кулачок; 3 — впускной клапан; 4 — свеча зажигания; 5 — форсунка с распылителем; 6 — плунжерный насос

годов над расслоением заряда работает фирма «Ситроен». (Кстати, именно в эти годы изобретены ступенчатая камера с впускным и выпускным клапанами на разном уровне — типа современной камеры «файрболл» и камера горения в днище поршня с винтовым движением заряда за счет защоривания части тарелки клапана).

Борьба за экономичность бензиновых двигателей ведется и путем повышения степени сжатия. Работы в этой области направлены прежде всего на подавление детонации: при помощи датчиков и электронных устройств, управляющих углом опережения зажигания и составом смеси, а также путем конструктивного совершенствования (компактизации) камер сгорания, интенсификации движения заряда, впрыскивания воды, рециркуляции отработавших газов, равномерного распределения смеси по цилиндрам и других мер. И здесь опять уместно вспомнить давнюю историю: двигатель «Газельвандер» уже имел ступенчатый поршень, что обеспечило интенсивное вытеснение воздуха из надпоршневого кольцевого пространства. Сегодня этот принцип закладывается в конструкции камер сгорания новейших двигателей для интенсификации вихревого движения заряда. Вновь возвращаются к сочетанию на дизелях неразделенных камер сгорания с высокими давлениями подачи топлива и применению насос-форсунок, от которых почти повсеместно отказались в начале 50-х годов; возрождается идея использовать комбинированные топлива, позволяющие реализовать газо- или бензо-дизельный процесс, что повышает экономичность ДВС, снижает токсичность отработавших газов.

В настоящее время широкое распространение получил наддув как на дизелях, так и на бензиновых двигателях. А ведь идея предварительного сжатия топливовоздушной смеси вне цилиндра была высказана еще в 1801 г. и реализована на двигателях «Райт» в 1833 г. Первые компрессоры для предварительного сжатия заряда были поршневыми и применялись прежде всего на двухтактных ДВС. Приводные нагнетатели типа «Рутс» на серийных четырехтактных бензиновых двигателях появились в середине 20-х годов, газотурбинный наддув автомобильных дизелей — в 50-х годах, а в 1960 г. турбонаддув впервые использован на опытных бензиновых ДВС. «Расцвет» наддува бензиновых двигателей — сначала на спортивных, а затем и на массовых автомобилях — приходится на конец 70-х годов.

Несколько слов о так называемых «адиабатных» двигателях. Проблема ограничения теплопередачи в стенки цилиндра оригинально была решена еще на двигателе Хэргривса (см. рис. 1), но при неизменной степени расширения газов это не привело к сколько-нибудь существенному повышению топливной экономичности. При создании современных адиабатных двигателей основной вопрос — утилизация энергии отработав-

ших газов как в машинах дополнительного расширения (например, силовых турбинах, связанных с трансмиссией автомобиля), так и в тепловых машинах с внешним подводом теплоты (паровых или двигателях Стирлинга).

И, наконец, кратко упомянем о возможных «конкурентах» ДВС на наземном, в частности, автомобильном транспорте. Аккумуляторные силовые установки (электро- или гиромоторы) пока имеют слишком большую массу, объем накопителей энергии и соответственно ограниченный запас хода до подзарядки. Более рациональна комбинированная силовая установка, которая сочетает маломощный ДВС, работающий на наиболее экономичном установившемся режиме, с буферными аккумуляторами, которые накапливают запас энергии, необходимый для повышения динамических свойств АТС. Наиболее перспективными конкурентами поршневых ДВС считаются ГТД и двигатель Стирлинга. Последний способен работать практически от любого источника тепла, в том числе от тепловых аккумуляторов. Эти двигатели имеют достаточно высокий термический КПД, но есть еще множество нерешенных технических вопросов, связанных прежде всего со спецификой работы на переменных режимах, характерных для движения автомобиля. Перспективны и так называемые топливные элементы, теоретически обладающие КПД, близким к единице, и способные на прямое преобразование энергии реакции окисления практически любого топлива в электрический ток. В разработке таких элементов советские ученые занимают ведущие позиции. Так, один из первых элементов был создан еще в конце 50-х годов О. К. Давтяном. Однако топливные элементы требуют применения редкоземельных металлов, сложной системы регулирования рабочего процесса и отвода продуктов реакции.

Так что широкое внедрение альтернативных двигателей и энергоносителей — дело будущего. А сегодня, как считают специалисты, еще далеко не полностью используются энергетические возможности поршневых ДВС. До сих пор топливная экономичность двигателей оценивается по минимальному удельному расходу топлива, а ведь в реальных условиях они работают преимущественно на частичных нагрузках с гораздо более высокими удельными расходами. Возникшая еще в середине 60-х годов идея создания двигателя, работающего на режиме, близком к полной нагрузке в широком диапазоне частот вращения коленчатого вала, что при сочетании ДВС с бесступенчатой трансмиссией сулит значительное уменьшение эксплуатационного расхода топлива, реализуется крайне медленно: приходится учитывать, что любое новшество целесообразно только тогда, когда суммарные затраты на его внедрение в производство и эксплуатацию будут ниже затрат на существующие образцы энергетических установок.

УДК 629.114.92.028

# Компоновочные схемы полноприводных грузопассажирских автомобилей

В. Ф. ЧИРКАНОВ, А. П. ШЕРБАКОВ

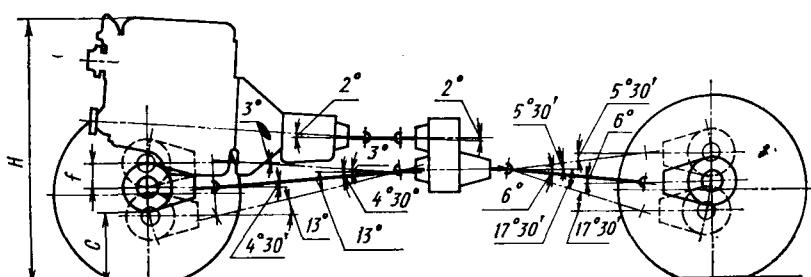
Ульяновский автозавод имени В. И. Ленина

**В**ЫБОР компоновочной схемы любого автомобиля определяет его основные качества. Тем не менее сейчас для абсолютного большинства полноприводных автомобилей применяется так называемая классическая компоновка: с расположением двигателя в передней части и отбором мощности на ведущие мосты от раздаточной коробки, расположенной за коробкой перемены передач. Правда, автомобилестроительные фирмы применяют классическую компоновку в различных вариантах, но и их можно свести к трем основным.

и их можно свести к трем основным. Рассмотрим эти варианты, приняв для простоты, что автомобили имеют одну размерность, одинаковые колесную базу, размер колес, двигатель и что во всех случаях обеспечиваются наилучшие параметры проходимости, минимальные углы в шарнирах карданных валов и минимальная высота расположения двигателя. И еще: для сопоставимости различных вариантов компоновок условно будем считать, что перемещение ведущих мостов при ходах подвески по кривой, определяемой кинематикой карданного вала, плоскопараллельное.

При первом варианте компоновки (рис. 1) двигатель располагается над передним мостом, коробка передач сстыкована с ним, а раздаточная коробка размещается на некотором расстоянии от нее на отдельной подвеске. Крутящий момент к раздаточной коробке передается при помощи промежуточного карданного вала.

Такая схема применена на автомобилях ГАЗ-69, «Москвич-410», семействе полноприводных автомобилей «Мерседес» («Пух») серии «Г» (совместное производство ФРГ и Австрии)



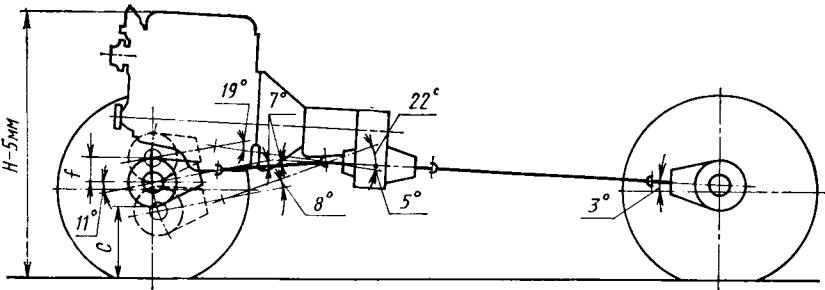


Рис. 2

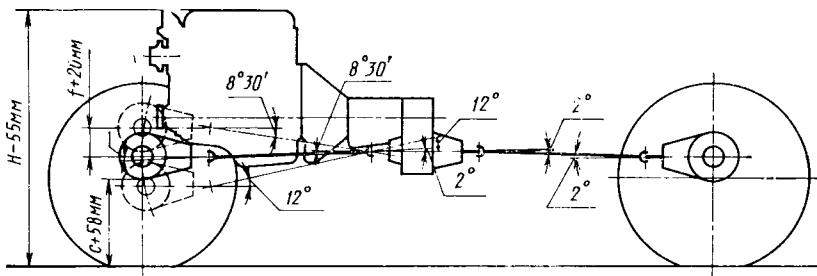


Рис. 3

и на ряде других моделей. Она обеспечивает удовлетворительное распределение масс по осям и приемлемые углы в шарнирах карданных валов ведущих мостов, однако усложняет и утяжеляет трансмиссию. Кроме того, промежуточный карданный вал служит дополнительным источником шума, особенно при изнашивании его элементов. Применение такой схемы не позволяет создавать также модификации полноприводного автомобиля вагонной компоновки, в которых рабочее место водителя удовлетворяло бы всем эргономическим требованиям.

Второй вариант компоновки (рис. 2): двигатель расположен над передним мостом, коробка передач и раздаточная коробка представляют собой один агрегат, состыкованный с двигателем. По такой схеме выполнено большинство полноприводных грузопассажирских автомобилей: УАЗ-469, «Ренж-Рover», «Лэнд-Рover-110» (Англия), семейства «Тоёта Лэнд-Крузер» (Япония), американские джипы и др. При ней распределение масс по осям остается удовлетворительным, исключается промежуточный карданный вал, появляется возможность использовать силовой агрегат для модификаций вагонной компоновки, на которых получается хорошая «развесовка» и обеспечивается удовлетворительная посадка водителя на рабочем месте. Однако в этой схеме значительно увеличиваются углы в шарнирах переднего карданного вала (раздаточная коробка поднята, длина вала меньше), что приводит к снижению его долговечности и повышению шумности. Причем величины углов в шарнирах (в статическом состоянии автомобиля) без значительного уменьшения ходов подвески не удается снизить меньше чем до  $7^\circ$  (против  $6^\circ$  в предыдущем варианте). В динамике же углы возрастают до  $19$ – $22^\circ$  (против  $13$ – $17^\circ$  в предыдущем варианте). При этом ось выходного вала раздаточной коробки оказывается не параллельной оси ведущей шестерни главной передачи переднего моста, что увеличивает диапазон колебаний крутящего момента и еще больше нагружает карданный передачу и трансмиссию в целом. Поэтому в статике угол в шарнирах должен быть возможно меньшим, в динамике для легковых автомобилей он не должен превышать  $15$ , а для грузовых —  $9^\circ$ .

Для обоих рассмотренных вариантов компоновочной схемы увеличение динамического хода  $f$  передней подвески и дорож-

ного просвета  $c$ , а значит, улучшение плавности хода и проходимости, требует дополнительного поднятия силового агрегата и капота, что влечет за собой недопустимое увеличение высоты центра тяжести, ухудшает обзорность с места водителя, увеличивает аэродинамическое сопротивление, а следовательно, и энергетические затраты на движение.

При третьем варианте схемы (рис. 3) силовой агрегат (двигатель, коробка передач, раздаточная коробка) расположен внутри базы автомобиля таким образом, что передний ведущий мост при динамическом ходе подвески оказывается перед храповиком колесного вала двигателя.

Такую компоновку имеет один из наиболее распространенных полноприводных автомобилей «Лэнд-Рover-88» (Англия), а также «Курнель» (Франция), его португальский вариант УММ и «Москвич-415». Многоделевой автомобиль «Хаммер», недавно заменивший известный джип М-151 в армии США, также имеет двигатель, расположенный за передним мостом (у него значительно большая, чем у аналогов, межколесная база и колея).

В этой схеме линию капота можно значительно снизить, а значит, улучшить аэродинамику автомобиля и обзорность с места водителя, уменьшить высоту центра тяжести, следовательно, улучшить его управляемость, устойчивость и тормозные качества. Важно и то, что при такой компоновке удается получить близкие к оптимальным углы в шарнирах

карданных валов (около  $2^\circ$  в статике и до  $12^\circ$  в динамике), а также несколько увеличить дорожный просвет под раздаточной коробкой. При этом ось выходного вала раздаточной коробки и ведущей шестерни главной передачи располагаются параллельно, что полностью исключает колебания угловой скорости и крутящего момента в трансмиссии. Отсюда — высокая долговечность карданных валов и низкая шумность трансмиссии. К тому же при несколько меньшей, чем в предыдущих вариантах, высоте капота и центра тяжести силового агрегата удается увеличить динамический ход  $f$  передней подвески (на 20 мм) и минимальный дорожный просвет  $c$  (на 58 мм), что при движении по плохим дорогам и бездорожью существенно улучшает плавность хода и проходимость автомобиля. Немаловажно и то, что этот вариант компоновки позволяет применить любой тип моста («Банджо», Спайсер и т. д.), а также получить взаимозаменяемые передний и задний карданные валы. Причем для модификаций автомобилей вагонной компоновки удается использовать не только силовой агрегат, а практически целиком шасси грузопассажирского автомобиля, поскольку в этом случае положение силового агрегата относительно ведущих мостов не меняется.

Однако в груженом состоянии автомобиль такой схемы имеет худшее распределение массы по осям (60% на заднюю ось против 58,5% в предыдущем варианте компоновки). Правда, в снаряженном и частично груженом состояниях оно несколько улучшается (49% на заднюю ось в снаряженном состоянии против 46% в предыдущем варианте). Несколько ухудшается также посадка пассажира, сидящего спереди, и затрудняется возможность применения двигателя с числом цилиндров более четырех. Но перечисленные недостатки исключаются в случае увеличения колесной базы и колеи, а значит, длины и ширины автомобиля.

Таким образом, для полноприводных грузопассажирских автомобилей, особенно большой размерности (колея 1600 и более, база 2800 и более) и в случаях использования их шасси в качестве базы для создания автомобилей вагонной компоновки, предпочтение следует отдавать третьему варианту компоновки, т. е. с расположением силового агрегата внутри базы.

устойчивость управляемой тележки при торможении и преодолении препятствий. Действующие при этом на ее колеса продольные усилия не должны влиять на заданную поворотным устройством траекторию движения, для чего поворотное устройство желательно делать необратимым, т. е. таким, которое обеспечивает сопротивляемость развороту тележки под действием неравномерно распределенных между ее колесами продольных усилий.

На рис. 1 показаны возможные конструктивные схемы двухосных тележек с

УДК 629.114.3.073:629.114.3.011.12

## Устойчивость тележек полуприцепов с поворотными осями

И. В. КАВЕРИН

КТБ «Укртяжстрайиндустрия»

В НАИБОЛЕЕ прогрессивных отечественных и зарубежных конструкциях полуприцепов с двухосной управляемой тележкой применяется поворотная ось, которая кинематически связана с

рамой полуприцепа<sup>1</sup>. Траектория движения такой тележки, как и в случае одиночного автомобиля, определяется углом между осями вращения ее колес, поэтому с точки зрения безопасности дорожного движения важно обеспечить

<sup>1</sup> См. «Автомобильная промышленность», 1986, № 2, с. 18–19 и № 3, с. 16.

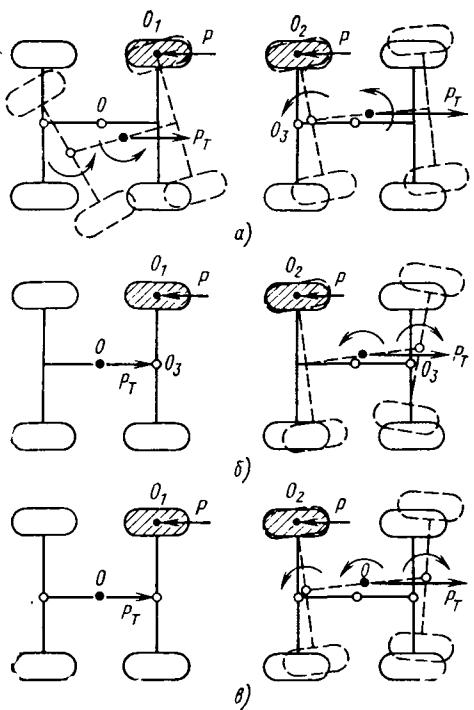


Рис. 1

одной и обеими поворотными осями. Рассмотрим устойчивость движения этих тележек с учетом кинематической связи между их подвижными элементами. Условимся, что независимо от конструктивного исполнения кинематическая связь поворачивает заднюю ось в сторону поворота рамы тележки относительно рамы полуприцепа, а переднюю ось — в противоположную сторону. Именно такая кинематическая связь обеспечивает высокую маневренность автопоезда.

В случае задней поворотной оси (рис. 1, а) при затормаживании переднего колеса возникает поворачивающий момент тяговой силы  $P_t$  относительно точки  $O_1$ . При этом свободно катящееся правое переднее колесо не оказывает сопротивление развороту тележки, так как, преодолевая лишь сопротивление качению, оно может свободно двигаться по дуге с центром кривизны в точке  $O_1$ . Перемещению же задних колес препятствуют боковые реакции, которые действуют на шины со стороны дороги. В процессе разворота тележки увеличивается плечо силы  $P_t$ , что ведет к опасному нарастанию поворачивающего момента (в этом заключается один из главных недостатков данной схемы). При развороте рамы поворачивается и кинематически связанная с ней задняя ось, что однако не уменьшает момент сопротивления развороту. Таким образом, сопротивляемость тележки повороту в рассмотренном случае обеспечивается боковым сцеплением шин ее задних колес с дорогой.

При затормаживании заднего колеса тележки, имеющей заднюю поворотную ось, возникает поворачивающий момент

относительно точки  $O_2$ , и поскольку ось кинематически связана с рамами тележки и полуприцепа, то ее поворот вызывает в приводе управления тележки усилия, которые разворачивают ее раму. Совпадение направлений поворачивания тележки ее собственным приводом и за счет силы  $P_t$  облегчает управление. Испытания подтвердили большую податливость тележки развороту при воздействии продольного усилия на колесо задней, поворотной, а не на колесо передней, неповоротной оси. Тем не менее, полуприцеп с тележкой рассмотренной схемы отличается наихудшей из трех показанных на рис. 1 устойчивостью.

Двухсная тележка с передней поворотной осью (рис. 1, б), напротив, обеспечивает наилучшую устойчивость: в отличие от первой схемы здесь неповоротная ось — задняя, которая благодаря боковому сцеплению передней оси с дорогой не подвержена тенденции к увеличению поворачивающего момента. Более того, по мере разворота тележки плечо силы  $P_t$  относительно точки  $O_2$  сокращается, вызывая уменьшение этого момента. С ростом расстояния от задней неповоротной оси до точки  $O$  приложения тягового усилия повышается и устойчивость тележки. (Данная конструктивная схема сходна со схемой двухосного прицепа, имеющего переднюю поворотную ось, но с той лишь разницей, что в случае прицепа, имеющего тяговую силу, которая вызывает перемещение его задней оси, прилагается в точке  $O_3$ . Устойчивость же двухосных прицепов считается удовлетворительной именно благодаря боковому сцеплению шин с дорогой). Вывод: чтобы обеспечить высокую устойчивость двухосной тележки полуприцепа, выполненной по второй схеме, достаточно позаботиться об устойчивости ее передней оси.

Примечательно, что любой привод, который связывает переднюю ось с рамой полуприцепа и осуществляет ее поворот в сторону, противоположную повороту рамы тележки, обеспечивает кинематическую устойчивость последней против действующих на ее передние колеса сил независимо от сцепления шин с дорогой. Объясняется это следующим. Поскольку между подвижными элементами тележки и рамой полуприцепа существует кинематическая связь, то при воздействии на любое переднее колесо тележки продольного усилия  $P$  возникает два момента относительно двух осей вращения поворотных кругов тележки. Например, относительно оси центрального шкворня (точка  $O$ ) — момент, действующий против часовой стрелки относительно оси вращения поворотного круга передней оси тележки (точка  $O_3$ ). Однако кинематика привода рассчитана на поворот рамы тележки и ее передней оси в противоположные стороны. Это противоречие, заложенное в конструкцию привода, и обеспечивает необходимую кинематическую устойчивость тележки независимо от величин действующих на ее передние колеса усилий и сцепления шин с доро-

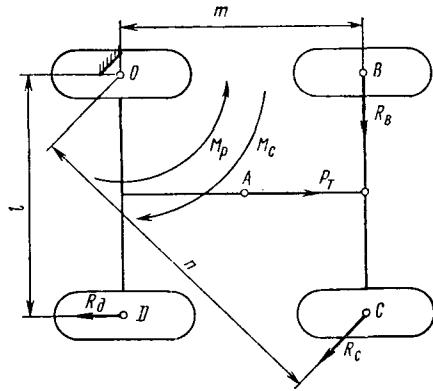


Рис. 2

гой, т. е. привод поворота передней оси тележки является необратимым.

Тележки с обеими поворотными осями (рис. 1, в) занимают промежуточное положение между рассмотренными. Такие конструкции обладают высокой кинематической устойчивостью против продольных усилий, которые действуют на передние колеса, и невысокой против усилий, действующих на задние колеса.

Таким образом, на длиннобазных полуприцепах, для которых рассматриваемая проблема приобретает особую значимость, рекомендуется применять тележку с передней поворотной осью. Расчет ее устойчивости (выполняется, как правило, для случая полного затормаживания заднего колеса) сводится в основном к подбору такой базы  $t$  тележки, при которой выполняется следующее условие (рис. 2): суммарный момент  $M_c$  сил  $R_B$ ,  $R_C$  и  $R_d$  сопротивления перемещению колес относительно точки  $O$  должен быть не меньше разворачивающего момента  $M_p$ , обусловленного действием тягового усилия  $P_t$ .

Ну а если все же используется схема с задней поворотной осью, то необходимо применять вспомогательные устройства (стабилизаторы, блокировочные приспособления и т. п.), которые уменьшают негативное влияние продольных усилий на устойчивость тележки.

Помимо правильного выбора кинематической схемы двухосной тележки с приводом поворота от рамы полуприцепа (прицепа) большое значение имеет уменьшение трения в поворотных кругах: оно затрудняет самоустановку тележки, снижает устойчивость движения автопоезда. Увеличение разности между силами сцепления шин с дорогой в боковом направлении и трения в поворотных кругах позволит сохранить необходимую работоспособность поворотного устройства даже при движении по скользкой дороге. Для удобства маневрирования АТС задним ходом устройство должно, согласно ГОСТ 3163—76, оснащаться блокировочным приспособлением, которое целесообразно выполнять с дистанционным управлением, т. е. из кабины тягача, что не только облегчит труд водителя, но и обеспечит высокую устойчивость движения тележки в условиях бездорожья.

чение их устойчивого движения: к сожалению, еще нередки случаи раскачки прицепов в поперечном направлении до такой степени, что тягач, с которым такой прицеп шарнирно (через тяговый крюк и сцепную петлю) связан, опрокидывается. Поэтому полное устранение поперечных колебаний прицепов на всем возможном диапазоне скоростей движе-

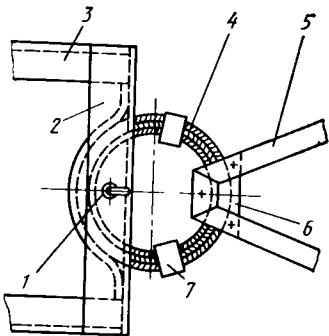


Рис. 1. Первый вариант тягово-цепного устройства:

1 — шкворень; 2 — поперечина рамы; 3 — рама тягача; 4 — кольцо из обрезиненных бортовых колец использованных шин; 5 — дышло прицепа; 6 — кронштейн дышла; 7 — стяжное кольцо-хомут

ния автопоездов остается задачей, требующей своего решения.

