

# АВТОМОБИЛЬНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ



10 / 1992

М О С М А Т И К

М О С М А Т И С

Совместное предприятие акционерного общества Сименс  
и производственного объединения "МОСКВИЧ"

Предлагаем комплекс услуг по  
универсальным системам автоматизации  
семейства SIMATIC S5 фирмы **SIEMENS**



Наш адрес:

109316, Москва, Волгоградский пр-т, 42

Телефон: 276-87-51, Факс: 276-87-61,

Телекс: 411 333 AZLK SU.

# АВТОМОБИЛЬНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

ежемесячный  
научно-технический  
журнал

Издается с мая 1930 года  
Москва · Машиностроение

10 / 1992

УЧРЕДИТЕЛИ: А/О «Автосельхозмаш-холдинг»  
Департамент автомобильной промышленности Министерства промышленности РФ

## ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 629.113.504.06

### ГОСУДАРСТВЕННАЯ ИННОВАЦИОННАЯ ПРОГРАММА «ЭКОАВТО»

Г. И. МАРШАЛКИН  
Ассоциация «Автоэлектронсистема»

Цифры, характеризующие уровни загрязнения воздуха в крупных городах, публикуются в последние годы все чаще и становятся все тревожнее. Например, из общего количества выбросов токсичных компонентов в атмосферу на долю автотранспорта, по данным Государственного комитета санитарно-эпидемиологического надзора, в среднем по городам России приходится более 50 %, в том числе в Екатеринбурге — 61, Краснодаре — 76, Москве — 72, Санкт-Петербурге — 59 % и т. д.

Существенное влияние на количество выбрасываемых автотранспортом вредных веществ в отработавших газах оказывают и такие факторы, как состояние дорог, организация движения транспорта, оснащенность служб сервиса и диагностики, качество ГСМ и т. д.

По прогнозам, парк автотранспортных средств в России к 2000 г. должен возрасти в 1,3—1,5 раза. Увеличится количество вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу, и, если не принять срочных и действенных мер, то экологическая ситуация еще больше осложнится.

Большая работа, направленная на снижение негативного воздействия автомобиля на человека

и окружающую среду, проводится за рубежом. Она включает комплекс организационных, технических, экономических и законодательных мер, действующих по всему циклу — от создания автомобильной техники до ее эксплуатации.

Продуманная в государственном масштабе система финансовой поддержки работ по обеспечению установленных норм токсичности и безопасности в сочетании с неуклонно ужесточающимся экологическим законодательством действует, например, в США. Благодаря ей суммарный выброс вредных веществ в атмосферу автомобильным парком этой страны с 1975 г. снижен вдвое, а шумовое воздействие на окружающую среду в городах — на 10—15 %.

Есть аналогичные государственные комплексные программы и в других странах. Так что сейчас можно уже говорить не об отдельных случаях, а об устойчивой тенденции: экологичность АТС стала одной из наиболее существенных проблем развития мирового автомобилестроения.

Постепенно вырабатываются и пути решения этой проблемы. Таких путей много. Ниже будет рассмотрен один из них — электронизация автомобильного транспорта.

Современные автомобили, выпускаемые ведущими зарубежными фирмами, отличаются высоким уровнем применения электронных систем управления, систем автоматизированного контроля АТС, а также обеспечения водителя информацией о техническом состоянии двигателя, тормозов, подвески и других агрегатов.

Работы ведутся многими иностранными фирмами, причем не эпизодически, а в рамках крупных и дорогостоящих научно-технических программ.

Так, только один четырехлетний этап (1989—1992 гг.) предварительной разработки западно-европейской программы «Прометей», участниками которой являются ведущие фирмы Великобритании, Италии, ФРГ, Франции и Швеции, обойдется промышленности и правительствам этих стран примерно в 450 млн. долл.