Попытка такого решения известно много. Однако большинство из них относилось к конкретным моделям тягачей и прицепов, работающих в составе конкретного автопоезда.

Правда, известны и работы (Я. Х. Закина, Б. И. Морозова, И. К. Пчелина, А. Л. Шефа, А. А. Хачатурова и др.), в которых на основе анализа уравнений, описывающих колебания тягача и при-

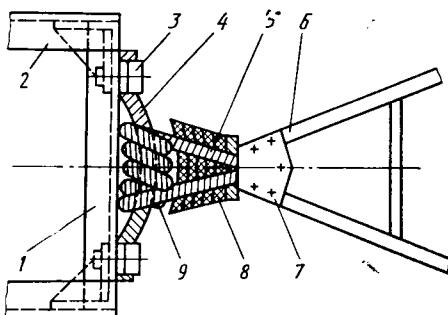


Рис. 2. Второй вариант тягово-цепного устройства:

1 — поперечина рамы; 2 — рама тягача; 3 — канатная сцепная петля; 4 — несущий канатный стержень; 5 — канатные тяги; 6 — дышло прицепа; 7 — кронштейн дышла; 8 — пластины-вырезки из шин

цепа, определялись и систематизировались условия возникновения поперечных автоколебаний прицепов. Но, к сожалению, ни в одной из них не назывался первоисточник возникновения колебаний, что, естественно, затрудняет как понимание процессов, происходящих при движении автопоездов, так и проведение соответствующих расчетов. Наконец, экспериментальные исследования послед-

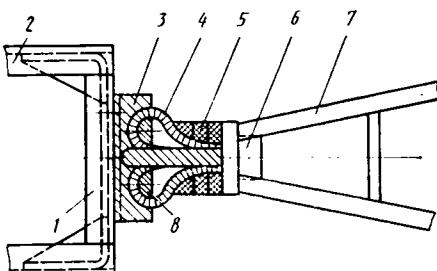


Рис. 3. Третий вариант тягово-цепного устройства:

1 — поперечина рамы; 2 — рама тягача; 3 — кронштейн; 4 — канатная петля; 5 — пластины-вырезки из шин; 6 — корпус дышла; 7 — дышло прицепа; 8 — кольцо-держатель

них лет показали, что при знакопеременном нагружении зависимость боковой реакции шины от угла бокового увода имеет явно выраженный гистерезисный характер, причем движение по контуру петли осуществляется против часовой стрелки (гистерезис левой ориентации), и что этому типу гистерезиса соответствует отрицательное демпфирование, которое в реальных системах способствует раскачке звеньев автопоезда.

Из всего сказанного напрашивается вывод: чтобы ликвидировать раскачу звеньев автопоезда, в схему связи прицепа с тягачом необходимо ввести уп-

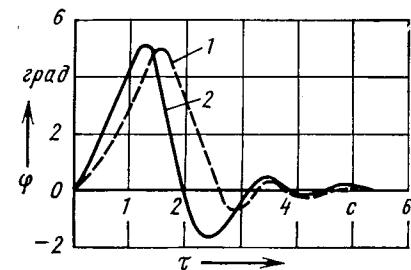


Рис. 4. Зависимость времени затухания поперечных колебаний прицепа от угла бокового отклонения по траектории движения

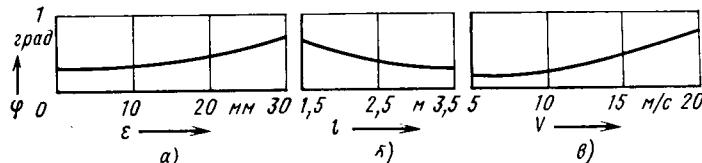


Рис. 5. Зависимость угловых размахов прицепа от зазора, длины дышла и скорости автопоезда

ругодемпфирующий элемент, который бы при угловых колебаниях прицепа обладал гистерезисом с правой ориентацией, причем площадь петли гистерезиса этого устройства должна превышать площадь петли отрицательного гистерезиса.

Таковы общие соображения. Посмотрим, как их можно реализовать на практике.

В настоящее время в автопоездах применяют, как правило, шарнирное соединение тягача и прицепа, т. е. при помощи тягового крюка (вилки) и сцепной петли дышла прицепа. Такое соединение, во-первых, не обладает угловой жесткостью; во-вторых, ему присуща очень узкая петля гистерезиса, положительной площади которой явно недостаточно для компенсации отрицательной площади петли увода шин.

Увеличить положительную площадь петли гистерезиса можно за счет тягово-

рость его реакции на изменение направления движения тягача. Иными словами тягово-цепное устройство должно обладать определенным быстродействием (достигается выбором угловой жесткости) и обеспечивать быстрое затухание угловых колебаний (путем положительного демпфирования). Удачное сочетание обоих этих параметров улучшает характеристики курсового движения автопоезда. И наоборот.

На ГАЗе были составлены и решены (рис. 4, кривая 1) дифференциальные уравнения движения тягача и прицепа при этом учитывались реальные гистерезисные характеристики увода шин АТС и упругодемпфирующих связей показанных на рис. 1—3 соединений.

Одновременно характеристики передних процессов угловых колебаний прицепа в составе автопоезда ГАЗ-6008 при скорости движения 50 км/ч были

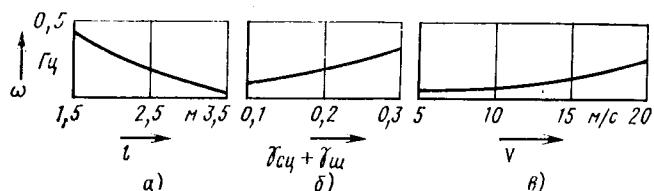


Рис. 6. Зависимость собственной частоты поперечных колебаний прицепа от длины дышла, суммы коэффициентов поглощения сцепного устройства и шины

цепного устройства, которое представляет собой параллельное соединение спиральной пружины и демпфера вращательного типа. Однако практически осуществить это затруднительно. Более приемлема, как показывает опыт, связь при помощи простых по конструкции упругодемпфирующих соединений, включающих канатные и резинокордные элементы, которые можно выполнить, например, из использованных шин (рис. 1, 2, 3). Как видно из рисунков, во всех вариантах конструкции соединений содержится большое число контактных площадок, что обеспечивает необходимую положительную площадь петли гистерезиса.

Но это одна сторона проблемы. Вторая, причем не менее важная, состоит в том, что соединение должно не только компенсировать действие боковых сил, возникающих за счет увода шин прицепа, но и обладать определенной жесткостью — с тем, чтобы обеспечить угловое быстродействие прицепа, т. е. скользящее вливание прицепов.

Определены (рис. 4, кривая 2) экспериментально. Как видно, сходимость расчета и эксперимента довольно высокая при максимальном отклонении прицепа на угол  $5^\circ$  колебания затухают примерно за 4 с. Это позволило все другие характеристики (зависимости угловых размахов и собственной частоты поперечных колебаний прицепа от его конструктивных параметров и условий движения) определять расчетом. При этом выяснилось, что угловые размахи колебаний прицепа зависят (рис. 5) не только от конструкции тягово-цепного устройства, но и от зазора  $\varepsilon$  в этом устройстве, длины  $l$  дышла и скорости  $v$  движения автопоезда. Частота же собственных колебаний прицепа определяется (рис. 6) длиной  $l$  дышла, суммой коэффициентов поглощения сцепного устройства ( $\gamma_{с}$ ) и шины ( $\gamma_{ш}$ ). Эти зависимости позволяют разрабатывать меры, исключающие вливание прицепов.

# Рациональный способ прогнозирования долговечности рамы самосвального прицепа

Д-р техн. наук Г. Г. БАЛОВНЕВ, канд. техн. наук Х. Д. КАРАБАЕВ

Таджикский сельскохозяйственный институт

РАЗРАБОТАНА уточненная методика ускоренных стендовых испытаний рам. В ней, в частности, предусмотрены более точные воспроизведение реальных нагрузок и критерии предельного состояния. Эта методика опробована в ходе стендовых испытаний рамы самосвального прицепа ГКБ-8535, в которой поперечины соединены с лонжеронами через переходные пластины при помощи электроточечной сварки. (Такая конструкция технологична, надежна, ремонтопригодна. Следовательно, она перспективна.)

Согласно предложенной методике, стендовым испытаниям рамы предшествовали исследования ее эксплуатационной нагруженности, что позволило определить параметры статической и режимы максимальной нагруженности, величины максимальных деформаций и нагрузок при этих режимах.

Так, было установлено, что режимы максимальной нагруженности рамы в эксплуатации — это разгрузка кузова и переезд кузета. В первом случае наиболее нагружены лонжероны рам: напряжения в начале подъема кузова на угол  $6^\circ$  достигают 278 МПа, а коэффициент динамичности составляет 1,08—1,14. Во втором, при переезде кузета, нагрузженность рамы увеличивается из-за ее закручивания на угол до  $2^\circ 46'$ . Были также выявлены экспоненциальный закон распределения амплитуд углов закручивания и коэффициент корреляции между углом закручивания рамы и деформацией изгиба в горизонтальной плоскости при движении по дорогам различных типов.

Надо отметить, что в процессе исследований были приняты максимально возможные скорости движения, допустимые дорожными условиями и требованиями безопасности, поэтому величина ресурса, установленного по результатам стендового испытания, получилась минимальной.

В обычных же условиях эксплуатации прицепа при движении по неровностям его рама испытывает, кроме вертикального изгиба и кручения относительно продольной оси, еще и изгиб в горизонтальной плоскости. Два последних вида деформации, с точки зрения долговечности, наиболее опасны, так как они интенсивно нагружают самые слабые и легко повреждаемые узлы рамы. Кроме того, напряжения в этих случаях изменяются по симметричному циклу, обладающему наибольшим повреждающим действием. Поэтому при моделировании работы рамы на стенде этим видам деформации уделено особое внимание. Они воспроизводятся на стенде при помощи одного силонагружателя, с учетом коэффициента корреляции между деформацией изгиба рамы в горизонтальной плоскости и углом ее закручивания, равного 0,76—0,89.

Вертикальный изгиб, как упоминалось выше, не оказывает заметного повреждающего действия, но влияет на характер роста трещин. Поэтому в схеме на-

гружения учитывалась и его постоянная составляющая, причем в тех элементах и участках (установлены в процессе испытания контрольного образца) рамы, разрушение которых приводит ее к предельному состоянию.

Таким образом, принятая схема нагружения рамы на стенде кроме моделирования основных эксплуатационных режимов нагруженности также воспроизводит режимы максимальной нагруженности — переезд кузета и процесс разгрузки кузова. Ее правильность была проверена тензометрическими измерениями на стенде, которые показали удовлетворительное совпадение уровня напряженности (рис. 1) элементов рамы на стенде и при эксплуатации комплектного прицепа.

Стенд состоит из трех шарнирных опор, смонтированных на массивных жестких станинах. На этих опорах через фальшрессоры установлена рама прицепа. Крутящий момент передается при помощи балки трубчатого сечения, которая крепится к раме через жесткие плиты, соединенные с кронштейнами двух первых поперечин в месте установки поворотного круга. Шарниры крепления задней части рамы имеют специальную упругую конструкцию.

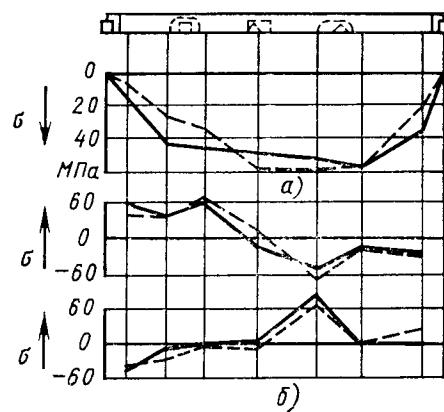


Рис. 1. Эпюры напряжений на полке лонжерона рамы в комплектном прицепе при испытаниях в реальных условиях эксплуатации и на стенде от изгиба в вертикальной плоскости (а) и кручения (б)

Вертикальная нагрузка передается тягой через кронштейны гидроприемника. Шарнир тяги расположен на смещенной оси кручения. Это сводит к минимуму пульсацию вертикальной нагрузки в процессе испытания.

Для нагружения рамы использована электрогидравлическая установка фирмы «ИНОВА» /ЧССР/ ЭДИЗ-3-1Мб, включающая насосную станцию, сервокилиндр и пульт управления. Электронная аппаратура дает возможность управлять сервокилиндрами через программатор и управляющее устройство, читающее перфоленту. Величины нагрузок и деформаций измеряются и контролируются приборами с точностью 3 и 0,5% соответственно.

Для обнаружения трещин использовали метод керосиновой пробы, а контролиро-

вали их развитие датчики перемещения. Сущность способа следующая. Перед фронтом трещины устанавливают П-образные датчики перемещения, измеряющие размах деформаций между двумя точками. При достижении кончиком трещины базовой линии датчика перемещения между точками крепления резко возрастают (за счет раскрытия трещины) и фиксируются датчиком. Когда трещина пересекает базовую линию, перемещения увеличиваются в 2—5 раз, что достаточно для измерения длины трещины с точностью до 1 мм. По мере роста трещин датчик периодически переставляется на необходимое расстояние в зависимости от темпа их роста.

Испытания рамы проводились до наступления предельного состояния. За предельную принимали длину трещины, соответствующую началу образования «шарнира пластичности» в поврежденном сечении, так как дальнейший рост трещины приводит к искажению элементов рамы при режимах максимальной нагруженности и нарушает работоспособность прицепа.

Начало образования «шарнира пластичности» фиксировали измерением остаточного раскрытия трещины специальными датчиками, установленными на этих трещинах. В ходе испытаний периодически воспроизводили режимы максимальной нагруженности (нагрузка и переезд кузета) и замеряли полное и остаточное раскрытие трещины до тех пор, пока остаточное раскрытие какой-либо трещины при одиночных перегрузках не превышало допустимое.

Так устанавливается предельное состояние поврежденного сечения элемента рамы. В зависимости от роли, выполняемой этим элементом в обеспечении работоспособности прицепа, решается вопрос о предельном состоянии рамы в целом. Например, предельное состояние в любом поврежденном сечении лонжерона или кронштейнов крепления колес приводит к предельному состоянию рамы.

Испытывали три ее варианта: два исходных и один улучшенный, разработанный с учетом результатов испытания первых двух. Элементы рамы первого варианта имели толщину 5 мм и были изготовлены из стали 10ХСНД; второго — 6 мм, его лонжероны — из стали 09Г2С, поперечины и переходные пластины — 09Г2.

Как показали стендовые испытания, ресурс первого варианта рамы составлял 50—55 тыс. км эксплуатационного пробега прицепа с максимальной нагрузкой и ограничивался разрушением второй поперечины, причем он на 60—70% меньше ресурса других узлов рамы.

Правильность этих результатов подтвердили и полигонные испытания прицепа: характер и место расположения трещины совпали с полученными на стенде, но разрушение наступило после 11 тыс. км пробега. Однако, если учесть, что коэффициент ускорения программ полигонных испытаний в среднем 4,5, то эквивалентный пробег до разрушения вто-

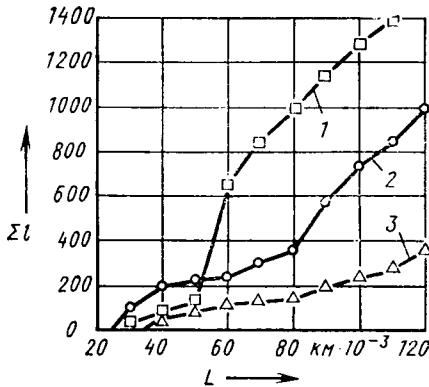


Рис. 2. Рост суммарной длины трещины в раме:

1, 2, 3 — соответственно для первого, второго и улучшенного вариантов рамы

рой поперечины составит около 50 тыс. км.

Ресурс второго варианта рамы экви-

валентен пробегу прицепа 110—120 тыс. км при эксплуатации с максимальной нагрузкой. Предельное состояние рамы в этом случае наступает из-за потери несущей способности узла соединения лонжерона с четвертой поперечиной (именно здесь после пробега 25—30 тыс. км и возникают первые трещины длиной более 5 мм).

По результатам испытаний рам двух вариантов были разработаны рекомендации по повышению долговечности и снижению металлоемкости ее узлов.

Изготовленная с учетом этих рекомендаций рама оказалась на 22 кг легче, а ее минимальный ресурс составил также 110—120 тыс. км. Ее предельное состояние наступает из-за разрушения переходной пластины узла четвертой поперечины. Предельная длина трещины (она возникает по угловому сварному шву между пластиной и поперечиной) — 160 мм. Для проверки ресурса оставшихся узлов трещину заваривали и продолжали испытание до конца семнадцатого блока, что эквивалентно 170 тыс.

км пробега. Причем разрушений других узлов не было, следовательно, внесенные конструктивные изменения оказались правильными.

Ремонтопригодность конструкций оценивали по суммарной длине трещин в них к моменту наступления предельного состояния, так как при аналогичном характере разрушений двух рам стоимость их восстановления увеличивается пропорционально общей длине трещин (возрастают трудоемкость и расход электроэнергии). Данные о кинетике суммарной длины трещины в зависимости от пробега прицепа приведены на рис. 2. Из него видно, что улучшенная рама имеет явное преимущество: общая длина ее трещин в 2,8 раза меньше.

Таким образом, предложенная методика ускоренных стендовых испытаний рам с оценкой предельного состояния по остаточному раскрытию трещин позволяет не только более объективно определить их ресурс, но и наметить пути его повышения.

УДК 629.113.011.5:629.113.012.732-82

## Унифицированный опрокидывающий механизм кабины

Л. С. ШПАК, Б. И. ГОРЕВОЙ, А. А. АЛЯБЬЕВ

НАМИ

В ГРУЗОВЫХ автомобилях с компоновкой «кабина над двигателем» кабину для обслуживания двигателя и других агрегатов, расположенных под ней, нужно опрокидывать. До недавнего времени для этой цели применялся, в основном, механизм с упругим элементом (пружиной, торсионом). Достаточно широко он используется и сейчас (например, на автомобилях КамАЗ и МАЗ). Однако у таких механизмов есть существенные недостатки: при возврате кабины в транспортное положение водителю приходится преодолевать усилие упругого элемента; этот элемент в процессе эксплуатации приобретает остаточную деформацию и

нуждается в регулировке и подтяжке. Кроме того, увеличивающаяся насыщенность компоновки передней части автомобиля затрудняет установку громоздких и тяжелых упругих элементов. Поэтому в последние годы конструкторы все чаще применяют гидравлический опрокидывающий механизм, который обычно состоит из ручного насоса, гидроцилиндра и соединяющих их трубопроводов (использование ручного насоса вызвано необходимостью откидывать кабину независимо от работы двигателя).

Кинематика такого механизма предусматривает, чтобы при запрокидывании кабины центр ее тяжести переходил через верхнюю мертвую точку, благодаря чему полностью исключается возможность ее самопроизвольного опускания. При этом устанавливаются механические страховочные ограничители угла опрокидывания — тросы или растяжки. Опрокидывающие механизмы с малым углом откидывания кабины (без ее запрокидывания) встречаются редко. В этом случае они снабжаются специальной страховочной стойкой.

Например, насосы — в большинстве случаев плунжерного типа, агрегатированные с гидрораспределителем и выполненные как одно целое с резервуаром для рабочей жидкости. Бывают они двух типов — открытые или закрытые. Первые имеют выходящий наружу плунжер и приводные рычаги, поэтому слабо защищены от попадания грязи в зазор плунжерной пары и коррозии весьма миниатюрной рычажной системы. Вторые не имеют выходящих наружу деталей, совершающих возвратно-поступательное движение, а следовательно, в них не могут попадать посторонние частицы во внутреннюю полость. Поэтому для тяжелых условий эксплуатации автомобиля (например, в условиях сельского хозяйства) закрытые насосы явно предпочтительнее. Конструкция одного из таких насосов показана на рис. 1.

Гидроцилиндры — обычно поршневые

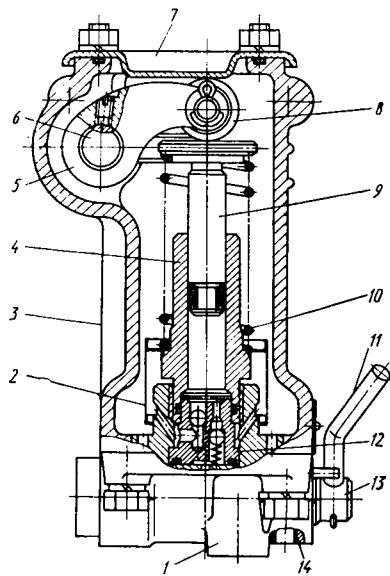


Рис. 1. Ручной универсальный насос:

1 — основание; 2 — всасывающий фильтр; 3 — корпус; 4 — цилиндр; 5 — рычаг; 6 — приводной вал; 7 — крышка; 8 — ролик; 9 — плунжер; 10 — возвратная пружина; 11 — рукоятка; 12 — блок всасывающей и нагнетательной клапанов; 13 — поворотная пробка; 14 — отверстие для подсоединения трубопроводов

двустороннего действия. Их снабжают встроенным гидрозамком поршневой полости, а иногда — дополнительным гидрозамком штоковой полости. Гидрозамки исключают самопроизвольное опускание кабины вследствие внутренних утечек рабочей жидкости в насосе или повреждения подводящих трубопроводов. На автомобилях фирм «Даймлер Бенц» (ФРГ) гидроцилиндры помимо гидрозамка оснащаются специальными дроссельными устройствами, обеспечивающими плавность работы механизма и повышающими безопасность выполнения работ. Некоторые фирмы (например, шведская «Вольво») снабжают гидроцилиндры отсечными вентилями, при помощи которых запираются полости гидроцилиндров перед работой под кабиной. Гидроцилиндр одной из моделей автомобиля КамАЗ имеет клапан-замедлитель, препятствующий резкому опусканию кабины.

Гидроцилиндр устанавливают под кабиной, при этом снизу его корпус шарнирно закрепляется на кронштейне рамы, а шток шарнирно соединяется с кронштейном усилителя пола кабины. В некоторых случаях (фирма «Даймлер Бенц» и др.) шток гидроцилиндра взаимодействует со специальным рычагом, большее плечо которого уменьшает, в свою очередь, действующее на пол кабины усилие, а следовательно, и вероятность ее перекоса в процессе опрокидывания. Конструкция верхнего шарнирного соединения такова, что обеспечивает некоторое свободное перемещение кабины в процессе движения автомобиля, исключая осевое нагружение гидроцилиндра в транспортном положении.

Таковы основные узлы гидравлических опрокидывающих механизмов кабины. Но они могут включать и дополнительные устройства, которые повышают удобство обслуживания автомобиля. Так, на автомобилях «Скания» (Швеция) устанавливаются гидравлические устройства, обеспечивающие автоматическое открывание запоров кабины перед ее оп-

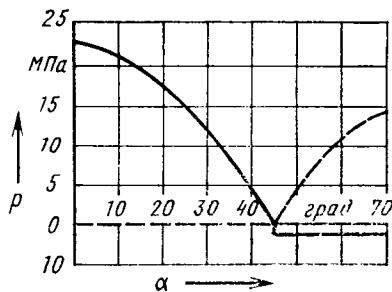


Рис. 2. Зависимости давления в поршневой и штоковой полостях гидроцилиндра от угла опрокидывания кабины

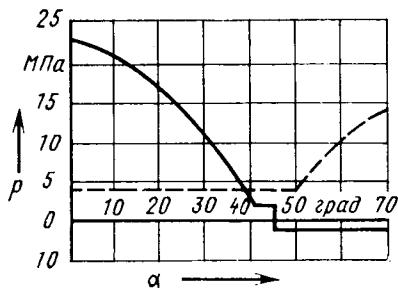


Рис. 3. Зависимости давления в рабочей камере насоса от угла опрокидывания кабины при подъеме и опускании кабины

рокидыванием, а также их автоматическое закрывание после ее опускания. Это предотвращает поломки запоров и движение автомобиля с незакрытыми запорами. Встречаются и другие дополнительные устройства. Такой подход оправдан при создании дорогих автомобилей, выпускаемых небольшими партиями. Учитывая необходимость разработки конструкции, пригодной для специализированного массового производства, в нашей стране желательно иметь единую унифицированную конструкцию насоса и семейство гидроцилиндров, отличающихся оптимальными материалоемкостью и компактностью. Рассмотрим возможность этого.

Как известно, одним из основных показателей, влияющих на материалоемкость и компактность гидравлической схемы механизма подъема кабины, является величина максимального рабочего давления. В конструкциях автомобилей ведущих зарубежных фирм обычно используется давление, равное 16—25 МПа, в отдельных случаях — до 32 МПа. Поэтому для унифицированной конструкции целесообразно принять давление 25—26 МПа. В этом случае привод насоса можно осуществлять обычной мониторовой лопаткой, входящей в комплект индивидуального инструмента водителя. Если для этой цели использовать специальный рычаг (фирма «Вольво», например, снабжает автомобили специальной телескопической рукояткой длиной 930 мм), давление в гидросистеме можно поднять до 30—32 МПа.

На рис. 2 показана зависимость изменения давления в поршневой (сплошная линия) и штоковой (пунктирная линия)

полостях гидроцилиндра при опрокидывании кабины. Из него видно, что при углах наклона кабины, меньших, чем угол опрокидывания, давление в поршневой полости пропорционально усилию на штоке, а давление в штоковой полости равно нулю. При переходе кабины через верхнюю мертвую точку в поршневой полости создается разрежение, а в штоковой давление возрастает пропорционально усилию вытягивания штока. Но во всех случаях оно меньше 25—26 МПа. В рабочей камере насоса (рис. 3) при подъеме кабины (сплошная линия) давление сначала уменьшается, затем при достижении определенного угла подъема (ближкого к верхней мертвой точке) оно становится постоянным, равным давлению страгивания гидроцилиндра, а при опрокидывании кабины в насосе создается разрешение, под действием которого масло из насоса «высасывается» в поршневую полость гидроцилиндра, и кабина самопроизвольно опускается. При ее опускании (пунктирная линия) давление сначала уменьшается, затем, по мере приближения центра тяжести к верхней мертвой точке, становится равным давлению открытия гидрозамка. После перехода центра тяжести через ось опрокидывания кабина удерживается гидрозамком, т.е. давление в гидросистеме устанавливается низкое.

В настоящее время разработана конструкция унифицированного гидравлического опрокидывающего механизма кабин. При этом принималось во внимание то, что устанавливаемый на автомобиле ручной насос может быть использован в качестве источника энергии для привода механизма опрокидывания не только кабины, но и других вспомогательных механизмов, например, механизма подъема-опускания запасного колеса. (Такая объединенная гидравлическая схема пока-

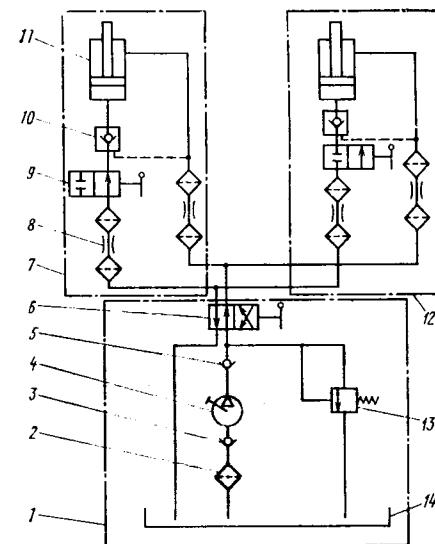


Рис. 4. Объединенная гидравлическая схема механизма опрокидывания кабины и подъема запасного колеса:

1 — насос; 2 — всасывающий фильтр; 3 — всасывающий клапан; 4 — качающий узел; 5 — нагнетательный клапан; 6 — гидрораспределитель; 7 — гидроцилиндр опрокидывания кабины; 8 — дроссель с защитными фильтрами; 9 — запорный вентиль; 10 — гидрозамок поршневой полости; 11 — гидродвигатель; 12 — гидроцилиндр подъема запасного колеса; 13 — предохранительный клапан; 14 — резервуар для рабочей жидкости

зана на рис. 4, а основные параметры и конструктивные особенности различных механизмов опрокидывания кабины и подъема-опускания запасного колеса, выполненных по этой и некоторым другим схемам, приведены в таблице.)

Разработанные НАМИ совместно с заводами отрасли гидравлические опрокидывающие механизмы кабин устанавливаются в настоящее время на автомобилях КАЗ и МАЗ, а в дальнейшем, по мере освоения серийного производства узлов, ими будут оснащаться и другие автомобили, в том числе семейства КамАЗ.

Основные параметры и технические требования к этим механизмам зафиксированы в отраслевых стандартах (ОСТ 37.001.261—83, ОСТ 37.001.281—84, ОСТ 37.001.290—84).

Главной особенностью эксплуатации гидравлического опрокидывающего механизма кабины является то, что при его работе в гидросистеме циркулируют

Модель автомобиля	Характеристики узлов					Предназначение			
	Тип насоса	Тип гидрораспределителя	Число органов управления	Гидроцилиндр	Гидрозамки	Дроссели	Запрокидывание	Возврат кабины	
Унифицированная конструкция НАМИ	Плунжерный закрытого типа	Пробковый	1	Поршневой двустороннего действия	В поршневой полости	В поршневой и штоковой полостях	Самоприводное, с дросселированием	Принудительный	Самоприводное, с дросселированием
КамАЗ-4310	Плунжерный открытого типа	»	2	То же	Нет (вместо него установлены клапаны замедлители в поршневой и штоковой полостях)	В поршневой и штоковой полостях (установлен в насосе)	—	То же	Самоприводное, через клапаны-замедлители
Татра-815	То же	»	1	»	—	В штоковой полости	Самоприводное, с дросселированием	»	Самоприводное, с дросселированием
Вольво-F1227	»	Клапанный	1	»	В поршневой полости	То же	То же	»	—
Скания-R142H Мерседес Бенц-1628	Плунжерный закрытого типа	Пробковый	1	»	То же	В поршневой и штоковой полостях	»	»	—

очень малые, по сравнению с другими автомобильными гидросистемами, объемы рабочей жидкости. Проходные сечения отверстий также очень малы. Например, в некоторых гидромеханизмах есть отверстия диаметром до 0,5 мм. Отсюда ясно, что они предъявляют повышенные требования к качеству и чистоте рабочих жидкостей (в этих целях используют ма-

ловязкие масла с пологой вязкостно-температурной характеристикой, такие, как АМГ-10, МГЕ-10А, МВП). Особенно нужно следить за тем, чтобы в масла не попадали посторонние примеси, грязь, вода, способные нарушить герметичность клапанов или вызвать другие отказы в работе гидросистемы. Не менее важно обеспечивать хорошую герметичность всех

соединений, так как из-за небольшого запаса рабочей жидкости насос очень чувствителен к внешним утечкам.

При соблюдении требований инструкций по эксплуатации, а также рассмотренных выше рекомендаций гидравлический опрокидывающий механизм кабины, как правило, не требует технического обслуживания.

УДК 629.113.06:628.84

## Системы кондиционирования воздуха для автомобилей

Канд. техн. наук В. С. МАЙСОЦЕНКО

Одесский инженерно-строительный институт

**В** НАСТОЯЩЕЕ время для создания микроклимата в кабинах самоходных машин, в том числе автотранспортных средств, наиболее широко используются парокомпрессионные системы кондиционирования воздуха, которые состоят из фреонового компрессора, воздухоохладителя, конденсатора, вентилятора и устройства автоматического регулирования и управления. Компрессор и вентилятор в таких системах приводятся в действие за счет механической передачи от двигателя автомобиля.

Парокомпрессионные системы достаточно эффективны, однако они дороги, сложны и громоздки, имеют значительную массу, чувствительны к тряске, работают на летучем рабочем веществе — фреоне, неизбежные утечки которого снижают надежность кондиционеров.

Существуют и другие — воздушные, абсорбционные и термоэлектрические системы кондиционирования воздуха, но применяют их гораздо реже, так как их технико-экономические показатели существенно уступают транспортным парокомпрессионным системам.

Таким образом, можно сказать, что по техническому совершенству все существующие типы систем кондиционирования воздуха в кабинах и салонах автотранспортных средств пока что уступают уровню самих этих средств. Между тем выход из такой «тупиковой» ситуации есть. Он — в использовании давно известного способа — охлаждения воздуха за счет испарения жидкости. (Вспомним, что для испарения 1 г, например, воды нужно 539 кал теплоты). Тем более, что оборудование, необходимое для его реализации, исключительно простое, а энергетические затраты — незначительны. Правда, увлажнение воздуха, неизбежное при прямом испарительном охлаждении, приводит к дискомфорту в кабине автомобиля. Поэтому специалисты ищут способы косвенно-испарительного охлаждения. И сейчас уже есть установки, созданные на основе этого принципа и предназначенные для кабин тракторов, комбайнов и строительно-дорожных машин. Воздух в них охлаждается при постоянном влагосодержании. Однако температура, до которой он охлаждается, оказывается довольно высокой (в условиях климата СССР — до 25°C и выше). Большие у них габаритные размеры и масса. Поэтому широкого распространения они не получили.

Сейчас картина меняется: создан (см. рис. 1) новый тип косвенно-испарительного воздухоохладителя — регенеративный (А. с. № 979796, СССР). Наружный воздух при помощи вентилятора 1 подается в его сухие каналы 4, где охлаждается при постоянном влагосодержании. Затем поток разделяется на два — основной А и вспомогательный Б. Первый поступает в кабину автотранспортного средства, а второй разворачивается и направляется в увлажняемые водой каналы 5 противотоком полному потоку. Здесь он движется вдоль теплообменной пластинки 2, покрытой смачиваемым капиллярно-пористым слоем 3, нагревается и увлажняется, после чего выбрасывается в атмосферу.

Основным узлом регенеративного косвенно-испарительного воздухоохладителя является комбинированная насадка, которая изготавливается из влагонепроницаемых с одной стороны и пористых, хорошо смачиваемых с другой стороны пластин, образующих каналы для циркуляции воздуха. Применение такой насадки по-

зволяет сосредоточить в 1 м<sup>3</sup> около 1000 м<sup>2</sup> теплообменной поверхности, не увеличивая при этом аэродинамическое сопротивление каналов.

Экспериментальные исследования и производственные испытания первых опытных образцов выявили (см. таблицу) их существенные преимущества перед другими типами охладителей воздуха, применяемыми в кабинах автомобилей и других самоходных машин. Например, по энергетическим показателям они значительно превосходят кондиционеры с парокомпрессионными машинами. У них небольшие энергозатраты; нет движущихся частей и, как следствие, большая надежность; широкий диапазон саморегулирования, что упрощает систему автоматического регулирования. Простота конструкции, применение недефицитных и дешевых материалов, отсутствие потребности в высококвалифицированной рабочей силе и специализированном оборудовании, широкие возможности механизации и автоматизации процессов изготовления делают их дешевыми в производстве.

Тип кондиционера	Затраты мощности на холодопроизводительность, кВт/кВт	Холодопроизводительность на единицу объема воздуха, кДж/м <sup>3</sup>	Холодопроизводительность на единицу объема агрегата, кВт/м <sup>3</sup>
Парокомпрессионный	0,4	18	17
Косвенно-испарительный	0,3	8	2,1
Регенеративный косвенно-испарительный	0,06	12	15,8

На основе регенеративного косвенно-испарительного воздухоохладителя разработан и изготовлен кондиционер (рис. 2), который представляет собой корпус, разделенный на два отсека. В первом по ходу воздуха размещаются фильтры 1 и вентиляторы 2, во втором — воздухоохладитель. Его пластины, выполненные из капиллярно-пористого материала, с одной стороны покрыты тонким влагонепроницаемым слоем и снабжены выступами — ограничителями, благодаря которым их можно соединять в группы и образовывать каналы для прохода воздуха. Пластины, кроме того, собраны так, что их стороны, покрытые влагонепроницаемым слоем, образуют «сухие» каналы, а стороны с открытой капиллярно-пористой поверхностью — каналы «влажные».

Воздухоохладитель устанавливают на специальный поддон, исключающий попадание воды в кабину и обеспечивающий ее минимальный уровень, необходимый для смачивания капиллярно-пористых пластин, независимо от неровностей рельефа и (соответственно) наклона автомобиля. Система водоснабжения кондиционера гарантирует его беспрерывную работу в течение 20 ч.

Работает кондиционер следующим образом.

Поступающий в него наружный воздух очищается от пыли в бумажных фильтрах 1 и центробежным вентилятором 2 нагнетается в «сухие» каналы 4, где охлаждается без изменения влагосодержания. На выходе из них поток разделяется: основная его часть поступает в кабину 7 автомобиля, а оставшаяся — во «влажные» каналы 3, где увлажняется и нагревается, отбирая тепло от пластин (их общая теплопередающая поверхность составляет 40 м<sup>2</sup>, причем ее образуют тонкостенные материалы, применение которых целесообразно, так как избыточное давление в каналах практически отсутствует), т. е. поступающего в кабину воздуха, и затем выбрасывается в атмосферу.

На кондиционере предусмотрены установочное крепление 8, гибкое соединение для связи с кабиной, поворотный патрубок

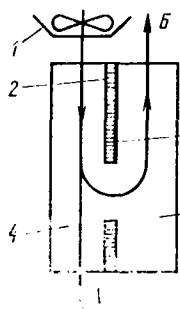


Рис. 1. Принципиальная схема регенеративного косвенно-испарительного охладителя

6, а также шибер 5, предназначенный для изменения режимов воздухораспределения и регулирования соотношения между основным и вспомогательным потоками воздуха. Вода в воздухоохладитель подается из бака 9 насосом 10.

Габаритные размеры кондиционера — 885×440×840 мм, масса — 70 кг, потребляемая мощность — 320 Вт, температура на выходе составляет, в зависимости от влагосодержания наружного воздуха, 281—288 К (+8—+15°C).

Он показал себя надежным и эффективным устройством, однако обязательное наличие воды и системы ее подвода делает его не совсем удобным в эксплуатации. Поэтому в настоящее время в Одесском инженерно-строительном институте ведутся работы по созданию кондиционеров, в которых в качестве охлаждающей жидкости используется влага, содержащаяся в атмосферном воздухе. Проведены предварительные испытания такого охладительного модуля, причем извлеченная из воздуха вода циркулировала в замкнутой системе, а в качестве источника энергии использовали отработавшие газы.

Выше были рассмотрены чисто качественные преимущества регенеративных косвенно-испарительных систем кондиционирования воздуха. Для специалистов, видимо, определенный интерес должны представлять и результаты сравнения различных систем. Чтобы получить эти результаты, можно воспользоваться широко известными данными по парокомпрессионным (рис. 3, а), воздушным (рис. 3, б), абсорбционным (рис. 3, в) и термоэлектрическим (рис. 3, г) холодильным машинам, которые давно применяются (следовательно, доведены до высокого уровня) на автомобильном транспорте и сравнить их с данными опытного образца регенеративного косвенно-испарительного кондиционера, рассмотренного выше.

Такое сравнение было сделано, причем для одинаковых условий: температуры окружающей среды 308 К (+35°C), холодопроизводительности 3,5 кВт. При этом выявилось, что парокомпрессионная холодильная машина потребляет мощность 1,9, воздушная — 3,75, термоэлектрическая — 11,98, а кондиционер с регенеративно-косвенным охладителем — лишь 0,32 кВт (в абсорбционной используется тепло отработавших газов, поэтому говорить о потребляемой мощности неправомерно). Общая теплопередающая поверхность этих устройств равна соответственно 11, 63, 47, 40 и 65 м<sup>2</sup>, а масса — 35, 100, 80, 70 и 200 кг. Кроме того, в парокомпрессионной машине применяется фреон, а в абсорбционной — раствор бромистого лития.

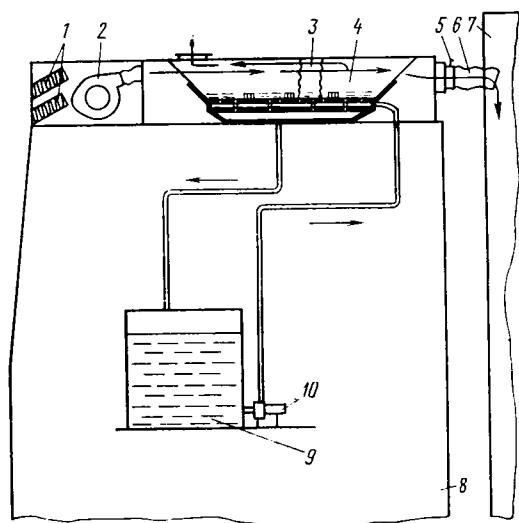


Рис. 2. Принципиальная схема регенеративного косвенно-испарительного кондиционера:

1 — бумажные фильтры; 2 — центробежный вентилятор; 3 — «влажные» каналы; 4 — «сухие» каналы; 5 — шибер; 6 — поворотный патрубок; 7 — кабина; 8 — установочное крепление; 9 — бак; 10 — насос

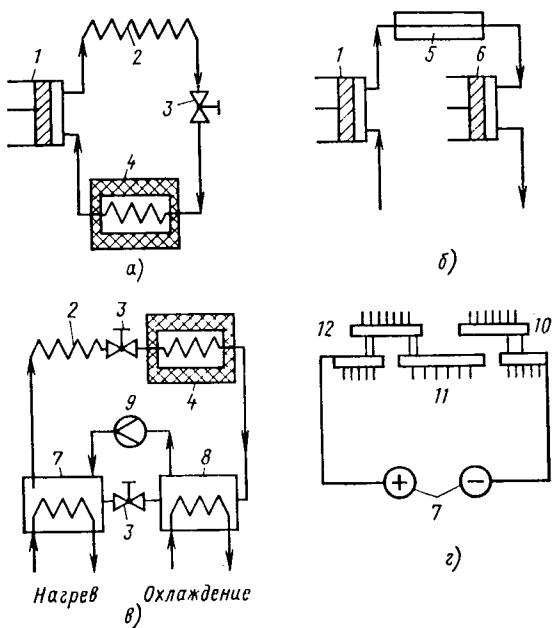


Рис. 3. Схемы парокомпрессионной (а), воздушной (б), абсорбционной (в) и термоэлектрической (г) холодильных машин:

1 — компрессор; 2 — конденсатор; 3 — регулирующий вентиль; 4 — испаритель; 5 — холодильник; 6 — детандер; 7 — генератор; 8 — абсорбер; 9 — насос; 10 — холодный спай; 11 — горячий спай; 12 — полупроводник

Из всего сказанного вытекает, что у регенеративного косвенно-испарительного кондиционера преимущества, действительно, весьма значительны: меньшая, чем у всех других, потребляемая мощность; лишь одна движущая часть — вентилятор; по массе и поверхностным характеристикам он уступает только парокомпрессионным холодильным машинам и т. д. Но есть у него, к сожалению, и недостаток: он неэффективен в климатических зонах с влажным климатом. Тем не менее, этот кондиционер — единственный, удовлетворяющий требованиям, которые предъявляются к кондиционерам самодельных машин, особенно автомобилей. Дело в том, что воздушная холодильная машина применять в автомобильном кондиционере явно нецелесообразно: у нее слишком большая площадь теплопередающей поверхности, а следовательно, большие масса и габаритные размеры; значительная затрачиваемая на привод мощность (из-за низкого КПД компрессора и детандера). Правда, в США предложена более совершенная модель, в которой функции воздушного компрессора и детандера совмещены в одном устройстве. Это позволило несколько улучшить ее энергетические показатели, но все отрицательные свойства воздуха, как рабочего тела, естественно, не изменились.

Абсорбционные холодильные машины также не имеют перспектив: хотя в них для получения холода утилизируется тепло отработавших газов, но они сложны по конструкции, имеют большие массу и площадь теплопередающих поверхностей. Характеристики термоэлектрической холодильной машины еще хуже: из-за низкой эффективности работы полупроводниковых термобатарея их нужно много, а следовательно, нужен и генератор большой мощности.

Таким образом, простота конструкции, небольшие энергозатраты, габаритные размеры и масса, недефицитность рабочего тела делают регенеративный косвенно-испарительный воздухоохладитель экономически выгодным для применения в кабинах автомобилей. Особенно в кабинах грузовых сельскохозяйственных автомобилей, так как отсутствие на селе специалистов по эксплуатации и ремонту кондиционеров затрудняет применение традиционных систем кондиционирования воздуха.

#### КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА «МАШИНОСТРОЕНИЕ»

Михайловский Е. В., Серебряков К. Б., Тур Е. Я. Устройство автомобиля. Учебник для автотранспортных техников по специальности «Техническое обслуживание и ремонт автомобилей». — 5-е изд., перераб. и доп. — 352 с., ил. — (В пер.).: 1 р. 60 к. 180 000 экз.

Пятков К. Б., Новокшонов К. В. Схема элект-

рооборудования и карта смазки автомобиля ВАЗ-2121: Многокрасочный плакат. — 1 л. — 30×45 см — 49 к. 113 000 экз.

Книги можно приобрести в книжных магазинах, распространяющих техническую литературу, а также в магазинах — опорных пунктах издательства «Машиностроение».

# Преобразователь крутящего момента для системы управления трансмиссией

В. В. ГЕРАЩЕНКО, А. В. ВОВК

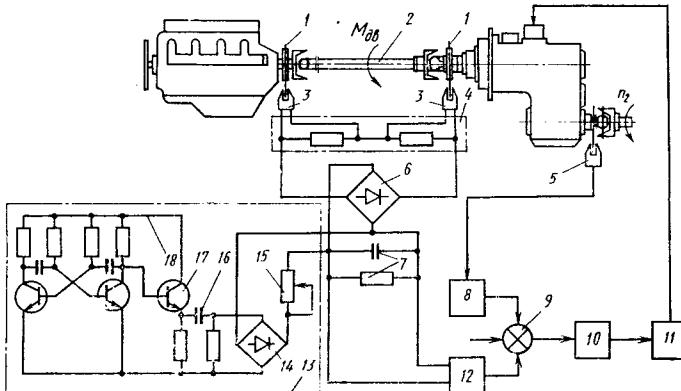
Могилевский машиностроительный институт

ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКИХ или автоматизированных систем управления трансмиссией необходимы преобразователи, которые оценивают загрузку двигателя и в тот момент, когда она достигает заданного уровня, дают команду системе или водителю на выполнение определенной операции (например, включение повышающей или понижающей передачи в коробке передач). Чаще всего для этого разрабатываются преобразователи крутящего момента, устанавливаемые на выходном валу двигателя. Однако реальные конструкции пока еще обладают низкой надежностью, что сдерживает их применение на автомобилях.

Этого недостатка, как показали исследования, не имеет преобразователь крутящего момента, созданный в Могилевском машиностроительном институте. Особенность преобразователя — отсутствие пар трения: информацию о величине крутящего момента на выходном валу двигателя выдают бесконтактные индукционные элементы.

Общая схема преобразователя крутящего момента при его использовании в системе переключения передач показана на рисунке. Из него видно, что в состав преобразователя входят два металлических диска 1 с прямоугольными вырезами, которые жестко закреплены на концах вала 2. Эти диски входят (как сердечники) в вырезы закрепленных вблизи них (на кронштейнах) индукционных катушек 3, запитываемых от бортовой сети. Электрические выводы катушек соединены со входами сумматора 4, выход которого подключен к выпрямителю 6. Последний, в свою очередь, через фильтр 7 нижних частот соединяется с первым входом 12 сумматора 9 системы управления коробкой передач. На второй вход (8) подается сигнал о

величине частоты вращения выходного вала коробки передач, поступающий от преобразователя 5 частоты вращения этого вала. Выходной сигнал сумматора подается на релейный усилитель 10 и далее на электромагнит 11 механизма переключения передач.