Повышенным вниманием к экологической обстановке и ужесточением норм на токсичные выбросы объясняется проведение шведской фирмой «Скания» научно-исследовательских работ в области охраны окружающей среды от вредного воздействия на нее отработавших газов автомобильных двигателей. По данным фирмы, ограничение выбросов токсичных компонентов может быть достигнуто комплексом мероприятий, в том числе и за счет применения электронных систем управления. «Скания» была первой среди европейских фирм, оборудовавшая в 1987 г. двигатель электронной системой впрыска топлива. Спустя два года ее грузовой автомобиль получил приз — «Грузовой автомобиль 1989 г.» и прежде всего — за экологическую чистоту, во многом обеспеченную электроникой.

В связи с необходимостью стабилизации, а затем и оздоровления экологической обстановки в нашей стране, повышения безопасности и экономичности автомобильной техники предприятия автомобильной промышленности в течение последних 10 лет, наряду с другими мерами, предпринимали усилия по созданию и организации производства бортовых электронных систем управления отдельными агрегатами и автомобилем в целом. Однако достичь кардинальных результатов, к сожалению, не удалось. Причин тому много, но главных из них три. Во-первых, в автомобилестроительной отрасли не было научно-производственной базы по разработке и массовому выпуску электронных систем управления и их компонентов. Для того чтобы ее создать, требовались инвестиции в объеме 3—4 млрд. руб., которые из государственного бюджета направить не удалось. Во-вторых, действовавшие в стране экономический и финансовый механизмы, отсутствие экологического законодательства не стимулировали работы по созданию и выпуску более экологически чистых, экономичных и безопасных автомобилей. В-третьих, специфика структуры ВПК не позволяла использовать для решения этой проблемы потенциал предприятий оборонных отраслей: элементную базу, производственные мощности и высококвалифицированных специалистов.

Критическое состояние экологической обстановки в отдельных регионах и промышленных центрах России, широкие возможности автомобильной электроники в решении проблемы создания экологически чистых и безопасных автомобилей предопределили необходимость разработки и реализации Государственной инновационной программы снижения вредного воздействия на человека и окружающую среду автомобильной техники, повышения ее безопасности и конкурентоспособности на базе широкого применения электронных систем управления и организации сети их сервисного обслуживания («Экоавто»).

Концепция программы «Экоавто» разработана многоотраслевой хозяйственной ассоциацией «Автоэлектронсистема», объединяющей около 100 предприятий и организаций автомобильной, элек-

тронной, радиотехнической, авиационной, судостроительной и других отраслей промышленности, в том числе такие объединения, как «АвтоВАЗ», «ГАЗ», «ЗИЛ», АО «КамАЗ», «Москвич», СЭПО, «Ижмех», НПО «НАМИ», «Автоэлектроника», а также ряд вузов (МАМИ, МЭИ и др.). Заинтересованное участие в разработке концепции приняли, кроме того, специалисты ряда министерств Российской Федерации — промышленности, транспорта, экономики, финансов, экологии и природных ресурсов, науки, высшей школы и технической политики.

Концепция основана на максимальном и экономически целесообразном для участников работ использовании научно-технического, производственно-технологического и кадрового потенциала как автомобильных заводов, так и предприятий оборонного комплекса; создании принципиально нового механизма комбинированного финансирования работ при существенно меньшей доле бюджетных средств, формировании фонда финансирования программы за счет средств республиканского и местного бюджетов, привлекаемых средств акционеров и банков.

Концепция учитывает необходимость системы лицензирования коммерческой деятельности предприятий и служб сервиса; сертификации автомобильной техники; использования опыта деятельности в этой области зарубежных фирм.

Цель государственной инновационной программы «Экоавто», определенная концепцией, — улучшение экологических характеристик за счет широкого внедрения электронных систем управления двигателем и другими агрегатами автомобиля, антитоксичных устройств, средств информации, контроля и диагностирования, обеспечение на этой основе стабилизации и последующего снижения вредного воздействия автомобильной техники на человека и окружающую среду.