Для установки в преобразователе исходной (базовой) величины крутящего момента двигателя имеется устройство 13 установки нуля, состоящее из последовательно соединенных мультивибратора 18 эмиттерного повторителя 17, дифференцирующей цепи 16, выпрямителя 14 и переменного сопротивления 15.

Преобразователь крутящего момента работает в автоматическом режиме следующим образом.

При вращении вала 2 диски 1 проходят в зазоры индукционных катушек 3, вследствие чего на электрических выходах последних формируются одинаково по амплитуде и форме (прямоугольные) импульсы. Причем катушки включены таким образом, что сформированные ими импульсы находятся в

противофазе. При отсутствии нагрузки на выходном валу двигателя сигнал, поступающий на сумматор 4, при помощи сопротивления 15 устанавливается (вручную) равным нулю. При передаче крутящего момента вал двигателя закручивается, диски 1 поворачиваются

один относительно другого и на выходе сумматора формируются положительная и отрицательная последовательности прямоугольных импульсов напряжения. Эти напряжения выпрямляются выпрямителем 6, сглаживаются фильтром 7 нижних частот. В результате на вход сумматора 9 подается напряжение постоянного тока, уровень которого пропорционален величине крутящего момента на валу двигателя. Здесь оно сравнивается с напряжением, поступающим с преобразователя 5. При наличии рассогласования, превышающего заданный порог, в работу включается механизм переключения передач.

Испытания преобразователя показали, что его с успехом можно применять на автомобилях.

## Современные четырехколесные микроавтомобили

(В порядке обсуждения)

Д-р техн. наук А. Н. НАРБУТ, Ю. В. МЕДОВЩИКОВ

Московский автодорожный институт

СОГЛАСНО принятой в нашей стране классификации легковые автомобили полной массой до 1200 кг, имеющие двигатели рабочим объемом до 850 см<sup>3</sup>, относятся к I группе особо малого класса. Хотя дальнейшее подразделение на подгруппы отсутствует, но, принимая во внимание номенклатуру выпуска легковых АТС за рубежом и появление в скором времени отечественной модели ВАЗ-1111 «Ока» в классификации нужно условно выделять подгруппу микроавтомобилей — массой до 650 кг и рабочим объемом ДВС до 650 см<sup>3</sup> (иногда дополнительно рассматривается подгруппа мотоколясок — до 450 кг и 350 см<sup>3</sup>). Такие автомобили изготавливаются с числом мест от двух до четырех,

причем как трех- (см. «Автомобильная промышленность», 1986, № 6), так и четырехколесными. Рассмотрим конструк-

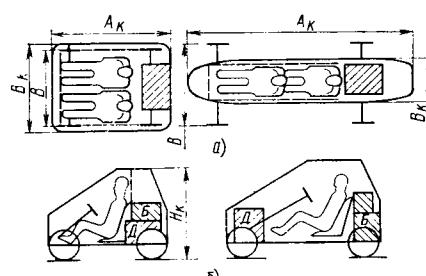


Рис. 1

ции современных двухместных четырехколесных микроавтомобилей, а также предъявляемые к ним требования.

В зависимости от назначения микроавтомобиля применяются две основные схемы расположения в нем водителя и пассажира (рис. 1, а): «рядом друг с другом» (эта компоновка особенно выгодна в случае тихоходных, компактных городских АТС) и «друг за другом» (целесообразна для автомобилей, предназначенных в основном для загородных поездок с высокими скоростями, так как при такой компоновке можно добиться очень небольшой площади в плане). Можно располагать водителя и пассажира уступом, но это не дает существенных компоновочных преимуществ,

Автомобиль, страна	Снаряженная масса, кг	Габаритные размеры, мм			Двигатель		Расположение двигателя и(/или) ведущих колес (П—переднее, З—заднее)	Максимальная скорость, км/ч
		длина	ширина	высота	рабочий объем, см <sup>3</sup>	мощность, кВт		
«Лавиль-А4», Италия	350	2050	1280	—	246	9	П/З	70
«Тибикар Белла-125», Италия	220	2450	1240	1420	125	4	—	70
«Лижье-1S6», Франция	250	1970	1280	1420	49	4,4	3/3	57
«Арола-15», Франция	150	1880	1070	1570	49	—	3/3	45
«Дюпоп-1011», Франция	400	3200	1550	1800	602(дизель)	—	—	—
«ВМИ Миното-80», Франция	250	2200	1280	1500	80	—	3/3	70
«Шмитти», ФРГ	210	2120	1440	1440	49	—	П/П	45
«Судзуки-9», Япония	145	1900	1180	1180	50	—	—	30

к тому же увеличивает длину АТС. По первой схеме строится большинство современных микроавтомобилей, так как она наилучшим образом отвечает концепции автотранспортного средства данной подгруппы: минимальные цена и эксплуатационные расходы плюс достаточная в условиях коротких поездок комфортабельность и привлекательный внешний вид.

Наиболее широко на зарубежных автомобилях распространена компоновка с приводом на задние колеса (рис. 1, б—слева). При этом, если двигатель (Д) чуть выдвинут вперед и расположен между или под сиденьями, он оказывается почти в центре площади автомобиля в плане, т. е. длина АТС может быть значительно уменьшена. Переднее расположение двигателя встречается редко. В этом случае возможен привод как на передние, так и на задние колеса. При размещении же силового агрегата в передней части кузова приходится отодвигать сиденья назад, что приводит к увеличению длины автомобиля (рис. 1, б—справа). Ослабить этот недостаток можно путем размещения сидений на более высоком уровне, а багажника (Б) — под ними. Переднее расположение двигателя чревато также и некоторыми конструктивными проблемами, связанными с приводом на управляемые колеса, что приводит к повышению стоимости и усложнению АТС. Привод на задние колеса здесь еще менее выгоден: увеличивается длина и масса трансмиссии. Итак, заднемоторная компоновка с приводом на задние колеса для двухместного микроавтомобиля наиболее целесообразна с точки зрения как затрат средств и материалов на изготовление, так и вместимости салона. Если же предполагается выпускать на базе обычной модели грузопассажирскую модификацию с кузовом универсал, то предпочтительнее помещать двигатель в передней части АТС.

За рубежом, в основном в Италии, Франции, ФРГ и Японии, выпускается большое число моделей двухместных микроавтомобилей городского типа (технические характеристики некоторых из

них приведены в таблице). Спрос на них обусловлен множеством причин, среди которых главная — проблема парковки автомобилей и насыщенность ими дорог в городах. Так, если сегодня средний интервал движения АТС на городских улицах, например, в ФРГ составляет 8 м, то к 1990 г. ожидается его сокращение до 6,5 м. Во Франции эксплуатируется наибольшее число микроавтомобилей — около 60 тыс. шт. (по данным на 1982 г.). В этой стране такие АТС делятся на две категории: с двигателями рабочим объемом до 50 см<sup>3</sup> (их скорость не должна превышать 45 км/ч, а управлять ими могут лица, достигшие 14-летнего возраста, причем без водительского удостоверения) и до 125 см<sup>3</sup> (должны иметь максимальную скорость не более 70 км/ч; водители — не моложе 16-ти лет, с правами на управление

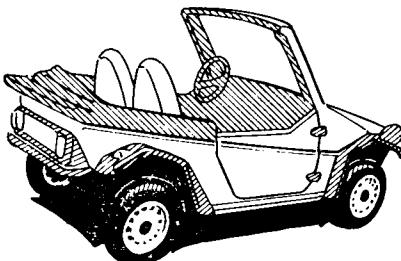


Рис. 3

мотоциклом). Кроме того, согласно действующим во Франции правилам дорожного движения и техническим требованиям микроавтомобили должны оснащаться независимой подвеской колес, стандартными автомобильными электрооборудованием и стеклоочистителями. Покупателей в таких АТС привлекает небольшая цена, более высокие, по сравнению с мопедом или мотоциклом, комфортабельность и безопасность, а также то, что не требуются автомобильные водительские права.

Среди современных зарубежных микроавтомобилей наибольшее распространение получили модели с двухдверными пластиковыми кузовами, двухтактными бензиновыми двигателями (реже — с дизелем) рабочим объемом ~50, 125 или 250 см<sup>3</sup>, трехступенчатой коробкой передач или клиноременным вариатором. Они, как правило, оснащаются электротрансформатором и реечным рулевым механизмом. Приведем несколько примеров серийно выпускаемых АТС этого типа.

Модель «Капуцин-2» (рис. 2) французской фирмы «Эрад» интересна тем, что на ней применяется западно-германский одноцилиндровый лодочный дизель «Фариман» рабочим объемом 290 см<sup>3</sup> (мощность — 3,7 кВт) с непосредственным впрыскиванием топлива и воздушно-

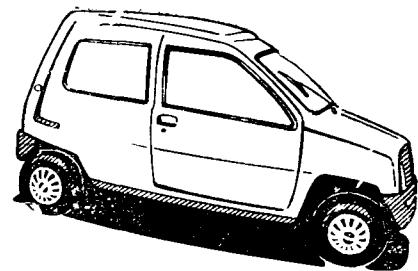


Рис. 4

ным охлаждением. Привод на колеса — при помощи клиноременного вариатора, подвеска всех колес — независимая, привод тормозов — гидравлический, кузов выполнен из пластика, имеет хорошую обзорность. Объем его багажного отделения равняется 0,15 м<sup>3</sup>. Габаритные длина и ширина — соответственно 1990 и 1220 мм, т. е. машина легко умещается на половине обычного места для парковки. При езде по городу она расходует в среднем 2,8 л/100 км и разгоняется до скорости 45 км/ч за 15 с.

Другая французская фирма «Томкар» выпускает микроавтомобили разных модификаций, в том числе с открытым кузовом типа кабриолет (рис. 3). На них устанавливаются одноцилиндровые мопедные двигатели «Мотобекан» рабочим объемом 50 см<sup>3</sup> и мощностью 2,4 кВт, бесступенчатая трансмиссия, рессорная подвеска с гидроамортизаторами, дисковые тормоза, шины размером 3,00×12. Полная масса микроавтомобиля — 450 кг, максимальная скорость — 45 км/ч.

Фирма «Дюпоп» изготавливает несколько моделей с бензиновыми двигателями и дизелями. Одна из них — молодежная мод. «510 Кадди» (рис. 4) снаряженной массой 367 кг — имеет относительно мощный двигатель «Ламборгини» рабочим объемом 510 см<sup>3</sup>. Силовой агрегат, в который также входят вариатор и трехступенчатая коробка передач, расположен в задней части кузова; привод — на задние колеса. Микроавтомобиль расходует топлива 2—3,5 л/100 км и развивает скорость до 72 км/ч.

В некоторых странах на базе обычных пассажирских микроавтомобилей делают специальные АТС: инвалидные мотоколяски, грузовые фургоны (например, французская модель «Жанно Микрокар», рис. 5), пикапы, самосвалы и др. В целом нужно отметить, что четырехколесные двухместные микроавтомобили городского типа год от года получают все более широкое распространение, причем их производится значительно больше, чем трехколесных.

Вопрос о целесообразности выпуска городских микроавтомобилей (не только для инвалидов) в нашей стране — весьма спорный. Тем не менее, дать положительный или отрицательный ответ на него может только эксперимент. Поэтому



Рис. 5

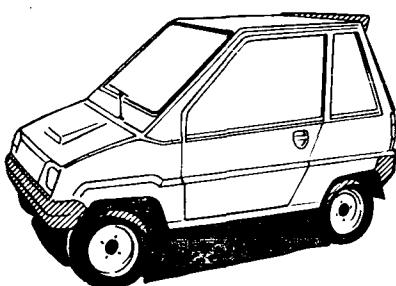


Рис. 2

му необходимо спроектировать, изготавливать и всесторонне испытать хотя бы несколько опытных образцов таких АТС. На наш взгляд, это должны быть двухместные (по схеме «двоев рядом») заднеприводные машины снаряженной массой не более 200—250 кг. По силовому

агрегату и другим узлам их следует максимально унифицировать с мопедами и мотоциклами, например, оснастить двигателями рабочим объемом  $\sim 50$  (с гибридным мотовелоприводом) и  $\sim 350$  см<sup>3</sup>. Нужно опробовать и вариант, построенный по схеме «двоев друг за другом»,

выполнив его также заднеприводным, снаряженной массой не более 300 кг, с с двигателями рабочим объемом до 350 и 650 см<sup>3</sup>. Опытный переднеприводный двухместный микроавтомобиль снаряженной массой не более 550 кг можно изготовить и на базе агрегатов ВАЗ-1111.

## Л ВТОРЕХОСЛУЖИВАНИЕ

УДК 331.36:629.113.004.5.007

### Система повышения квалификации специалистов при освоении автомобильной техники

(В порядке обсуждения)

Д-р техн. наук Е. С. КУЗНЕЦОВ, канд. техн. наук П. С. ЯРЕСЬКО

Московский автомобильно-дорожный институт, Ярославский филиал ИПК Минавтотпрома

**И** ЗВЕСТНО, что надежность автомобильных конструкций рассчитывается при проектировании, обеспечивается на стадии производства, а реализуется в эксплуатации. Причем недочеты эксплуатации могут резко снизить уровень надежности и производительности, предусмотренные при проектировании и изготовлении. Это подтверждает опыт освоения автомобилей КамАЗ.

Еще в период подготовки их производства министерства автомобильного транспорта союзных республик и другие ведомства разработали мероприятия, направленные на подготовку кадров для работы на этих автомобилях, но которые, к сожалению, не все удалось своевременно выполнить. Вероятно, «сработал» стереотип мышления: новые модели автомобилей осваиваются не впервые; пройдет два—три года, специалисты автохозяйств приобретут опыт, разберутся в конструкции, и все наладится само собой. Но с КамАЗами такого не произошло. Автомобиль по своей конструкции оказался гораздо сложнее ранее выпускавшихся, что потребовало особого подхода к подготовке и повышению квалификации кадров, занимающихся технической эксплуатацией.

Опыт освоения первых автомобилей КамАЗ убедил всех, причастных к эксплуатации, что нужна хорошо продуманная система подготовки кадров для освоения новой техники. Причем система комплексная, охватывающая весь период, начиная с проектирования и производства и кончая полным выведением из эксплуатации ввиду физического и морального старения автомобиля. Основная цель такой системы — обеспечить упреждающую подготовку специалистов-эксплуатационников, за счет этого наиболее полно реализовать потенциальные конструктивные возможности автомобиля. Необходимо постоянно помнить: какой бы совершенной ни была автомобильная техника, поступающая на автотранспортные предприятия, эффективность ее использования в конечном итоге зависит от квалификации персонала.

В наше время — период ускорения научно-технического прогресса — проблема своевременной подготовки кадров к приему в эксплуатацию перспективных моделей автомобилей становится особенно актуальной. Если раньше новые модели грузовых автотранспортных средств появлялись сравнительно редко, то сейчас картина меняется. В нынешней пятилетке ЗИЛ и ГАЗ перейдут на выпуск автомобилей с дизелями; возрастет выпуск автомобилей с двигателями, работающими на природном газе; на автомобилях большой грузоподъемности и автобусах все шире будут использоваться системы тормозная и электрооборудования, аналогичные установленным на автомобиле КамАЗ; совершенствуются и усложняются конструкции других систем и агрегатов. При массовом выпуске новой техники расширяется круг автохозяйств и соответственно увеличивается численность специалистов, занимающихся ее эксплуатацией. Отсюда — необходимость начинать учебу кадров со значительным упреждением, независимо от того, идет речь о подготовке специалистов или о повышении их квалификации. И здесь учебные заведения, безусловно, должны идти в авангарде этого большого дела, оказывать автотранспортникам своевременную и эффективную помощь.

Большую помочь в этом деле должна оказать разработан-

ная в НИИАТе система освоения автомобильной техники, включающая подготовительный этап, четыре основных и этап списания.

На подготовительном этапе предварительно оцениваются перспективы применения автомобилей, выявляются принципиально новые конструктивные решения, которые могут оказать влияние на технологию и организацию их технической эксплуатации.

Первый этап — время с момента окончания подготовительного этапа и поступления первых партий новых автомобилей на опорные автотранспортные предприятия и до начала массового поступления автомобилей в их широкую сеть. Целью работ на этом этапе является упреждающая разработка нормативной и технологической документации по техническому обслуживанию и ремонту. Особое внимание должно уделяться разработке и постановке на производство нового гаражного оборудования, подготовке производственной базы и персонала.

Второй этап — время от начала массового поступления новой модели на автотранспортные предприятия до освоения капитального ремонта основных агрегатов автомобиля. На этом этапе организуется рациональная техническая эксплуатация автомобилей на всех автотранспортных предприятиях.

В течение третьего этапа продолжаются работы второго, обобщается опыт технической эксплуатации и начинается списание автомобилей.

На четвертом этапе продолжается обобщение опыта эксплуатации, подводятся итоги запланированных мероприятий, разрабатываются предложения по совершенствованию системы технического обслуживания и ремонта автомобилей. За счет списания парка автомобилей данной модели стабилизируется. Завершается этап окончания производства автомобилей.

Заключительный этап — списание и полное выведение автомобилей данной модели из эксплуатации.

При планировании потребности в повышении квалификации персонала необходимо прогнозировать характер изменения численности парка автомобилей до их полного списания, учитывать его возрастную структуру, а также наличие кадров, прошедших обучение на предыдущих этапах эксплуатации автомобилей. Схема изменения этих параметров во времени показана в таблице.

На различных этапах освоения и эксплуатации автомобилей повышать квалификацию должны специалисты определенных категорий. Однако полной ясности в том, кто, когда и где должен обучаться, пока нет. Поэтому один из возможных вариантов системы повышения квалификации персонала при освоении автомобильной техники, рассматриваемый ниже, думается, заслуживает внимания (см. таблицу).

В стране сформирована и достаточно успешно функционирует сеть учебных заведений, обеспечивающих повышение квалификации специалистов автомобильного транспорта. Однако все учебные заведения не могут одновременно начать обучение. Значит, необходимо определить, кто должен начинать первым. Ими, на наш взгляд, могут стать Институт повышения квалификации (Минавтотпром) и факультет повышения квалификации (МАДИ). Преподаватели этих учебных

Персонал	Подго- това- тель- ный	Этапы				Списа- ния техни- ки
		I	II	III	IV	
Преподаватели: институтов и факультетов повышения квалификации	+					
вузов и техникумов опорных учебно-курсовых комбинатов	+	+	+	+	+	
учебно-курсовых комбинатов, курсов повышения квалификации, ПТУ		+	+	+	+	
Инженерно-технические работники (ИТР):						
главные специалисты министерств и ведомств	+					
главные инженеры территориальных объединений	+					
ведущие специалисты производственно-технических отделов объединений	+	+				
ИТР опорных АТП	+	+	+	+	+	
ИТР прочих АТП		+	+	+	+	
Рабочие кадры:						
слесари опорных АТП	+	+	+	+	+	+
слесари прочих АТП	+	+	+	+	+	+
водители опорных АТП	+	+	+	+	+	+
водители прочих АТП	+	+	+	+	+	+

Примечания: 1. АТП — автотранспортные предприятия.  
2. Знаком «+» обозначена потребность в обучении специалистов на различных этапах.

центров должны, очевидно, самостоятельно перерабатывать исходную информацию заводов-изготовителей и результаты испытаний перспективных опытных образцов автомобильной техники. На ее основе совместно с ведущими инженерами автозаводов организовывать обучение (например, в форме постоянно действующего ежегодного семинара) главных специалистов министерств и ведомств, отвечающих за разработку и реализацию политики в области технической эксплуатации автомобилей. На этой же базе можно организовать учебу преподавателей факультетов повышения квалификации и главных инженеров территориальных объединений автомобильного транспорта (периодичность — от трех до пяти лет).

Это касается собственно эксплуатационников. Но ускоренное развитие автомобильного транспорта невозможно без повышения качества подготовки специалистов в вузах и техникумах, которая, в свою очередь, зависит от уровня подготовки самих преподавателей этих учебных заведений. Следовательно, им тоже необходимо регулярно повышать квалификацию, причем чаще чем раз в пять лет, как это принято сейчас. (Если этого не делать, возникает «цепная реакция»: преподаватели дают студентам устаревший материал, а студенты, закончив учебу, вынуждены в производственных условиях наверстывать упущенное и методом проб и ошибок повышать свою квалификацию).

Среди преподавателей наиболее многочисленна группа представителей учебно-курсовых комбинатов и ПТУ. Их обучение, на наш взгляд, может быть организовано на местах: почти в каждом областном центре есть вуз, готовящий инженеров-автомехаников. При нем и можно создавать постоянно действующие курсы повышения квалификации, работающие по программам очного, вечернего и заочного обучения. Их слушателями могут быть и инженерно-технические работники территориальных объединений и автотранспортных предприятий.

Организация работы курсов на местах имеет ряд существенных преимуществ: есть возможность более четко планировать объем учебной работы; резко сокращаются расходы командировочных средств; уменьшается психологическая нагрузка на слушателей, так как нет необходимости на продолжительное время отрываться от основной работы. Главное же преимущество — специалисты получают возможность своевременно изучать информацию, необходимую для практической работы.

Чтобы такие курсы были эффективными, их необходимо укомплектовывать минимально необходимым числом высококвалифицированных штатных преподавателей, полностью отвечающих за организацию и качество учебного процесса. Для обеспечения работы в периоды пиковых нагрузок к учебному процессу можно привлекать внештатных сотрудников и преподавателей с почасовой оплатой. А поскольку процесс модернизации автомобильной техники идет непрерывно, то постоянно будет выявляться потребность в обучении специалистов по новым направлениям, значит, и квалификация внештатных преподавателей будет поддерживаться на высоком уровне.

Одна из важнейших проблем — подготовка и переподготовка водителей и слесарей-ремонтников автотранспортных предприятий.

Как известно, число учебных заведений, имеющих право подготовки и повышения квалификации этой категории специалистов, сейчас сокращено. Тем не менее и оставшиеся не равнозначны. Поэтому среди них должны быть опорные, обладающие хорошо подготовленными кадрами и учебной базой. В частности, в начальный период освоения автомобильной техники их роль могут играть учебно-курсовые комбинаты минавтотранса союзных республик, автошколы ДОСААФ и некоторые ПТУ. В этих опорных центрах не позднее чем за год до начала производства новых автомобилей надо начинать подготовку к обучению. (Такой срок, как свидетельствует опыт, оптимален: если подготовка начата преждевременно, большую часть информации к моменту поступления техники те, кто прошел обучение, забудут; задержка в обучении обернется материальными потерями и потерями рабочего времени).

На первом этапе автомобили, как правило, поставляются в ограниченное число автотранспортных предприятий, готовых к их эксплуатации, но в первую очередь — в опорные. Именно для них прежде всего нужно готовить кадры ИТР и рабочих. И здесь очень важно, чтобы в те организации, где будет идти подготовка кадров, сразу же, т. е. из первых партий, выделялись новые автомобили (два—три автомобиля, взятые из территориального транспортного объединения, не решают проблему выполнения плана перевозок. Потери будут гораздо больше, если автомобили начнут эксплуатировать необученные специалисты).

Такой мыслится организация учебы специалистов в период подготовки производства новых автомобилей и на первом этапе их освоения. На втором этапе обучение также необходимо вести с опережением и наиболее интенсивно. На третьем, когда уже начинается списание автомобилей, численность учащихся можно уменьшить, а на четвертом — свести к минимуму: повышение квалификации ИТР и преподавателей по данной модели автомобиля — прекратить полностью, а обучение водителей и ремонтных рабочих вести в небольшом объеме, исходя из фактических потребностей автотранспортных предприятий.

В заключение можно сказать, что для решения задач, связанных с повышением квалификации специалистов всех категорий при освоении новой автомобильной техники, необходимы обоснованные прогнозы потребности в повышении квалификации кадров по каждой модели автомобиля и категориям специалистов; точное соответствие числа обучаемых специалистов реальным потребностям народного хозяйства.

УДК 629.113.014.5-526-522:66.067.3

## Эффективный фильтр для гидросистем рулевого управления

Канд. техн. наук В. И. ЗУЕВ, к. ш. КИРСАНОВА, А. С. МАЛОВ, Е. М. РОДИОНОВ

Объединение «Вторнефтепродукт»

Н ЕПРЕРЫВНОЕ совершенствование узлов гидравлических систем, повышение давлений и мощностей, уменьшение габаритных размеров повысило напряженность работы трущихся пар и их чувствительность к абразивным

загрязнениям. Между тем фильтрующие элементы фильтров, применяемые для очистки рабочих жидкостей гидросистем, со своими задачами справляются не всегда. Например, в настоящее время система насоса гидроусилителя руля

грузовых автомобилей ЗИЛ оборудуется фильтрующими элементами, выполненным из металлической сетки с тонкостью фильтрации 100—120 мкм. Поэтому насосы гидроусилителей быстро изнашиваются. Чтобы это предотвратить,

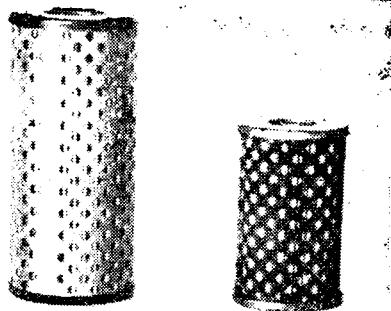


Рис. 1

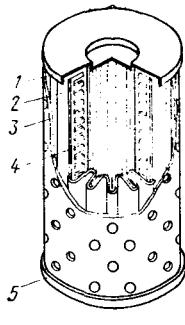


Рис. 2

потребовалось создать новый фильтрующий элемент. Параллельно осталась и задача снижения его себестоимости, трудозатрат при обслуживании.

В качестве фильтрующей шторы была выбрана фильтровальная бумага ВМ-70 (ТУ 13-04-626-82), обеспечивающая номинальную тонкость фильтрации 40 мкм и отвечающая требованиям пропускной способности и физико-механических свойств. Площадь фильтрующей шторы, а также число гофр элемента рассчитывались по методике оптимизации поверхностей фильтрующих элементов, которая позволяет рассчитывать оптимальный коэффициент заполнения объема.

Высота нового фильтрующего элемента (рис. 1) (работает он в режиме обратного потока, жидкость в нем движется изнутри наружу) — 100, наружный диаметр — 60 и внутренний — 24 мм. Фильтр состоит (рис. 2) из двух (1 и 5) металлических крышек (глухой и со сквозным отверстием), наружной металлической перфорированной обечайки 3, обеспечивающей прочность конструкции, фильтрующей шторы 2 и дренажных картонных прокладок 4. Как видно из рис. 1, он значительно меньше показанного там же масляного фильтроэлемента типа «Ригомас-412».

Качество бумажных фильтрующих элементов проверялось на автомобиле ЗИЛ, используемых на перевозке грунта. При этом на автомобили одной группы устанавливали сетчатые фильтрующие элементы с тонкостью фильтрации 100–120 мкм, другой — бумажные с тонкостью фильтрации 40 мкм. Результаты испытаний приведены на рис. 3, 4 и 5.

Из рис. 3 видно, что первоначальный перепад давления для бумажных фильт-

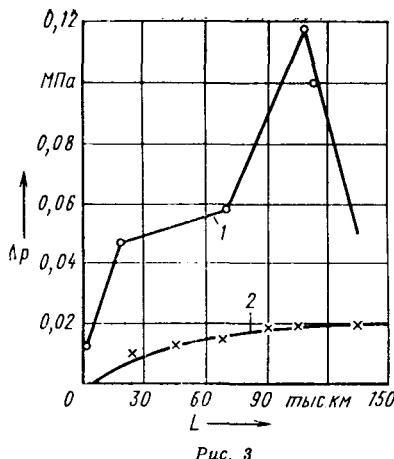


Рис. 3

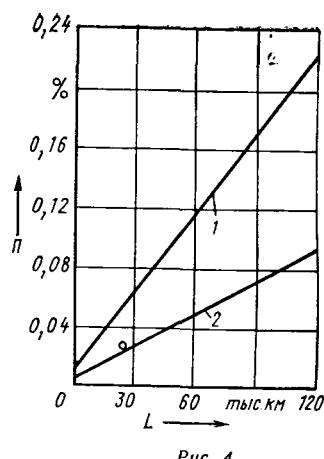


Рис. 4

рующих элементов (кривая 1) находится на уровне 10 кПа, для сетчатых (кривая 2) — на уровне 2–13 кПа.

С увеличением пробега  $L$  автомобиля перепад давления в обоих случаях растет, однако по-разному: при бумажных фильтрующих элементах его максимум составляет 0,12 МПа и соответствует пробегу  $\sim 100$  тыс. км, тогда как при сетчатых он увеличивается медленно, асимптотически приближаясь к 0,02 МПа. Дальнейшее, после 100 тыс. км пробега, уменьшение перепада давления на бумажных элементах обусловливается потерей их герметичности.

Увеличение перепада давления на фильтрующих элементах характеризует, как известно, их работоспособность, т. е. интенсивность загрязнения продуктами износа. Следовательно, вывод можно сделать однозначный: бумажный фильтрующий элемент очищает рабочую жидкость лучше, чем сетчатый.

Этот вывод подтверждается и рис. 4, на котором показано, как изменяется содержание механических примесей  $P$  в рабочей жидкости при увеличении пробега автомобиля и установке в его гидросистеме фильтрующих элементов одного и другого типов; в случае установки бумажного (кривая 1) они накапливаются в ней гораздо медленнее, чем в случае установки сетчатого (кривая 2). Например, при пробеге 100 тыс. км их содержание повышается соответственно до 0,08 и 0,20%. Характерно, что при бумажных элементах частицы, превышающие 40 мкм, в рабочей жидкости отсутствуют, тогда как при сетчатых — размер частиц достигает 70–80 мкм.

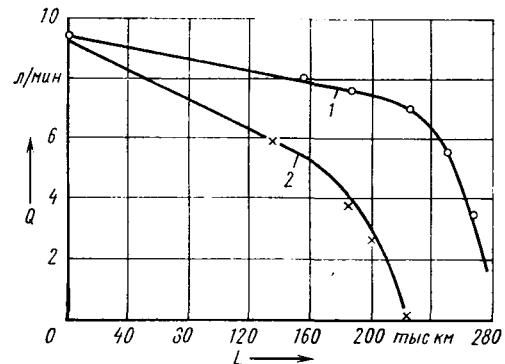


Рис. 5

Влияние содержания механических примесей и их зернистости на степень изнашивания элементов гидроусилителя можно оценить по изменению производительности последнего в процессе эксплуатации автомобиля (рис. 5).

Как видно из рисунка, насосы с сетчатыми фильтрующими элементами (кривая 2) полностью теряют свою производительность в среднем при пробеге 200–220 тыс. км, тогда как при бумажных элементах (кривая 1) — лишь при 260–280 тыс. км.

Таким образом, качество очистки рабочей жидкости бумажными фильтрующими элементами в 2,5 раза выше, чем сетчатыми, за счет чего долговечность насоса гидроусилителя руля увеличивается на 25–30%. Ресурс бумажного элемента в гидросистеме рулевого управления автомобилей ЗИЛ составляет 100 тыс. км пробега.

УДК 629.114.4.012.22

## Новые поворотный кулак и механизм ограничения поворота колес автомобилей ГАЗ

А. Е. ТАТАРЧЕНКО, В. Б. ЧЕРКУНОВ

Горьковский автозавод

**П**ОВОРОТНЫЙ кулак традиционной конструкции с круглым фланцем и шеститочечным креплением к нему переднего тормозного щита имеет ряд недостатков: большую массу, распределенную без учета наиболее опасных режимов нагружения (например, переезда единичной неровности и заноса); излиш-

ний запас прочности крепежных соединений: две крайние точки крепления — резервные и на надежность соединения не влияют, а каждый болт из четырех в соединении переднего тормозного щита нагружен на 31% меньше каждого болта из шести при креплении заднего тормозного щита. Кроме того, прочность

рычагов, ослабленных резьбовым отверстием под регулировочный болт, недостаточна, причем у последнего в процессе эксплуатации рабочая поверхность обминается (вследствие точечного контакта), что требует частой регулировки.

Новый поворотный кулак (рис. 1)

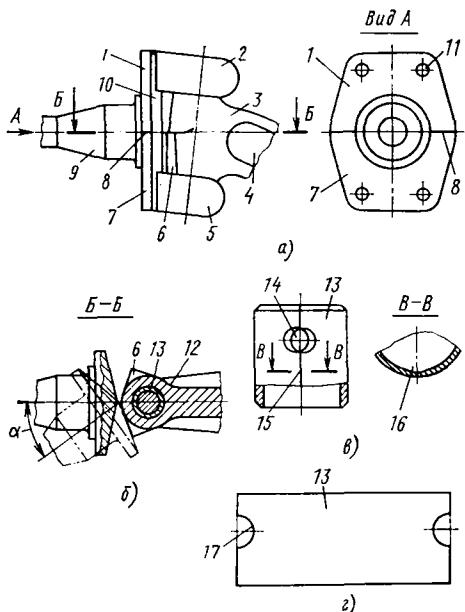


Рис. 1

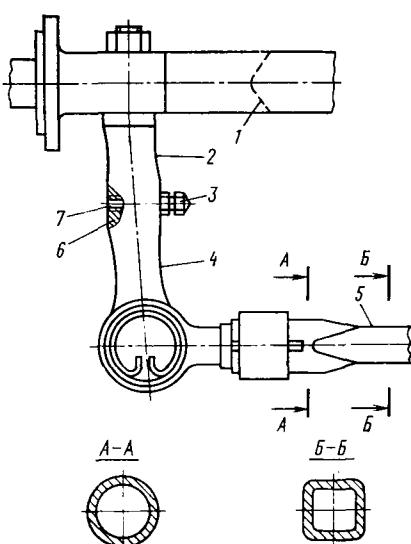


Рис. 2

содержит фланец, выполненный в виде двух прямых усеченных пирамид 1 и 7, обращенных большими основаниями 8 друг к другу. К нему крепятся: с одной стороны — ступенчатый стержень 9, а с другой — бобышки 2, 5 и призма 10. При повороте колес на угол  $\alpha$  (рис. 1, б) грани призмы 10 контактируют с граня-

ми пирамиды 6 по площадке, установленной на головке 3 балки 4. Фланец имеет четыре отверстия 11 для крепления переднего тормозного щита. В головке балки 4 закреплены шкворень 12 и втулка 13 (ее делают из материала с высокими модулем упругости и механическими характеристиками, например,

УДК 621.43-728.004.62

## Привод масляного насоса повышенной надежности

Канд. техн. наук В. Н. НИКИШИН, А. С. СЕРПОВ, В. В. МАЛЫШЕНОК, В. В. ДМИТРЕНКО

КамАЗ

ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ двигателей КамАЗ-740 отмечались поломки зубьев ведомой шестерни привода масляного насоса. И во всех случаях на зубьях шестерен наблюдался двусторонний пitting, что, как известно, практически не встречается в зубчатых нереверсивных передачах. Чтобы выяснить причины поломок, специалисты КамАЗа измеряли вибрации масляного насоса (см. рисунок). При этом оказалось, что на режиме, соответствующем частоте вращения коленчатого вала 1900  $\text{мин}^{-1}$ , вибрации  $a_e$  (кривая 1) масляного насоса значительно возрастают. Причем, как это видно из рисунка, максимум амплитуд колебаний насоса совпадает с максимумом угла  $\Phi$  закрутки носка

коленчатого вала (кривая 3). Отсюда напрашивается вывод: вибрации масляного насоса возбуждаются крутильными колебаниями коленчатого вала двигателя. Но так как последние при тех же 1900  $\text{мин}^{-1}$ , что и колебания насоса, имеют острый резонанс с восьмой моторной гармоникой (250 Гц), то демпфирование этой гармоники при помощи гасителя крутильных колебаний должно полностью устранить пик вибонагруженности привода насоса.

Экспериментальная проверка подтвердила (кривая 2) правильность вывода: благодаря демпферу низкочастотные (250—290 Гц) составляющие спектра вибраций уменьшились более чем в 30, а высокочастотные (1000—6000 Гц) — в 10—20 раз.

Таким образом, разрушение привода масляного насоса КамАЗ-740 связано с резким повышением его вибонагруженности из-за резонанса

из стали 65Г ГОСТ 1050—74) с отверстием 14 на стыке 15 криволинейных кромок 16 (рис. 1, б). Развертка (рис. 1, г) представляет собой прямоугольник с полутверстиями 17. Внедрение стальной втулки позволяет экономить 300 т цветного металла, из которого изготавливают прежние втулки, в 4 раза повысить ее ресурс.

Рассмотренный поворотный кулак на 1 кг легче, его прочность и жесткость больше, а трудоемкость крепления к нему тормозного щита меньше. Кроме того, четырехточечное крепление менее нагружено.

Для повышения долговечности рычага 6 поворотного кулака традиционной конструкции (с круглым фланцем) по обе стороны резьбового отверстия 7 с болтом 3 делают участки 2 и 4 пониженной жесткости, уменьшающие его напряженное состояние. Однако в этой конструкции сохраняется точечный контакт болта 3 и бобышки 1 со всеми присущими этому контакту недостатками: дополнительно нагружается рычаг 6, нужно периодически регулировать болт.

Поперечная тяга 5 (рис. 2) выполнена прямоугольной (обжатием круглой тяги меньшего диаметра), за счет чего ее масса уменьшена на 0,5 кг, а долговечность увеличена.

Новые поворотные кулаки с четырехточечным креплением, рычаги и поперечная тяга прямоугольного профиля позволяют экономить 980 т металлопроката в год.

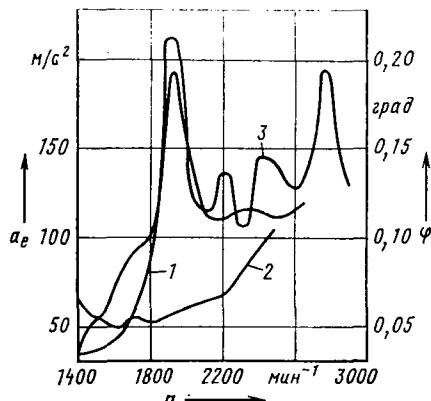


Таблица 1

Материал шестерни	Зазор в зацеплении, мм	Масса ведомой шестерни, кг	Наработка, ч	Вид разрушения	Режим испытаний
Сталь 35Х	0,35	1,3	60	Поломка одного зуба	Ускоренный
То же	0,6	1,3	165	Поломка семи зубьев	То же
>	—	1,3	400	То же	По ГОСТ 14846—81
>	0,28—0,4	0,75	1160	Поломок не было	То же
Сталь 15ХГН2ТА	0,16—0,22	0,77	1000	То же	Ускоренный
	0,2—0,3	0,75	200	То же	

Масса, кг	Момент инерции, кг·м <sup>2</sup>	Материал	Ширина зуба, мм	Максимальная расчетная сила удара, Н	Максимальное контактное давление, МПа	Максимальное расчетное напряжение изгиба, МПа	Вибронагруженность (экспериментальная), %	Предел усталости (экспериментальный), Н	Коэффициент запаса прочности
2,3	$3,768 \cdot 10^{-3}$	Сталь 35Х	9	8900	1500	890	100	8 000	0,9
0,78	$2,67 \cdot 10^{-3}$	Сталь 15ХГН2ТА	9	6530	1300	650	70—80	14 000	2,1
0,86	$2,841 \cdot 10^{-3}$	Сталь 15ХГН2ТА	10,5	7350	1270	630	—	16 300	2,2

пониженным уровнем масла в поддоне двигателя). Силу удара в зубчатом зацеплении определяли расчетным путем. Результаты сравнительных испытаний вариантов привода насоса приведены в табл. 1, 2, 3.

Из них видно, что вибронагруженность (долговечность) шестерен зависит от нескольких параметров. Причем зависит по-разному. Поэтому нужно было найти их оптимальное сочетание. Что и было сделано. В результате оказалось: для снижения вибронагруженности привода масляного насоса массу его ведомой шестерни нужно снизить до 0,75—0,8 кг, зазор в зубчатом зацеплении выдерживать в пределах 0,15—0,25 мм, а сами шестерни изготавливать из стали 15ХГН2ТА.

Внедрение всего этого позволило уменьшить вибронагруженность привода масляного насоса в 1,2—1,3 раза, силу удара на зубья — на 27, контактные давления — на 15, напряжения изгиба — на 28% и увеличить коэффициент запаса прочности привода до 2,1—2,2.

Но уровень крутильных колебаний

Таблица 3

Материал шестерни привода	Зазор в зацеплении, мм	Масса ведомой шестерни, кг	Пробег автомобиля, тыс. км	Вид разрушения
Сталь 35Х	—	1,3	39,4	Поломка зубьев
То же	—	1,3	89,7	То же
»	—	1,3	31,75	»
»	—	1,3	7,1	»
»	—	1,3	11,5	»
»	—	1,3	12,7	»
Сталь 15ХГН2ТА	0,2—0,3	0,75	150	Не было
То же	0,18—0,2	0,75	200	То же
»	0,15—0,3	0,75	200	»

коленчатого вала зависит также от работы топливной аппаратуры: разрегулировка последней всегда ведет к увеличению амплитуды крутильных колебаний коленчатого вала и, следовательно, повышению вибронагруженности привода насоса. Например, экспериментально доказано, что увеличение неравномерности подачи топлива на 8% увеличивает нагруженность привода на 8—10%.

В заключение следует сказать, что для повышения надежности и долговечности

приводов агрегатов, непосредственно связанных с коленчатым валом двигателя, учет крутильных колебаний этого вала обязателен. Это еще раз доказал двигатель КамАЗ-740: без их учета на зуб ведомой шестерни действует по расчету сила 130—180 Н, тогда и фактически с учетом удара от крутильных колебаний она равна 8900 Н, и коэффициент запаса прочности получается меньше единицы (см. табл. 2).

УДК 629.113-585.862

## Новый карданный шарнир для автомобиля ВАЗ-2121

В. П. ПЕТУНИН, В. П. ИСУПОВ

Волжский автозавод имени 50-летия СССР

ЛЕГКОВОЙ автомобиль повышенной проходимости ВАЗ-2121 «Нива» пользуется большой популярностью как в нашей стране, так и за рубежом. Однако при эксплуатации на грунтовых дорогах и в условиях бездорожья ресурс его карданных шарниров оказывается несколько меньшим, чем у других автомобилей ВАЗ, эксплуатируемых на дорогах с твердым покрытием. Это, естественно, вызывало нарекания со стороны потребителей. Но сейчас обстановка меняется: разработана конструкция карданного шарнира, позволившая

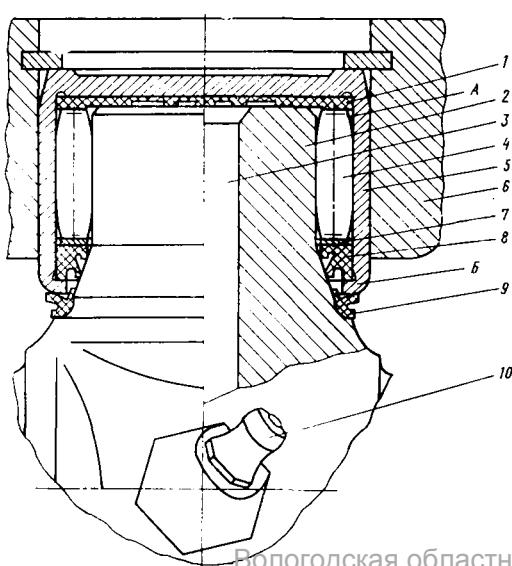
значительно повысить его долговечность в самых тяжелых условиях работы. О последнем говорят, в частности, результаты стендовых испытаний нового шарнира.

Так, в ходе испытаний при постоянно действующем крутящем моменте долговечность новой конструкции оказалась выше, чем у серийной, более чем в 6 раз, а герметичность ее уплотнений — более чем в 2,5 раза. Тот же результат дали и дорожные испытания по комплексной программе с использованием всех типов дорожного покрытия: достигнутая долговечность превышает 100 тыс. км пробега автомобиля.

Все это получено за счет внедрения новых конструкторских решений. Рассмотрим основные из них. Крестовина 2 карданного шарнира (см. рисунок) по размерам больше, чем применявшаяся ранее (размер между торцами шипов крестовины увеличен на 9, а диаметр шипа — на 4,25 мм). Это позволило существенно повысить грузоподъемность крестовины, жесткость шипа, разместить в шарнире дополнительное уплотнение.

Корпус 5 подшипника сейчас изготавливается штамповкой на многопозиционном прессе, без какой-либо дополнительной механической обработки, что не только ведет к удешевлению производства, но и позволяет исключить получающуюся при шлифовании вогнутость дорожки качения. Бурт *Б* нагревается ТВЧ и после сборки подшипника завальцовывается. Высокая точность выдерживания диаметра по роликам (поле допуска 21 мкм) достигается применением селективного метода сборки (используется несколько групп роликов, отличающихся по диаметру).

Изменилась и конструкция самих роликов 4: раньше их торцы были сферическими, а в новом подшипнике они плоские, что не позволяет им перекащиваться. Благодаря наличию плавного перехода от образующей ролика к его торцу уменьшены контактные давления и возможность заклинивания в переходной зоне *А* (исключен «краевой эффект»). Высота



корпуса подшипника рассчитана таким образом, чтобы ролики не имели возможности осевого скольжения.

Для уменьшения трения между торцем шипа крестовины и донышком подшипника в конструкции применена торцевая пластмассовая шайба 1. На ее торце со стороны шипа выполнены каналы для улучшения подачи смазки из полости 3 шипов к роликам подшипника. Уплотнение подшипников двойное: основное 8 — радиальное, двухкромочное, установлено в корпусе подшипника, а дополнительное (9) — радиально-торцевое — на крестовине. Основное уплотнение на обращенном

к роликам торце имеет стальную шайбу 7, привулканизированную к резиновой части. Она в сочетании с пластмассовой шайбой 1 существенно снижает торцевое трение роликов подшипника.

Вилки 6 карданныго шарнира имеют увеличенную площадь контакта с корпусом подшипника и обеспечивают высокую жесткость при передаче крутящего момента.

Карданный шарнир смазывается через масленку 10; смазка — консистентная.

# ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛЫ

УДК 658.511.2:621.833.002.2

## Малоотходные технологии изготовления зубчатых колес — резерв экономии металла

Канд. техн. наук В. М. ВИНОГРАДОВ  
МАМИ

АВТОМОБИЛЬНАЯ промышленность, тракторное и сельскохозяйственное машиностроение нашей страны ежегодно выпускают и потребляют миллионы цилиндрических зубчатых колес различных типов. Изготавливают их из дорогостоящих легированных сталей, причем методы изготовления в большинстве случаев связаны, как видно из табл. 1, с большими отходами материалов. Поэтому применение малоотходных технологий производства зубчатых колес стало одной из актуальнейших задач машиностроительного производства. И такие технологии создаются. Основные из них — основаны на применении порошковой металлургии, а также технологии горячего и холодного накатывания зубчатых венцов под последующее зубонарезание или отделочную зубообработку. При этом горячее накатывание применяется исключительно в производстве колес с модулем более 5 мм, а порошковая металлургия и холодное накатывание — мелкомодульных колес небольших размеров.