Чтобы достичь поставленной цели, необходимо решить как минимум шесть весьма сложных задач.

Первая: создание новых моделей автомобилей с высокими потребительскими качествами, оснащенных многофункциональными электронными системами управления, в том числе микропроцессорными системами управления силовым агрегатом (двигателем и трансмиссией) и устройствами нейтрализации отработавших газов (их применение должно к 2000 г. снизить количество вредных выбросов в 3,5 раза и потребление топлива на 15—20 %); системами управления АТС и их движением (агрегатами шасси, трансмиссии, подвески и соблюдения дистанции, антиблокировочных систем и др.), что позволит уменьшить на 12—15 % количество дорожно-транспортных происшествий; информационными, контрольно-диагностическими системами и системами комфорта, позволяющими повысить безопасность и долговечность автомобильной техники, улучшить условия работы водителя.

Решению этой задачи во многом способствовала бы реализация общегосударственной программы «Высокоскоростной экологически чистый транспорт», или «Эко-2000» (см. «АП», 1992 г., № 2 и 4).

Вторая: модернизация находящейся в эксплуатации и производстве автомобильной техники средствами электроники за счет широкого внед-

рения уже разработанных электронных систем (таких, например, как бесконтактная система зажигания и система управления карбюратором). По экспертным оценкам, применение только этих систем позволит снизить к 2000 г. объем вредных выбросов на легковых автомобилях на 870 тыс. т в год и обеспечить экономию топлива около 300 тыс. т, а на грузовых автомобилях — соответственно 1360 и 1100 тыс. т.

Третья: разработка и введение в действие механизма финансового обеспечения работ и экономического стимулирования участников программы создания, производства и эксплуатации автомобилей с электронными системами управления.

Четвертая: привлечение высококвалифицированных специалистов оборонных предприятий, мощности которых высвобождаются в связи с конверсией, к разработке, серийному производству и техническому обслуживанию автомобильных электронных систем управления и их компонентов.

Пятая: создание оснащенной приборами контроля и диагностики разветвленной сети технического обслуживания автомобилей с электронными системами управления и внедрение системы контроля качества автомобильной техники в эксплуатацию.

Шестая: подготовка специалистов в области автоэлектроники для ее разработки, производства, эксплуатации, а также сервисного обслуживания.

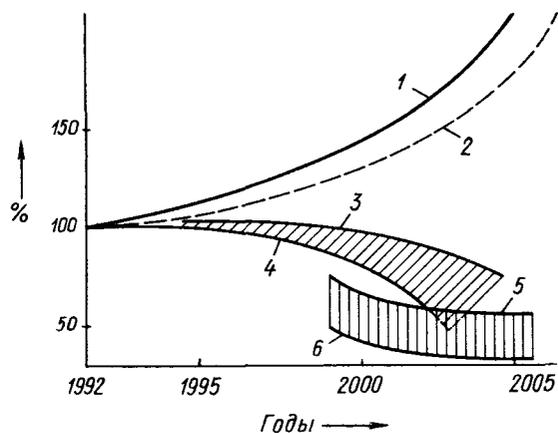
Основные направления Государственной инновационной программы «Экоавто» отражены в «Комплексной межотраслевой программе электронизации автомобильной техники на 1991—1995 гг. и на период до 2000 г.», которая разработана ассоциацией «Автоэлектронсистема» и определяет номенклатуру, объемы выпуска, сроки разработок и освоения изделий автомобильной электроники, исполнителей.

В то же время программа «Экоавто», в отличие от «Комплексной межотраслевой программы», предусматривает комплекс работ по действующему автомобильному парку, а главное — экономический механизм ее реализации.