Таблица 1

Зубчатые колеса	Коэффициент использования металла при изготовлении			
	насадных колес	колес-блоков	узких зубчатых венцов	валов-шестерен
Легковых автомобилей	0,44—0,58	0,46—0,648	0,8—0,9	0,8—0,93
Грузовых автомобилей	0,546—0,673	0,514—0,524	0,8—0,9	0,453—0,83
Тракторов	0,428—0,688	0,50—0,62	0,7—0,9	0,6—0,8
Комбайнов	0,42—0,70	0,561	0,7—0,9	0,6—0,8

Как показали исследования (табл. 2), при замене традиционных штампованных заготовок на заготовки с предварительно формаобразованными зубьями металлоемкость цилиндрических автотракторных колес снижается в среднем на 10—12%; а для широких зубчатых колес без ступицы, используемых в ведущих мостах и бортовых передачах, эта цифра может достигать 15%.

УДК 621.73.043:658.511.2

## Экономичное изготовление поковок

М. К. ВАСИЛЬЕВ, В. И. ЛОЙ, А. М. СМУРОВ  
НИИАвтоПРОМ

К НАСТОЯЩЕМУ времени кузнецкие цеха предприятий отрасли оснащаются оборудованием новых видов (станами поперечно-клиновой прокатки, горячештамповочными автоматами, прессами двойного действия и др.), в основном, в расчете на поковки круглой и осесимметричной форм: считается, что применять специализированное оборудование для изго-

тования поковок более сложной формы (кулаки, крестовины дифференциала, петли прицепов, рычаги некруглого и переменного сечения и др.) не всегда возможно технологически и выгодно экономически. Поэтому в последних случаях используют универсальное оборудование.

И эти соображения, и эти обстоятельства в общем-то обос- ложения поковок более сложной формы (кулаки, крестовины диф- ференциала, петли прицепов, рычаги некруглого и переменного сечения и др.) не всегда возможно технологически и выгодно экономически. Поэтому в последних случаях используют универсальное оборудование. И эти соображения, и эти обстоятельства в общем-то обос- ложения поковок более сложной формы (кулаки, крестовины диф- ференциала, петли прицепов, рычаги некруглого и переменного сечения и др.) не всегда возможно технологически и выгодно экономически. Поэтому в последних случаях используют универсальное оборудование.

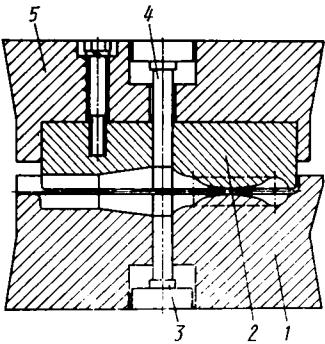


Рис. 1

нованы. Но: получение поковок на универсальном оборудовании всегда было связано с неэкономным расходованием металла. Достаточно сказать, что при горячей штамповке деталей на нем отходы металла сейчас гораздо больше, чем в кузнецном производстве.

Однако, как показывают исследования, положение — не без выхода, уменьшить расход металла можно и без замены действующих в кузнецких цехах универсальных прессов. Для этого нужно прежде всего учить

тывать форму штампаемых деталей, оставить штампы для окончательной штамповки такими же, как сейчас, но внести изменения в конструкцию штампов заготовительных и предназначенных для предварительной штамповки.

Благодаря таким мерам, кузнецкие отходы (облой) можно уменьшить на 40—70%; поковки сложной формы обходятся дешевле. Установлено также, что при этом более оптимально перераспределяются нагрузки на штампы: разгружается штамп для окончательной штамповки, а основная доля формоизменения переносится на штамп для предварительной штамповки. Это позволяет не только экономить металл и электроэнергию, расходуемую на его нагрев, но и уменьшить изнашивание штампов для окончательной штамповки, повысить производительность за счет исключения заготовительной операции.

В качестве примера, подтверждающего все сказанное, можно привести технологию изготовления поковок петли прицепа, штампаемых в кузнецком цехе Токмакского кузнеально-штамповочного завода.

Поковка эта, выполняемая из стали 40Х, имеет массу 9,4 кг и довольно сложную форму: у нее длинный хвостовик, переходящий на своем большем основании в торOIDальное тело с отверстием, ось которого перпендикулярна продольной оси хвостовика. Однако для ее изготовления применяют трехоперационный процесс облойной штамповки, реже — такую же штамповку, но из заготовок, подвергнутых предварительному профилированию на вальцах. На Токмакском заводе использовался первый вариант. При нем заготовки диаметром 75 и длиной 350 мм получали рубкой на сортовых ножницах и после индукционного нагрева штамповали в заготовительном штампе — для распределения металла вдоль продольной оси заготовки. Затем осуществлялась предварительная — для придания формы и затем уже окончательная ее штамповка. Применявшиеся штампы — открытого типа, норма расхода металла была довольно большой (13,2 кг на одну поковку).

Новая технология предусматривает использование того же оборудования (КГШП усилем 40 000 кН, индукционного нагревателя и обрезного пресса), но при уменьшении числа штамповочных операций с трех до двух за счет исключения заготовительного штампа и изменения конструкции штампа для предварительной штамповки. Уменьшилась также (до 305 мм) и длина исходной заготовки.

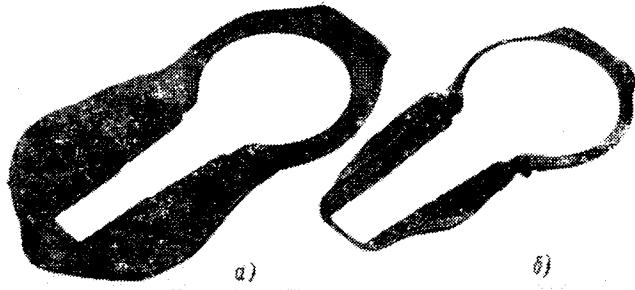


Рис. 2

Теперь предварительная штамповка с ограниченным по контуру облой осуществляется в полуоткрытом штампе (рис. 1). После окончательной штамповки облой удаляется на обрезном прессе. Тут же пробивается и отверстие.

В пuhanсонодержателе 5 этого штампа закреплен формующий пuhanсон 2, в котором размещен верхний выталкиватель 4. В матрице 1 штамповая полость выполнена так, чтобы плоскость разъема, в которой размещается ограниченный по контуру облой толщиной 4 мм, располагалась ниже зеркала матрицы. Соосно верхнему выталкивателью в матрице установлен нижний выталкиватель 3. Зазор (на сторону) между пuhanсоном и стенкой штамповой полости в матрице составляет 0,5 мм.

Первая штамповочная операция позволяет придать заготовке почти заданную форму готовой поковки, гарантируя при небольшом технологически неизбежном избытке металла четкое оформление всех элементов поковки на второй (последней) операции.

О степени экономичности нового процесса можно судить по размерам облоя (отхода) после его отделения от поковки, полученной по старой (рис. 2, а) и новой (рис. 2, б) технологиям. Экономический эффект от внедрения новой технологии только на одном заводе составил 26 тыс. руб. в год. При этом норма расхода металла снизилась на 2,2 кг, а себестоимость одной поковки на 0,55 руб.

Технологии, аналогичные рассмотренной, применяются и на других заводах отрасли, и тоже дали весьма положительные результаты: позволили заметно снизить расход металла при изготовлении крестовин дифференциала, карданного вала, раздаточной коробки и некоторых других деталей, экономить до 1 млн. кВт·ч электроэнергии, ранее расходовавшейся на нагрев заготовок перед штамповкой.

Новой технологии, к сожалению, присущи и недостатки: повышенные затраты на штампы в связи с усложнением их конструкции и неполное исключение отхода металла при штамповке. Однако их отрицательный эффект, если его оценивать в деньгах, значительно (в 2—5 раз в зависимости от стоимости материалов) меньше эффекта положительного, даваемого экономией металла и электроэнергии. Кроме того, перевод поковок на новую технологию не требует замены оборудования, что также является ее достоинством (короткие сроки внедрения).

УДК 621.375.826:621.791.72:621.785

## Лазерно-плазменно-дуговая обработка металлических деталей

М. Б. ГУТМАН, Г. К. РУБИН, Ю. Н. СЕЛЕЗНЕВ

ВНИИЭТО

ГЛАВНОЕ достоинство лазерных источников энергии, если их рассматривать применительно к процессам термообработки, сварки и резки, — возможность концентрировать большие плотности энергии на небольшом участке поверхности, т. е. выполнять обе операции быстро, без повреждения материала на рядом расположенных участках. Поэтому лазерные технологии получили столь быстрое распространение, став, по существу, уже традиционными методами металлообработки. И, как все хорошо освоенное, перестают удовлетворять требованиям производства. В частности, с точки зрения производительности, которая, как известно, стала сейчас основой развития народного хозяйства.

Повышение производительности лазерной обработки — задача, теоретически очевидная: для ее решения в зону обработки нужно лишь ввести дополнительную энергию. Сделать это проще всего за счет увеличения мощности лазерной уста-

новки. Однако технически такой путь не всегда оправдан, в том числе из-за сложности реализации. Поэтому специалисты ищут более простые решения. Например, создают комбинированные методы. Один из них — лазерно-плазменно-дуговой метод (ЛПД-процесс). Сущность его в следующем.

При лазерной термообработке в зоне воздействия излучения на обрабатываемую поверхность возникает, как известно, пятно низкотемпературной плазмы, которая образуется за счет испарения и ионизации вещества покрытия, применяемого для повышения эффективной поглощающей способности  $A_{\text{eff}}$  обрабатываемой поверхности, а также частичного испарения поверхностного слоя самого изделия. В частности, при лазерной сварке и резке ее температура составляет 5000—7000 К, при термообработке она несколько ниже. Но наличие предварительно ионизированного пятна у поверхности обрабатываемого изделия позволяет создать дуговой разряд в этой лока-

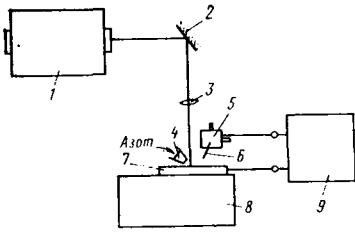


Рис. 1

лизованной зоне. Иными словами, само лазерное излучение дает возможность присоединить к нему и электрическую дугу. При определенном соотношении мощности лазерного излучения и дугового разряда пятно лазерной плазмы является для последнего своеобразной фокусирующей и стабилизирующей системой. В результате за счет энергии дуги, передаваемой обрабатываемой поверхности, увеличивается энерговклад в зону обработки, а степень концентрации суммарного потока энергии остается на уровне лазерной обработки.

Такова физическая сущность ЛПД-процесса. Для его исследования и последующего внедрения в производство создан стенд (рис. 1). Он состоит из лазера 1, лучепровода (поворотное зеркало 2 и фокусирующая линза 3), стола-манипулятора 8, на котором размещается обрабатываемое изделие 7, электрододержателя 5 с электродом 6 и соплом 4 для подачи защитного газа и источника 9 постоянного тока. Стенд снабжен устройством числового программного управления, позволяющим автоматизировать проведение экспериментов.

Эксперименты, проведенные с образцами из различных материалов, в частности, из чугуна СЧХНМД, показали, что при отношении мощности лазера к мощности дуги  $\sim 0,8$ , дополнительный энерговклад за счет дугового разряда составляет более 103% мощности лазера, т. е. лазер, например, мощностью 0,1 кВт работает как установка мощностью почти 0,3 кВт. Если же учесть, что эффективная тепловая мощность дуги почти на порядок выше, чем КПД лазера, то КПД ЛПД-процесса оказывается в 2–3 раза выше, чем чисто лазерного. Отсюда возможность повышения производительности процесса обработки деталей за счет роста либо скорости их перемещения, либо ширины обрабатываемой полосы на поверхности (в зависимости от конкретного технологического режима).

Качество обработки при ЛПД-процессе получается, как видно из таблицы, хорошим. Причем по мере увеличения скорости перемещения детали от 7,3 до 36,5 мм/с параметры ЛПД-процесса приближаются к параметрам обычной лазерной обработки. Это же относится и к микротвердости упрочненного слоя: эффект, по сравнению с традиционной лазерной обработкой, одинаков при почти пятикратном увеличении скорости обработки.

Влияние электрического поля на коэффициент  $k_e$  увеличения энерговклада, т. е. отношение поглощенной изделием энергии к энергии лазерного излучения, хорошо видно из рис. 2. Из него следует, в частности, что в зонах I и IV влияние элек-

Обработка	Глубина зоны оплавления, мм	Ширина зоны оплавления, мм	Скорость перемещения детали, мм/с	Глубина зоны закалки, мм	Ширина зоны закалки, мм
Лазерная	0,12–0,15	0,75	7,3	0,12–0,18	1,40
ЛПД-процесс	0,52–0,57	1,97	7,3	0,38	2,60
То же	0,30–0,38	1,43	21,9	0,21–0,27	1,98
	0,21–0,26	0,86	36,5	0,10–0,15	1,37

трического потенциала и его знака на эффективную поглощательную способность незначительное, условия для возникновения дугового разряда отсутствуют, поглощательную способность можно регулировать при помощи поля (эффект, обнаруженный в результате проведенных исследований); в зонах III и V энерговклад увеличивается за счет дугового разряда, причем независимо от полярности. Но ха-

рактерно, что в зонах I, II, IV и V поглощение энергии происходит в пределах пятна воздействия лазерного излучения на обрабатываемую поверхность. В зонах III и VI условия разряда таковы, что дуга резко доминирует над лазерной плазмой, в результате происходит дефокусировка ЛПД-процесса.

На свойства лазерно-дуговой плазмы большое влияние оказывает, как показали исследования, состав покрытия, которое нужно рассматривать как источник лазерной плазмы не только в смысле влияния на эффективную поглощательную способность, но, в основном, и на параметры дугового разряда. Следует отметить, что если при традиционной лазерной обработке наличие максимума зависимости  $A_{\text{eff}}$  обрабатываемой поверхности от времени взаимодействия луча с ней позволяет оптимизировать режим термообработки за счет подбора скорости перемещения, диаметра пучка излучения, мощности и др., то при ЛПД-процессе появляется ряд новых параметров, усложняющих оптимизацию процесса. В частности, при лазерной сварке с применением дугового разряда для создания необходимых параметров приповерхностной плазмы в плавящийся электрод приходится вводить специальные добавки.

В целом можно сказать, что термообработка при помощи комбинированного ЛПД-воздействия на металлические изделия — направление перспективное для лазерной техники и технологии.

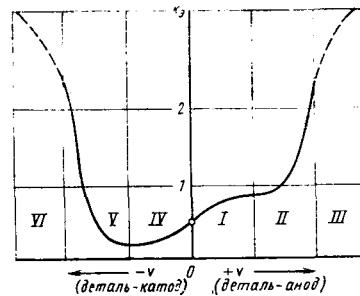


Рис. 2

УДК 621.785.533:621.43-242.3.002.2

## Карбонитрация поршневых колец из серого чугуна

Е. В. ВАСИЛЬЕВА, С. А. МАРКОВА, О. А. ЮСТУС

Завод-втуз при ЗИЛе

ТРАДИЦИОННЫЕ методы термической обработки поршневых колец ДВС в ряде случаев оказываются недостаточно эффективными. Например, обычная термическая обработка позволяет достичь значительного упрочнения изделия кольца (да и любой другой детали) по всему его объему. Однако для поверхностного слоя кольца, работающего в тяжелых условиях нагружения, такого упрочнения мало. Поэтому специалисты всех стран ищут методы и технологии, позволяющие решить эту проблему. И надо сказать, что поиски эти небезуспешны: сейчас известны десятки таких методов. Но применительно к поршневым кольцам ДВС чаще всего все-таки используется гальваническое хромирование — метод, который хотя и значительно повышает износостойкость колец, но малопроизводителен.

Кроме того, получаемое на поверхности колец хромовое покрытие при их ра-

боте в двигателе недостаточно смачивается маслом, в результате чего масляная пленка в верхней части цилиндра часто разрывается, что ведет к прижогам и задирам на зеркале гильзы.

Попытка заменить гальваническое хромирование нанесением на поверхность колец молибдена в вакууме проблемы тоже не решила: несмотря на хорошую прирабатываемость и лучшее прилегание к стенкам цилиндра, молибденовые поршневые кольца в ряде случаев имеют даже больший износ, чем хромирование. Поэтому сейчас исследуется возможность создания комплексных хромомолибденовых покрытий, которые бы сочетали достоинства хрома и молибдена. Одно из них — плазменное из молибдена и хрома — обладает достаточно высокой износостойкостью при температурах до 530 К. Однако в современных двигателях температуры кольца достигают 620–670 К. Хром при

таких температурах насыщается азотом и становится хрупким, а молибден окисляется. Следовательно, и этот метод себя не оправдывает.

Более подходящим методом является азотирование в тлеющем разряде: например, износ по высоте поршневых колец, прошедших такую обработку, на 40% меньше износа серийных колец, а износ сопряженных с ними верхних канавок — на 54%. Кроме того, метод позволяет получить равномерно упрочненные слои при относительно невысоких температурах, без увеличения геометрических размеров (разбухания) деталей. Однако он дорог.

Перечисленных недостатков лишен относительно новый, но практически не применяющийся до недавнего времени метод одновременного насыщения поверхности поршневых колец углеродом и азотом в нейдовитых солях (цианакарбонитрация). Суть ее состоит

Таблица 1

Чугун	Массовое содержание элементов, %							
	C	Si	Mn	S	P	Ni	Cr	Ti
Серый специальный ГОСТ 846—81	3,71	2,63	0,57	0,03	0,63	0,16	0,16	—
Серый специальный СТП 37.105.50.701—72	3,20	2,76	0,46	0,08	0,10	0,23	0,42	0,09

в том, что кольца нагревают в расплавах цианатов при температурах 810—850 К и затем выдерживают их в расплаве некоторое время. В результате усталостная прочность, например, стальных изделий повышается на 50—80%, их износостойкость оказывается также выше, чем у изделий, прошедших



Рис. 1. Микроструктура серого чугуна после карбонитрации при 833 К в течение 3 ч ( $\times 1000$ )

цементацию, нитроцементацию или азотирование. Резко сокращается и время упрочняющей обработки. Толщина карбонитрированного слоя составляет 0,03—0,1 мм, микротвердость колеблется в зависимости от состава упрочняемого материала от HV600 до 1100—1300. Процесс карбонитрации прост в осуществлении, не требует сложного оборудования, сравнительно дешев.

К сожалению, карбонитрация чугуна, в том числе, разумеется, и поршневых

кольец, до настоящего времени практически не проводилась. Поэтому результаты ее опробования на компрессионных поршневых кольцах из серого чугуна (табл. 1), думается, не могут не заинтересовать специалистов.

Типичной структурой приведенных в таблице чугунов является сорбтообразный и тонкопластинчатый перлит, в ко-

тором равномерно распределен крабовидный и тонкопластинчатый графит заэвихренной и прямолинейной формы. При карбонитрации выполненных из них колец на поверхности последних формируется плотный, бесспористый диффузионный слой, глубина которого составляет, в зависимости от режимов насыщения, 15—30 мкм и в котором сохраняются включения графита (рис. 1).

Микротвердость поверхностного слоя достигает 1,4—1,8 ГПа, по мере удаления от поверхности в глубь образца плавно понижается до исходных 0,8 ГПа (рис. 2).

Испытания образцов на износостойкость показали (табл. 2), что износ кар-

Таблица 2

Нагрузка, МПа	Износ литого образца	Износ карбонитрированного образца
25	20*/5	10/2
50	30/15	10/4
75	40/26	10/8
100	50/28	10/12
125	60/48	20/18
150	80/50	30/25
175	90/65	40/32
200	90/85	60/40
225	770/537	70/48
250	—	80/56

\* В числителе приведен линейный износ (мкм), в знаменателе — массовый (мг).

бонитрированных образцов в 2—2,5 раза меньше, чем литых. Причина — наличие на поверхности образца диффузионного слоя, плотно сцепленного с основным материалом.

Таким образом, карбонитрация поршневых колец — дело выгодное со всех точек зрения: технологической (простота), экономической (дешевизна материалов), эксплуатационной (срок службы колец повышается в 2—2,5 раза). Следовательно, настала пора опробовать ее в промышленных условиях.

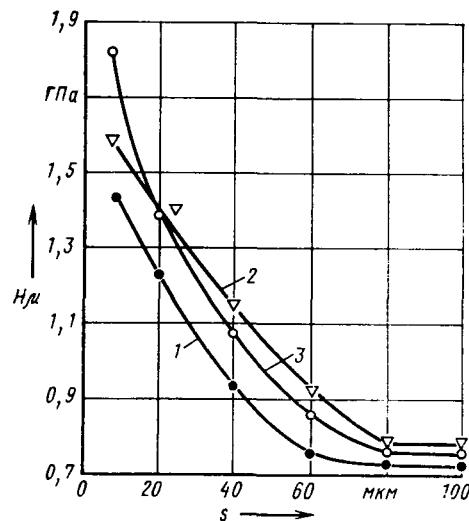


Рис. 2. Распределение микротвердости по глубине слоя  $s$  после карбонитрации при 833 К. Время выдержки: 1—3 ч; 2—5 ч; 3—7 ч

## Смеси холодного отверждения со связующим ФФ-5

Ф. С. КВАША, В. С. РОГАЧКОВ, В. В. ГАЧКО, В. А. СТРУПИНСКИЙ, А. А. КРУГЛИКОВ

НИИАТМ, ВАЗ, Нижнетагильское ПО «Уралхимпласт»

**Н**ИЖНЕТАГИЛЬСКИМ ПО «Уралхимпласт» совместно с ВАЗом и НИИАТМом разработана фенолоформальдегидная смола ФФ-65 (ТУ 6—05—0282—83), которая представляет собой продукт конденсации фенола, формальдегида и карбамида, модифицированный фуриловым спиртом, и предназначена для изготовления стержней и форм из холоднотвердеющих смесей. Необходимость ее разработки вызвана развитием на заводах отрасли производства высококачественного станкостроительного литья типа «Михенайт».

Основой технологического процесса получения высококачественных отливок яв-

ляется выплавка серого чугуна заданного химического состава, имеющего определенную степень переохлаждения при кристаллизации, и последующее модификация расплава.

Смола ФФ-65 характеризуется следующими показателями: массовые доли та — не более 3%, воды — не более 5%, свободных мономеров — не более 2,5%; разрушающее напряжение при растяжении образцов — не менее 1,2 МПа. Она может применяться в песчано-смоляных смесях с катализаторами (паратолуолсульфокислота, бензолсульфокислота, ортофосфорная кислота). Например, массовый состав (%) смеси может быть та-

ким: кварцевый песок об. 1КО2Б — 100, 75%-ная ортофосфорная кислота — 0,5—0,7 (60%-ная бензосульфокислота — 0,3—0,5), смола ФФ-65 — 1,5. Но наибольшую прочность имеют смеси со смолой ФФ-65 и бензосульфокислотой 60%-ной концентрации.

Смеси со смолой применяются в цехах ремонтного литья ВАЗ и КамАЗ. Как показал опыт, они полностью удовлетворяют требованиям технологического процесса изготовления стержней для получения высококачественного чугунного литья и по своим свойствам не уступают смесям на основе импортной смолы «Кулкат-741».

# ПРЕДЛОЖЕНО МОЛОДЫМИ СПЕЦИАЛИСТАМИ

УДК 669.14.018.29

## Влияние состава и термической обработки на свойства конструкционных сталей

Ю. Ю. ДЕМИНА

МВТУ им. Н. Э. Баумана

**О**ДНИМ из перспективных путей создания высокопрочных сталей, обладающих хорошей пластичностью и сопротивлением разрушению, является получение структуры, состоящей из вязкой, но в то же время прочной матрицы, упрочненной дисперсными, равномерно распределенными и когерентно связанными с ней выделениями второй фазы. Эти выделения — полупроницаемы для дислокаций.

Ранее было установлено, что лучший комплекс свойств получают в сталях, имеющих структуру пакетного мартенсита, который упрочнен высокодисперсными частицами карбида ванадия. Однако оптимальное соотношение ванадия и углерода не было выявлено. Сейчас это сделано. В частности, в результате дилатометрических исследований сталей типа 40Х3Н3МФБ с различным содержанием ванадия (от 0,8 до 1,8%) установлено, что с его увеличением верхняя критическая точка повышается на 50—70 К, в то время как положение нижней не изменяется. Иными словами, ранее известное положение о том, что при большом количестве карбиообразующих легирующих элементов в структуре сталей цементит не образуется, точка  $A_{31}$  соответствует началу  $\alpha \rightarrow \gamma$ -превращения матрицы, а не началу превращения перлита в аустенит, — подтвердилось.

Наиболее высокий уровень свойств ( $\sigma_b = 2070$  МПа,  $\sigma_{0,2} =$

= 1760 МПа,  $\delta = 9\%$ ) сталь типа 40Х3Н3МФ2Б (при соотношении между ванадием и углеродом, равном 4) имеет после термообработки по оптимальным режимам. Структура такой стали представляет собой пакетный мартенсит с дисперсными и равномерно распределенными по объему и границам зерен частицами карбида ванадия.

Все исследованные стали по изменению их свойств при отпуске (473—923 К) являются дисперсионно-твердеющими. Исследования влияния режимов отпуска на свойства указанных сталей показали, что при температуре 673 К наблюдается некоторое их разупрочнение, связанное с коагуляцией неустойчивых карбидов цементитного типа, образующихся в области низких температур отпуска, и дораспадом мартенсита, причем степень этого разупрочнения тем меньше, чем выше содержание ванадия в стали и, соответственно, в составе карбидов того же цементитного типа. Это приводит к замедлению их коагуляции, а следовательно, к уменьшению скорости разупрочнения.

Исследованные стали можно рекомендовать в качестве конструкционного материала с высокими прочностными свойствами, который может быть применен при нормальных климатических температурах.

УДК 621.793.18

## Получение боридных покрытий в тлеющем разряде

Кандидаты техн. наук Ю. Н. ДЕМИН и Н. И. ЮРКОВ, Г. А. МЕЛЬНИЧУК

Завод-втуз при ЗИЛе, НИИТавтоПром

**Б**ОРИДНЫЕ покрытия на подложках из различных конструкционных материалов обладают значительной твердостью и износостойкостью. Поэтому ими занимаются специалисты многих машиностроительных отраслей. В частности, сейчас уже существует несколько методов получения боридных покрытий: диффузионное насыщение в порошковых засыпках, плазменное и газопламенное напыление, термическая диссоциация галогенидов бора совместно с водородом в газовой фазе, электролизное борирование и т. д.

В нашей отрасли проведено исследование процессов осаждения боридных покрытий на сталях одним из перспективных и успешно развивающихся методов — в плазме тлеющего разряда постоянного тока (осаждение в среде газообразного ионизированного  $BCl_3$ , получаемого в камере осаждения). При этом были определены электрические параметры тлеющего разряда

и напряжение его зажигания в зависимости от межэлектродного расстояния и давления газовой среды, установлена область устойчивого горения разряда, наиболее приемлемая для проведения химико-термической обработки. Изучено влияние основных технологических режимов (температуры осаждения, удельной мощности разряда, давления в камере, времени осаждения) на кинетику роста и структуру боридных покрытий.

Были выполнены также термодинамический анализ возможных химических реакций при осаждении боридных покрытий и экспериментальная проверка его выводов, доказана принципиальная возможность получения боридных покрытий прямым восстановлением  $BCl_3$  (без применения взрывоопасного водорода) и определены оптимальные режимы осаждения.

Работы продолжаются.

УДК 621.787.4.016.2:621.833.002.2

## Технологический процесс горячего накатывания зубьев конических колес

Ю. Г. СТЕПУРА

НИИТавтоПром

**Т**РУДОЕМКОСТЬ изготовления зубчатых колес традиционными способами, как известно, очень высока. Не намного она уменьшилась и на первых этапах внедрения метода горячей накатки зубьев, так как при нем необходимо проводить двойную токарную обработку зубьев.

НИИТавтоПрому совместно с ЗИЛом и ГАЗом удалось разработать и внедрить в производство новый малоотходный технологический процесс — без предварительной механической обработки заготовок, т. е. горячее накатывание зубьев соот-

ветствии с ним производится сразу же после штамповки заготовок.

Для этого пришлось изменить конструкцию поковок и создать новую технологическую оснастку. Результаты измерения деталей, получаемых по новой технологии, показали, что их параметры (наружный диаметр и высота) полностью удовлетворяют техническим условиям чертежа.

Экономический эффект от внедрения процесса составил 122 тыс. руб. в год.

## ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ НУЖД ОТРАСЛИ

УДК 621.7.024:629.114.6.011.5.002.2

### УСТАНОВКА ДЛЯ ПРОМЫВКИ ЗАГРУНТОВАННЫХ КУЗОВОВ

На ГОРЬКОВСКОМ автозаводе работает новая установка для промывки кузовов легковых автомобилей после нанесения на них электроосаждением окрасочного материала (электрофорезного грунта). В ней применен принцип ультрафильтрации, позволяющий повторно использовать смыываемые с кузовов остатки, и следовательно, экономить окрасочный материал. Решила она еще две проблемы — промывочной жидкости и качества покраски. Дело в том, что до внедрения этой установки кузова промывались дважды — сначала питьевой, а затем деминерализованной водой, которая затем сбрасывалась в канализацию. Смытые с кузовов остатки грунта удалялись из нее методом коагуляции и уничтожались, а вода сбрасывалась в канализацию. Кроме того, из-за сложности контроля и корректировки состава рабочего раствора в ванне электроосаждения покрытия кузовов имели различные дефекты.

Процесс грунтовки кузовов и последующей их промывки осуществляется следующим образом (рис. 1).

Кузов 2 из ванны 9 электроосаждения грунта подвесным конвейером 1 пода-

ется в промывочную установку, где проходит через четыре ее промывочных контура. В первые два (3 и 4) из бака 8 рециркуляции поступает промывочный раствор, в третий (5) — чистый ультрафильтрат из бака-сборника 20, а в четвертый (6) — деминерализованная вода.

Таким образом, загрунтованные кузова промываются в четыре этапа: загрязненным ультрафильтратом, поступающим из рециркуляционного бака 8 (этот ультрафильтрат стекает затем в ванну 9 электроосаждения); ультрафильтратом из этого же бака (он стекает затем обратно в бак); чистым ультрафильтратом, подаваемым из бака-сборника 20 и стекающим в рециркуляционный бак 8; деминерализованной водой, стекающей в установку коагуляции.

Иными словами, на первом этапе в контуре 3 с кузовов смыывается и возвращается в ванну 9 основная масса остающихся на их поверхности излишков окрасочного материала. Его можно использовать повторно.

Устройство ультрафильтрации электрофорезного грунта состоит из двухблочных (A и B) секций 15 и 16. В каждом из блоков, в свою очередь, на решетчатых каркасах установлены параллельно работающие группы ультрафильтров, подсоединенные к входным и выходным коллекторам (между собой ультрафильтры в каждой группе связаны последовательно).

На входе в секцию 15 установлен насос 13, который по трубопроводу 10 через фильтр 14 подает в нее часть рабочего раствора из ванны электроосаждения 9. На выходе секции 15 предусмотрен насос 17, который через секцию 16 перекачивает рабочий раствор в ванну 9. В обеих секциях устройства ультрафильтрации имеются сточные лотки и трубопроводы 19, по которым ультрафильтрат поступает в бак-сборник 20, а отсюда — (через насос 21) в контур 5.

Рециркуляционный бак 8 также имеет свои насосы (11 и 12), при помощи которых неочищенный от грунта раствор

поступает к промывочным контурам 3 и 4. В контур 6, как уже упоминалось, поступает деминерализованная вода.

Ультрафильтр (рис. 2) состоит из нескольких фильтрующих элементов 4. Они смонтированы в пластмассовом кожухе 3, имеющем присоединительные фланцы 1 и сливную трубку 5.

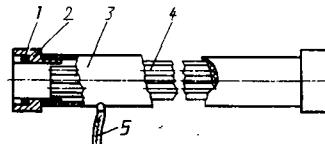


Рис. 2

Фильтрующий элемент 4 выполнен в виде трубки, которая представляет собой каркас из стекловолокна, покрытый изнутри полупроницаемой пленочной мембраной. Рабочий раствор, находящийся в ванне 9 (см. рис. 1), под давлением 0,3—0,35 МПа проходит через фильтр 14 и блоки секций 15. Здесь часть его протекает через мембранны и поступает в бак-сборник 20, а большая его часть неочищенной по трубопроводу 18 возвращается в ванну 9. Очищенный же раствор идет в контур 5.

#### Техническая характеристика установки Производительность установки:

по разделяемой среде, л/ч . . . . .	2700
по количеству обрабатываемых кузовов, шт/ч . . . . .	25
Установленная мощность электродвигателей, кВт . . . . .	123,5
Давление подачи грунта в установку, МПа . . . . .	0,3—0,35
Общая фильтрующая поверхность, м <sup>2</sup> . . . . .	90
Расчетная скорость грунта в фильтрующих элементах, м/с . . . . .	4,7
Разделяемая среда (окрасочный материал) . . . . .	грунт ВКЧ-0207
Занимаемая производственная площадь, м <sup>2</sup> . . . . .	16

Экономический эффект от внедрения установки — 187 тыс. руб. в год. Это только за счет экономии окрасочных материалов. Если же учесть стабильность процесса промывки, повышение качества покрытий кузовов, а также то, что вода сейчас используется много-кратно, то ясно: эффективность ее — не только экономическая.

А. А. ЛОСЕВ, Е. Н. СУВОРОВ, В. Я. ШВАРЦШТЕЙН

Горьковский автозавод

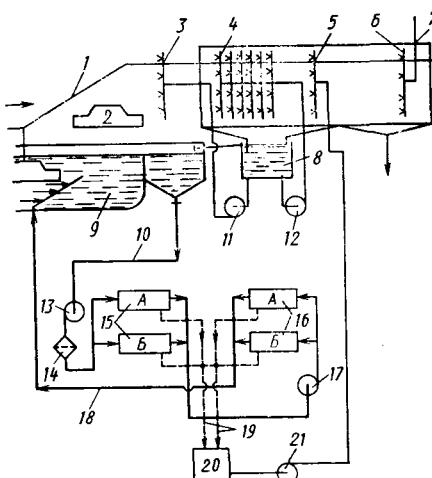


Рис. 1

УДК 621.873:621.869.72

### СТЕЛЛАЖНЫЙ КРАН-ШТАБЕЛЕР

Для обслуживания высотных стеллажных секций, расположенных по обе стороны прохода склада, на УралАЗе разработан кран-штабелер (см. рисунок) опорного типа. Он состоит из кабине 1, телескопического стола 2, ловильного устройства 3, каретки грузоподъемника 4, гидростанции 5, ограничителей грузоподъемности (6) и скорости (10), поддерживающей каретки 7, механизма 8 ее подъема, колонны 9, механизма 11

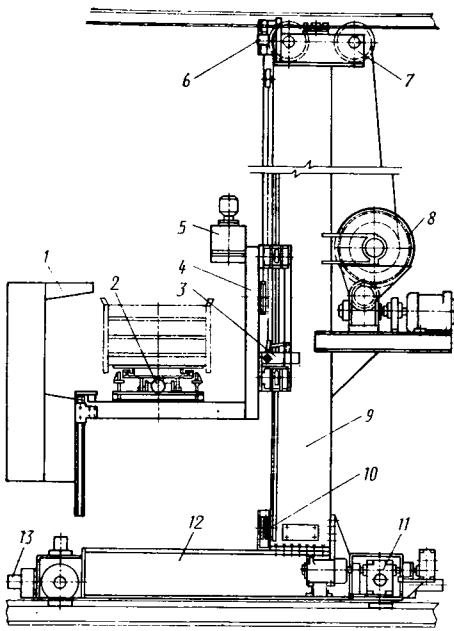
передвижения и опорной тележки 12. В кабине 1, как обычно, размещены элементы управления краном. Она может перемещаться в вертикальном направлении на максимальную высоту штабелирования, равную 880 мм.

На телескопическом столе с гидроприводом размещается тара, которая поднимается до соответствующей ячейки стеллажной секции.

Для предотвращения падения каретки

4, перемещающейся при помощи механизма подъема 8, и кабины при обрыве или ослаблении грузового троса служит ловильное устройство 3, которое прикреплено к каретке грузоподъемника и перемещается вместе с ней. При обрыве троса срабатывает ограничитель 10 скорости, который приводит в действие рычаги заклинивающего устройства, удерживающего каретку 4 от падения.

Ограничитель 6 грузоподъемности служит для отключения привода механизма подъема, если масса груза превышает установленную норму.



Поддерживающая каретка 7, прикрепленная к верхней части колонны 9, удерживает ее в вертикальном положении.

Для повышения надежности и безопасности работы крана опорная тележка 12 имеет ограничитель 10 скорости. Работает он на центробежном принципе, блокируя движение крана при превышении скорости подъема или опускания груза. Он же вводит в действие ловильное устройство 3 при обрыве грузового троса.

Кран-штабелер передвигается вдоль стеллажных секций при помощи механизма 11, который состоит из электродвигателя, соединительных муфт, редукторов, приводного колеса и тормоза.

Кран-штабелер имеет две скорости движения в горизонтальной плоскости, каждая из которых обеспечивается приводным электродвигателем.

Опорная тележка 12 выполнена из профиля коробчатого сечения, имеет две опоры с приводным и поддерживающим колесами и два буферные устройства 13.

Работой крана-штабелера управляет оператор. Для этой цели в зоне загрузки штабелера на неподвижном пульте имеется 29 тумблеров, включая которые, оператор задает номер ряда и секции по горизонтали, а тумблерами, расположенными в кабине (их одиннадцать) — ряд и номер стеллажной секции по вертикали.

В кабине расположены также два коммандоконтроллера: правый — для включения механизма передвижения, левый — механизма подъема каретки грузоподъемника с грузом.

Для обеспечения безопасной работы оператора на рукоятках коммандоконтроллеров вмонтированы кнопки «занятость рук». При включении коммандоконтроллера на передвижение (при включенной кнопке «занятость левой руки») включается двигатель малой скорости, а затем при помощи реле времени — двигатель транспортной скорости. Штабелер перемещается вдоль стеллажей до нужной ячейки.

При включении левого коммандоконтроллера (при включенной кнопке «занятость правой руки») включаются электродвигатель установочной скорости и тормоз. Вращение от электродвигателя через редуктор, зубчатую пару передается на барабан, который наматывает грузовой трос и поднимает каретку грузоподъемника. Через определенный промежуток времени включается вторая скорость электродвигателя, и каретка грузоподъемника начинает быстро подниматься вверх. Останавливается она при

помощи фотореле у заданного вертикального ряда.

На раме опорной тележки установлены два фотореле; при подходе к заданной ячейке по горизонтали срабатывает первое (вдоль стеллажей у каждой ячейки установлена лампочка). Оно отключает электродвигатель транспортной скорости и включает электродвигатель установочной скорости. При срабатывании второго фотореле отключается второй электродвигатель, и штабелер останавливается напротив заданной ячейки.

Перемещение крана и подъем каретки грузоподъемника могут происходить одновременно.

Оператор включает гидропривод телескопического стола и задвигает тару с грузом в ячейку. На опорные уголки стеллажной секции тара опускается при малой скорости механизма подъема каретки грузоподъемника. После этого оператор включает обратный ход стола, который занимает среднее положение, и штабелер возвращается в зону загрузки.

#### Техническая характеристика крана-штабелера

Грузоподъемность, т . . . . .	2
Скорость, м/мин:	
передвижения . . . . .	63/6,3
подъема груза . . . . .	9,7/3
Высота складирования, м . . . . .	10
Ход телескопического стола, мм . . . . .	975
Диаметр грузового троса, мм . . . . .	19
Ширина прохода между стеллажными секциями, мм . . . . .	1050
Диаметр барабана привода механизма подъема каретки грузоподъемника, мм . . . . .	500
Мощность электродвигателей, кВт . . . . .	14,75
База крана, мм . . . . .	3200
Масса, кг . . . . .	5000
Габаритные размеры, мм . . . . .	4110×920×11700

Б. В. ПЛЮСНИН

Уральский автозавод имени 60-летия Союза ССР

УДК 621.867.068(088.8)

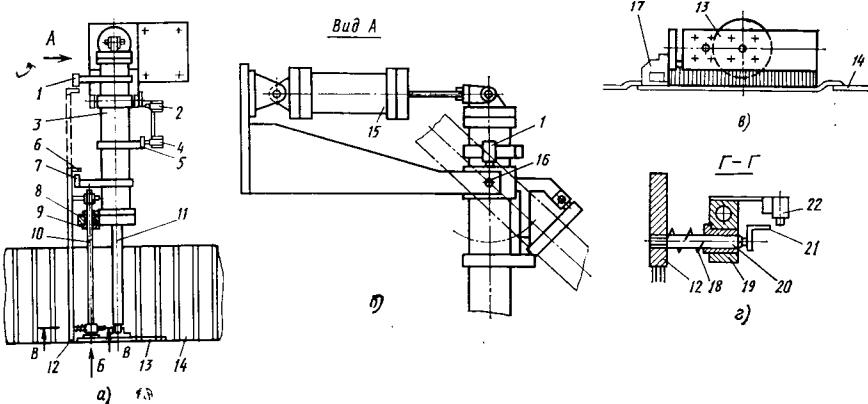
## СТАЛКИВАТЕЛЬ ГРУЗОВ С КОНВЕЙЕРА

ЧТОБЫ освободить производственных рабочих от, прямо скажем, нелегкого труда грузчика при конвейере, на запорожском автозаводе «Коммунар» создано (А. с. № 982996, СССР) устройство, позволившее автоматизировать наиболее трудоемкую операцию — сталкивания отожженных заготовок с конвейера.

Устройство (см. рисунок) состоит из двух шарнирно связанных между собой пневматических силовых цилиндров. К штоку одного из них прикреплены подвижным образом щетки (толкатели), а

на его корпусе и на раме установлены бесконтактные датчики системы управления пневмоцилиндрами.

Как только заготовка, двигаясь по конвейеру, достигает датчика, он срабатывает и выдает команды на включение устройства. Шток 11 начинает выходить из цилиндра 3 и вместе с толкателем 13 перемещаться по конвейеру 14 в направлении, перпендикулярном его движению, и передвигать деталь 17 (поз. «в») к месту сброса. Одновременно с толкателем 13 в том же направлении перемещается и



закрепленная на нем одним концом штанга 10, а второй ее конец свободно проходит через боковое отверстие 9 на корпусе 8 цилиндра 3. Вместе с толкателем 13 и штангой 10 движется боковой щит 12, связанный с последней при помощи осей 20 (поз. «г») и пружин 18. Он отсекает детали 17, движущиеся на конвейере 14, предотвращая тем самым их попадание в зону за толкателем и возможность возникновения за счет этого изгибающих усилий на штоке 11 цилиндра 3.

Поскольку расстояние между бесконтактными датчиками 1 и 7 равно ширине конвейера, то в момент подхода толкателя к боковой грани конвейера при сталкивании деталей флагок 6 перекрывает бесконтактный датчик 7, который выдает сигнал на остановку и обратный ход штока привода. Втягиваясь, шток 11 перемещает толкателем 13, штангу 10 и боковой щит 12 в исходное положение, т. е. до тех пор, пока флагок 6 не перекроет бесконтактный датчик 1.

В аварийном случае, когда деталь 17 заклинивается между боковым щитом 12 и пластиной конвейера, она оказывает давление на боковой щит, который, в свою очередь, сжимает пружину 18. Оси 20 свободно проходят через втулки 19 до тех пор, пока флагок 21 не перекроет бесконтактные датчики 22. При их срабатывании поступает команда на пневмоцилиндр 15 поворота цилиндра 3 вокруг оси 16 (поз. «б») в вертикальной плоскости. Цилиндр 3, поворачива-

ясь, поднимает шток с толкателем 13, штангу 10 и боковой щит 12. Одновременно, в начальный момент его поворота, флагжок 5, укрепленный на нем, открывает бесконтактный датчик 4, который выдает команду на втягивание штока 11

с толкателем и установки их в исходное положение. Деталь 17 освобождается и перемещается по конвейеру. После достижения штоком цилиндра 3 крайнего верх-

него положения флагжок 5 перекрывает датчик 2, последний выдает команду на пневмоцилиндр 15 поворота цилиндра 3 в исходное горизонтальное положение.

В. Н. КУКОВИНЕЦ, Р. И. АБСАЛЯМОВ, Ю. И. ПЕРЕТЯТКО

Запорожский автозавод «Коммунар»

УДК 621.922.8:620.191.312

## ЭЛАСТИЧНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ СНЯТИЯ ЗАУСЕНЦЕВ И ОБЛОЯ

ПРОБЛЕМА повышения качества и производительности операции удаления заусенцев и облоя стоит в автомобильной промышленности довольно остро. Дело в том, что детали, получаемые из металлов методами литья, штамповки, прессования, механической обработкой, а в последнее время — из пластмасс, почти всегда имеют заусенцы, которые необходимо удалять. Операция — трудоемкая и дорогая, требует больших затрат ручного труда, что, в свою очередь, снижает производительность и качество изготовленных деталей. (Порой зачистка детали занимает больше времени и обходится дороже, чем процесс ее изготовления.)

Задача ее облегчения решается по двум направлениям: совершенствуются технологические процессы получения деталей (чтобы избежать или свести к минимуму образование заусенцев); разрабатываются новые прогрессивные инструменты и методы удаления заусенцев, позволяющие полностью механизировать и автоматизировать этот процесс.

Один из типов таких инструментов — эластичные шлифовальные, конструкция и свойства которых допускают значительное перемещение зерен от статического положения в направлении нормальной составляющей силы резания.

Эластичные инструменты не устанавливаются на определенную глубину резания, необходимые условия для работы зерен металлической, тканевой абразивной или алмазной ленты на эластичной подложке создаются, как правило, путем ее предварительного (статического) нагружения при креплении. При этом деформируется эластичное основание инструмента, прижимаемого к обрабатываемой поверхности.

Такие инструменты имеют высокие стойкость и работоспособность, повышают производительность, могут работать долгое время без охлаждения и смазки, самоочищаются. Но их главное достоинство — возможность изготовления на неспециализированных заводах и использования на стандартном оборудовании (сверлильных, фрезерных, шлифовальных и других станках).

Шлифовальные эластичные инструменты широко применяются за рубежом. Производят их и в нашей стране. В частности, в Новгородском политехническом институте разработано несколько их видов.

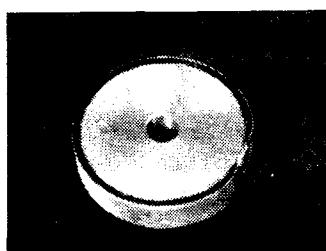


Рис. 1

Рис. 3



www.booksite.ru

На рис. 1, например, показан эластичный шлифовальный круг для снятия заусенцев с мелких пластмассовых деталей. Его внутренняя часть выполнена из пластмассы или алюминия, промежуточный слой — из пористой резины, наружный — из металлической алмазной ленты, которая привулканизирована к тонкой прослойке из теплостойкой резины, предотвращающей разрушение соединяющего отдельные слои клея.

Второй такой круг (рис. 2) также состоит из алюминиевого корпуса, по перipherии которого наклеена резиновая прослойка, но металлическая абразивная лента крепится по-другому — при помощи трех планок (имеют в сечении чечевицеобразную форму), которые соединены с корпусом двумя винтами. (Регулируя их затяжку, изменяют натяжение ленты.) Винты контрятся гайками, доступ к которым обеспечивается через окна в корпусе круга. На таком круге целесообразно применять именно металлическую абразивную ленту, имеющую, по сравнению с абразивной лентой на тканевой основе, большую износостойкость и меньшее удлинение.

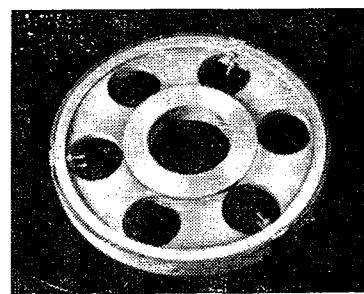


Рис. 2

Эластичный шлифовальный круг (рис. 3) с центробежным регулятором также состоит из алюминиевого корпуса, покрытого по окружности слоем резины для придания инструменту упругости в радиальном направлении. В корпусе размещены зажимное устройство эксцентрикового типа, позволяющее быстро менять ленту, и центробежный регулятор ее натяжения. Последний обеспечивает значительный диапазон регулирования натяжения абразивной ленты на

тканевой основе, обладающей способностью растягиваться, особенно при использовании СОЖ в процессе работы.

Для зачистки и снятия фасок с цилиндрических деталей предназначен инструмент (рис. 4), который применяется вместо резцовых головок. В отличие от них, он более стойкий, и качество обработки им выше. Это достигается благодаря собственной упругости лепестков из металлической абразивной ленты, укрепленных между корпусом и внутренним конусом. Лепестки хорошо копируют форму детали, поэтому не требу-

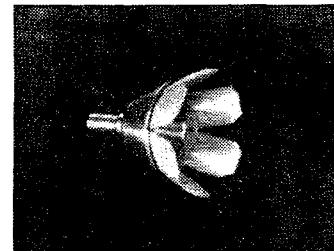


Рис. 4

ется высокой точности их ориентации во время обработки.

Для зачистки отверстий и пазов разработана шарошка, показанная на рис. 5. Она включает цилиндрический корпус 1, на который по спирали намотана узкая металлическая алмазная лента 4.

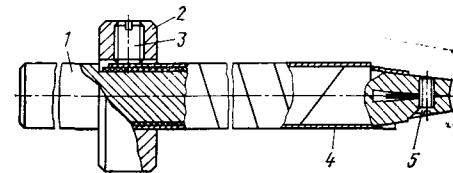


Рис. 5

Одним концом ее закрепляют в прорези корпуса винтом 5, а другим — в стопорном кольце 2 винтом 3. Эластичность инструменту придает либо упругость самой навивки, либо резиновая трубка, надеваемая на корпус перед навивкой ленты.

Для обработки деталей, имеющих пазы, применяется также комбинированный шлифовальный круг (рис. 6). Его основой служит эластичный круг, на торцах которого крепятся два тонких отрезных алмазных круга 1. Диаметр

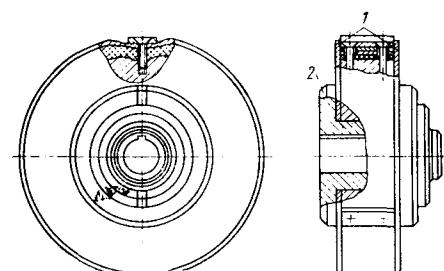


Рис. 6

эластичного круга немногим больше, чем диаметр отрезных кругов, что позволяет ему деформироваться при работе. Отрезные круги, в свою очередь, могут перемещаться в осевом направлении (благодаря упругому основанию). Возникающие при этом колебания способствуют их самоочистке и обеспечивают равную стойкость всему устройству. Монтируется эластичный круг на оправке 2.

При использовании эластичных ин-

струментов рекомендуются следующие режимы: при обработке с охлаждением — скорость резания 20—30, без охлаждения — 10—12, а с применением воздушного охлаждения (за счет отсосной вентиляции) — 15—18 м/с.

Проведенные исследования показали большую эффективность применения эластичных инструментов для удаления заусенцев с различных металлических и пластмассовых деталей, таких, например, как штампованные облицовки радиатор-

ров, коленчатые и распределительные валы после их восстановления, детали оперения автомобиля, дверей и др.

Применение инструментов рассмотренных конструкций позволяет сократить в 1,5—2 раза расходы на операции снятия заусенцев, зачистки и существенно повысить качество обработки.

**В. А. ЩЕГОЛЕВ, С. В. ГУДИЛОВ**  
Новгородский политехнический  
институт

## ЗА РУБЕЖОМ

УДК 629.113.002 (436)

### АВТОМОБИЛЬНАЯ ТЕХНИКА АВСТРИИ

**В** МОСКВЕ состоялась выставка «Современная промышленная техника Австрии», на которой среди прочих экспонатов демонстрировались автомобили и автомобильные двигатели, в том числе и новых моделей.

Так, фирма «Штайр-Даймлер-Пух» показала магистральный седельный тягач мод. 1291.310/6×4, рассчитанный на полную массу автопоезда 38 т. К его особенностям относятся: интегральная кабина с верхним спальным отсеком, крыша которой одновременно служит объемным обтекателем; оригинальная балансирная подвеска задних мостов; 16-ступенчатая коробка передач и, самое главное, модернизированный дизель «Штайр-WD 615.68» с турбонаддувом и охлаждением наддувочного воздуха. Этот двигатель — шестицилиндровый рядный, рабочим объемом 9726 см<sup>3</sup>, со степенью сжатия, равной 16, — развивает мощность (по DIN) 225 кВт<sup>1</sup> при частоте вращения коленчатого вала 2200 мин<sup>-1</sup> и крутящий момент 1250 Н·м при 1300 мин<sup>-1</sup> (см. внешнюю скоростную характеристику, показанную на рис. 1).

По сравнению с базовым ДВС — 6ЧН 12,6/13 мощностью 206 кВт с промежуточным охладителем — у модернизированного дизеля на 200 мин<sup>-1</sup> уменьшена номинальная частота вращения коленчатого вала и значительно повышено давление наддува. Среднее эффективное давление цикла достигает 1,61 МПа. Воздухо-воздушный охладитель расположен перед радиатором и понижает температуру наддувочного воздуха на 80 К. Среди иных показателей модернизированного дизеля «Штайр» следует

<sup>1</sup> Цифровые данные приводятся по фирменным рекламным проспектам.

особо выделить высокие коэффициент приспособляемости (1,29) и литровую мощность (23,2 кВт/л), низкие удельные массу двигателя (3,7 кг/кВт) и расход топлива (минимальный при полной нагрузке — 197 г/кВт·ч). Расход моторного масла на угар составляет 0,2—0,3% расхода топлива, замена масла производится через 20 тыс. км пробега тягача. Кроме того, двигатель отличается низким уровнем токсичности отработавших газов. Об этом говорит тот факт, что содержание окиси углерода, углеводородов и окислов азота в его отработавших газах равно соответственно 1,0; 0,38 и 13,8 г/кВт·ч, что составляет 7, 11 и 71% норм, установленных Правилами R49 ЕЭК ООН. Выбросы сажи, определенные по методике R24 ЕЭК ООН, также ниже регламентируемых уровней: на режимах номинальной мощности и максимального крутящего момента — соответственно 0,8 и 1,5 ед. Бош (т. е. 26 и 42% норм).

Итак, по заявлению фирмы, ей удалось разрешить противоречие между топливной экономичностью и токсичностью отработавших газов дизеля. Достигнуто это известными мерами — совершенствованием процессов смесеобразования и топливоподачи. В частности, изменениям подверглись камера сгорания (горизонтальная, открытая, расположена в днище поршня) и впускные каналы (создают закрутку заряда). Применены новые форсунки с шестирычажными распылителями, причем каналы последних расположены с переменным шагом и под разными углами к оси корпуса. (Такое конструктивное решение значительно повышает требования к точности сборки форсунки и ее установки на двигатель.) Наряду с повышением до 100 МПа давления впрыскивания (на выходе из ТНВД — 80 МПа), оптимизирован закон топливоподачи: процесс впрыскивания сокращен по времени и имеет резкое окончание. Отметим, что топливно-экономические и экологические показатели дизеля «Штайр-WD 615.68» достигнуты без применения дорогостоящей электронной системы управления топливной аппаратурой, хотя многие зарубежные эксперты считали нормы R49 ЕЭК ООН, которые получат силу стандарта в странах Западной Европы с 1988 г., не выполнимыми без использования электроники.

Как сообщает зарубежная печать, автопоезд полной массой 38 т, состоящий из тягача «Штайр-1291.310/4×2» и полуприцепа высотой 3,9 м, при движении по типичному магистральному маршруту

ту TIR расходует топлива в среднем 31—32 л/100 км. По уровню шума в кабине (74 дБА) при скорости 80 км/ч тягач хотя и отвечает требованиям ISO 362, но уступает лучшим аналогам некоторых фирм: например, у итальянского тягача «Івеко Турбостар-190.33» этот параметр равен 70.

Кстати, при оценке характеристик новых автомобилей «Штайр» серии 310 нужно учитывать сравнительно небольшие объемы их выпуска (около 1,5 тыс. шт. в год) и высокую себестоимость производства.

Помимо ДВС для грузовых автомобилей и тракторов фирма «Штайр-Даймлер-Пух» демонстрировала свой новый быстроходный дизель мод. M16TC, предназначенный для легковых автомобилей. Его техническая характеристика такова: рядный, 6ЧН 8,5/9,4, рабочий объем — 3200 см<sup>3</sup>, охлаждение — жидкостное, максимальные мощность (105 кВт по DIN) и крутящий момент (300 Н·м) развиваются при частотах вращения коленчатого вала соответственно 4300 и 2300 мин<sup>-1</sup>. К особенностям данного дизеля относятся непосредственное впрыскивание топлива при помощи насос-форсунок (давление впрыскивания — до 130 МПа), микропроцессорная система управления топливоподачей (по жесткой программе, которая корректируется в течение 15—20 мин для каждого серийного ДВС на специальном стенде) и капсулирование верхней части двигателя. Все это, как считает фирма, обеспечит новому дизелю соответствие требованиям 90-х годов по топливной экономичности, токсичности отработавших газов и уровню шума. Добавим, что двигатель мод. M16TC — первый из нового семейства «Штайр-M1», которое будет включать трех-, четырех- и шестицилиндровые дизели мощностью от 37 до 132 кВт как в обычном, так и турбонаддувном исполнениях, в том числе с охлаждением наддувочного воздуха.

Небольшая фирма «Реформверке Бауэр» показала на выставке многоцелевой полноприводный автомобиль «Мули-600» (рис. 2), который предназначен для эк-

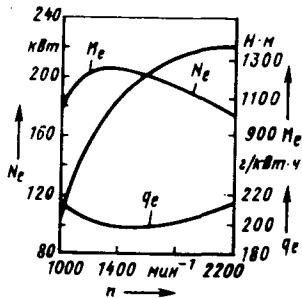


Рис. 1



Рис. 2

сплуатации в сельском и коммунальном хозяйствах. АТС оснащается четырехцилиндровым дизелем «Перкинс-4.2032» английского производства и восьмиступенчатой (с демультипликатором) реверсивной коробкой передач ZF. Последняя обеспечивает автомобилю диапазон рабочих скоростей от 2,4 до 30 км/ч. Мощность двигателя — 41,5 кВт (по D1N) при 2250 мин<sup>-1</sup>, а максимальный крутящий момент — 209 Н·м при 1400 мин<sup>-1</sup> (при этой же частоте вращения коленчатого вала наблюдается и наименьший удельный расход топлива — 230 г/кВт·ч). Несущая система автомобиля состоит из хребтовой рамы и двух подрамников, к одному из которых крепятся силовой агрегат, передний мост (на листовых рессорах) и кабина, а к другому — различные кузова или специальные установки. Карданные валы, соединяющие мосты с раздаточной коробкой (последняя интегрирована с коробкой передач), расположены внутри трубчатой хребтовой рамы. Оба моста — порталного типа, т. е. помимо центральных редукторов имеют бортовые зубчатые передачи, что обеспечивает автомобилю большой (385 мм) дорожный просвет. Подвеска переднего моста — зависимая, зад-

ний не имеет ее вовсе, т. е. жестко прикреплен к раме.

В принципе «Мули-600» классифицируется как автомобиль только благодаря его компоновке. По другим же конструктивным признакам его скорее можно отнести к самоходным шасси. Даже рулевое управление на нем применено гидростатическое, тракторного типа. Поэтому максимальная скорость «Мули-600» в исполнении для рынков ФРГ, Франции и Швейцарии согласно нормативным документам, действующим в этих странах, ограничена 25 км/ч. (Дело в том, что при высоких скоростях движения проявляется главный недостаток гидростатических систем рулевого управления — так называемый «дрейф руля», который ухудшает управляемость транспортного средства. Но при малых скоростях движения и особенно в условиях бездорожья такая система облегчает управление.) Что касается кабины рассматриваемого АТС, то по компоновке она вполне автомобильная, двухместная, изготовлена из стали и имеет силовой каркас, сваренный из коробчатых профилей. Двери и задняя стена легко снимаются. Для доступа к двигателю, который расположен под полом кабинны,

ее передняя пластмассовая панель сделана подъемной.

Фирма «Реформверке Бауэр» в год выпускает 300 шасси мод. «Мули-600» в двух исполнениях: с колесными базами, равными 2475 и 3075 мм, и соответственно массами в снаряженном состоянии — 1720 и 1740 кг. Полная масса АТС составляет 5200 кг. По заказу шасси комплектуются сменными кузовами и специальными установками. Для привода последних в редукторе заднего моста имеется вал отбора мощности. Применяется «Мули-600» обычно в качестве кормораздатчика, разбрасывателя удобрений, сеноподборщика, машин для очистки улиц и уборки снега, самосвала и т. п. Благодаря приводу на все колеса с блокируемыми дифференциалами, большому клиренсу, специальными широкопрофильными шинами (11,5/80-15,3 или 15,0/55-17) и низкому расположению центра тяжести «Мули-600» отличается высокой проходимостью и способностью работать на крутых склонах.

В. Г. ТАРАКАНОВ



## РЕФЕРАТЫ ДЕПОНИРОВАННЫХ СТАТЕЙ

УДК 621.43.001.4

Новый способ ускоренной приработки ДВС. Варшавский М. З.; Ред. ж: «Автомобильная промышленность»: — М., 1985.—15 с.: ил. — Библиогр. 9 назв. — Рус. — Деп. в НИИНавтопроме 11 декабря 1985 г., № 1285-ап.

Рассмотрен способ ускоренной приработки ДВС в нестационарном режиме. Произведен динамический расчет работы ДВС в нестационарном режиме со знакопеременной нагрузкой. Построены графики изменения загрузочных режимов приработки, предложена методика назначения ее оптимальных режимов. Приведена структурная схема системы автоматического управления приработкой ДВС в неустановившемся режиме. Отмечен достигаемый положительный эффект.

УДК 621.43.001.4: 620.1.05: 001.891.573

Оптимальное по расходу топлива управление стендом для приработки ДВС. Варшавский М. З.; Ред. ж. «Автомобильная промышленность»: — М., 1985.—17 с.: ил. — Библиогр. 6 назв. — Рус. — Деп. в НИИНавтопроме 11 декабря 1985 г., № 1286-ап.

Произведена оптимизация по расходу топлива автоматизированной системы «стенд-двигатель» на основе принципа максимума Л. С. Понtryгина. Рассмотрена универсальная матема-

тическая модель системы «стенд-двигатель». Приведена структурная схема всей системы регулирования.

УДК 629.113-592.3

Автомобильные тормозные приводы с использованием электрической энергии. Попов А. И., Гуревич Л. В.; Ред. ж. «Автомобильная промышленность»: — М., 1986.—38 с.: ил. — Библиогр. 27 назв. — Рус. — Деп. в НИИНавтопроме 27 марта 1986 г., № 1332-ап.

Проведен анализ существующих автомобильных приводов, в которых используется электрическая энергия. Рассмотрены электромеханические, электрогидравлические и электропневматические тормозные приводы.

Показано, что наибольшими перспективами, с точки зрения оснащения длиннобазных и многозвездных автотранспортных средств, обладает электропневматический привод (ЭПП). Приведена систематизация известных ЭПП. Установлено, что только электронное управление позволяет создать быстродействующий ЭПП с хорошим следящим действием и автоматическим регулированием тормозных сил, который позволяет обеспечить устойчивое и эффективное торможение автопоездов. Рассмотрен ряд схем ЭПП с электронным управлением.

Технический редактор Е. П. Смирнова

Художественный редактор А. С. Вершинкин

Корректор Т. В. Багдасарян

Сдано в набор 06.08.86.  
T-15425.

Усл. печ. л. 5,0.

Усл. кр.-отт. 6,0.

Формат 60×90<sup>1/8</sup>  
Уч.-изд. л. 8,58

Подписано в печать 24.09.86.

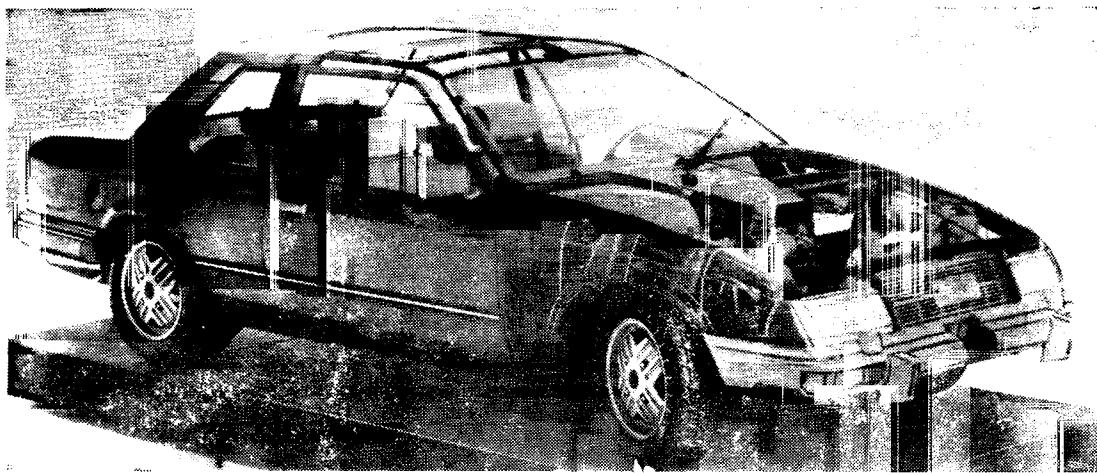
Печать высокая

Зак. 314

Адрес редакции: 103012, Москва, К-12, пр. Сапунова, д. 13, 4-й этаж, ком. 424 и 427 Тел.: 228-48-62 и 298-89-18

Подольский филиал ПО «Периодика» Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли, 142110, г. Подольск, ул. Кирова, 25

**Более чем 250 узлов этого автомобиля  
улучшают как его работу,  
так и экономичность**



**Все они сделаны  
из «материалов будущего»  
фирмы «Дюпон»**

Вместе со своими советскими партнерами фирма «Дюпон де Немур» представляет широкий набор своих материалов и услуг для автомобильной промышленности на выставке и симпозиуме, которые состоятся в гостинице «Космос», Москва, с 28 по 31 октября 1986 г.



Адрес: «Дюпон де Немур», Представительство, Покровский бульвар, 4/17, кв. 26. Телефон 207-65-03  
В/О «Внешторгреклама»

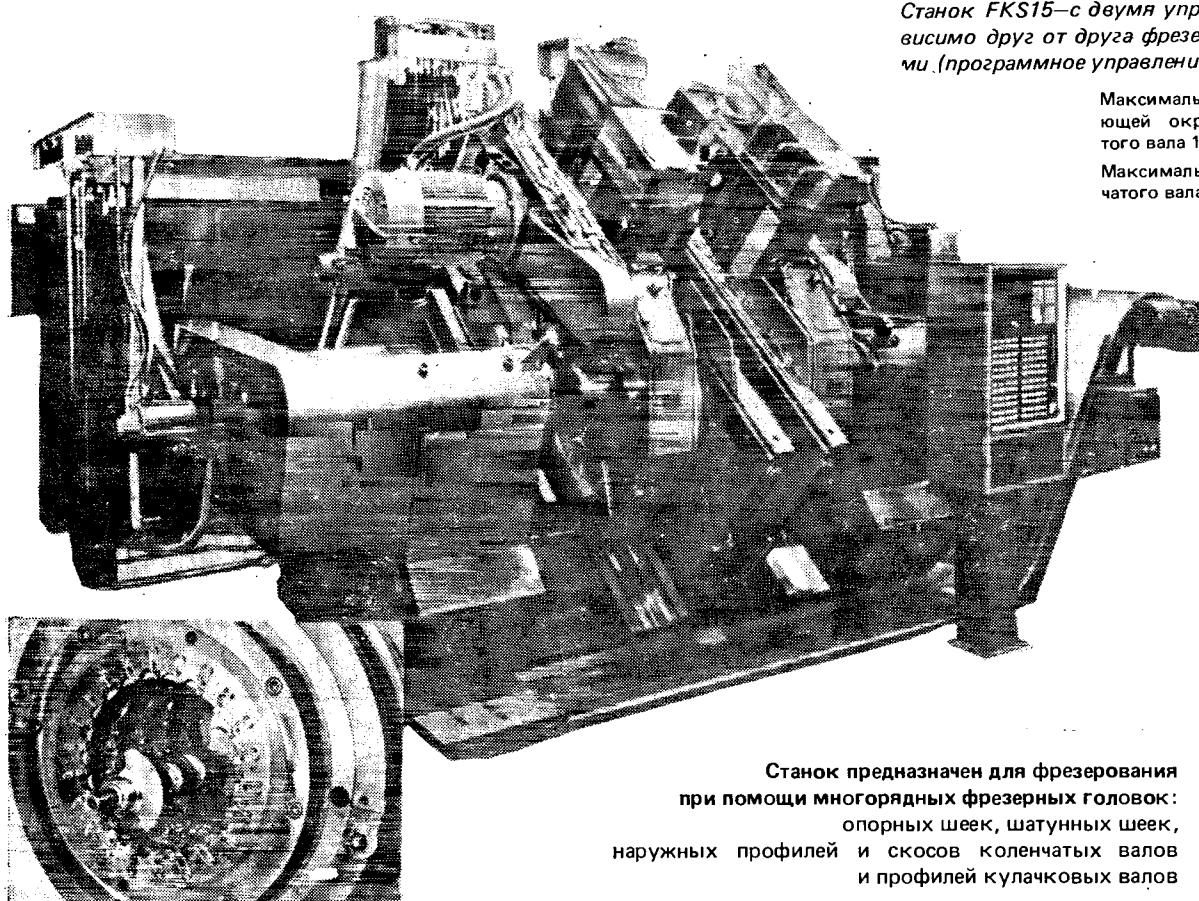
## Новые разработки



# Фрезерный станок с программным управлением FKS 15 для обработки коленчатых валов

ДЛЯ ЕДИНИЧНОГО И МАССОВОГО ПРОИЗВОДСТВА ТРЕХ-, ШЕСТИОПОРНЫХ КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ  
ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

**Преимущества:** Установка и жесткое закрепление коленчатого вала с помощью центрирующего зажимного патрона и люнетов  
Простое программирование с помощью перфоленты или клавиатуры  
Возможность автоматической корректировки размеров фрезеруемой площади в процессе фрезерования  
Минимальная предварительная обработка коленчатого вала (отсутствие операции чернового шлифования)



Станок FKS15—с двумя управляемыми независимо друг от друга фрезерными суппортаами (программное управление по шести осям)

Максимальная длина огибающей окружности коленчатого вала 190 мм

Максимальная длина коленчатого вала 900 мм

Станок предназначен для фрезерования  
при помощи многорядных фрезерных головок:  
опорных шеек, шатунных шеек,  
наружных профилей и скосов коленчатых валов  
и профилей кулачковых валов



Gesellschaft für Fertigungstechnik und Maschinenbau Gesellschaft m.b.H.  
Ennser Strasse 14 Telefon (07252) 623110 A — 4403 Steyr, Austria

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