Финансовое обеспечение стартового периода программы «Экоавто» будет осуществляться без привлечения значительных бюджетных ассигнований, а ее выполнение в полном объеме предусматривается за счет формирования целевого инновационного фонда ассоциации «Автоэлектронсистема», основное назначение которого — финансирование наукоемких разработок электронных систем управления для новых моделей автомобилей, подготовки их производства и организации сети сервисного обслуживания.

Главным источником фонда должны стать поступления за счет освобождения от налогов той доли прибыли основных участников программы (производители автомобильной техники и комплектующих изделий, предприятия сервисного обслуживания и автотранспортные предприятия), которая направляется на выполнение данной программы. Эта доля должна быть согласована с Минфином РФ.

В инновационный фонд целесообразно отчислять часть бюджетных средств конверсионного фонда в соответствии с экономическими результатами обеспечения занятости на предприятиях



ВПК (по согласованию с правительством РФ), а также часть средств федерального и территориальных внебюджетных экологических фондов (по согласованию с Минэкологии и природных ресурсов РФ).

Прогноз изменения экологической ситуации в России (за 100% взят уровень 1992 г.), связанной с влиянием автотранспорта, показан на рисунке. Из него видно, что в случае неконтролируемого развития производства и эксплуатации автомобильного транспорта кривая 1 уровня токсичного воздействия автомобиля неуклонно поднимается вверх, и к началу следующего века этот уровень в городах и промышленных центрах России может увеличиться более чем в 2 раза. Если ограничиться чисто организационными мерами (до разумных пределов снизить сроки службы автомобилей, улучшить контроль за их техническим состоянием и качеством ГСМ, а также организовать движение транспорта), то кривая 2 тоже пойдет вверх, но не так стремительно. И только в случае реализации комплексной программы, включающей наряду с другими мерами, такими, как совершенствование конструкций двигателей, улучшение качества ГСМ, проведение работ по электронизации автомобильной техники (в действующем парке и новых моделях), можно добиться улучшения экологической ситуации (зона ограничена кривыми 3 и 4) и даже, хотя и в далекой перспективе, выйти на уровень западных стран (зона ограничена кривыми 5 и 6).

Общие затраты (до 2000 г.) на реализацию Государственной инновационной программы «Экоавто» составят (в ценах 1991 г.), по экспертным оценкам, 9—10 млрд. руб. При этом ассоциация «Автоэлектронсистема», располагая значительным интеллектуальным, техническим и производственным потенциалом, в том числе и за счет входящих в нее конверсионных предприятий оборонного комплекса, способна обеспечить до 60% затрат. Кроме того, реализация программы только за счет уменьшения затрат на восстановление здоровья людей и экологию окружающей среды позволит сэкономить 11—12 млрд. руб., а также более 4 млн. т топлива.

Таким образом, решение задач, определенных программой, — это прежде всего стабилизация и даже уменьшение на 20—30% в течение 3—4 лет негативного экологического воздействия всего автомобильного парка. Но в то же время — это и существенное повышение безопасности автомобильной техники, качественно новый уровень ее сервисного обслуживания. Предложенный же ею механизм ресурсного и финансового обеспечения,

отвечающий рыночному типу экономики, создает условия для взаимовыгодных экономических отношений всех ее участников, в том числе государства.

УДК 658.52.011.56.012.3

## ГИБКАЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ. ВЫБОР СТРАТЕГИИ<sup>1</sup>

(В порядке обсуждения)

Канд. техн. наук В. Ф. РЖЕВСКИЙ  
НИИТавтопром

Многие считают, что гибкая автоматизация — своего рода панацея на все случаи жизни. Однако при этом упускается из виду, что гибкость с технической точки зрения не что иное, как быстрая переналаживаемость. Отсюда вывод: если, например, гибкую линию применить для изготовления одной детали в массовом производстве, то она будет просто более дорогой «жесткой» линией. Значит, ее нужно применять там, где идет частая смена изготавливаемых деталей.

Между тем производство с многономенклатурной программой выпуска в силу его дискретного характера и весьма большого разнообразия производственных ситуаций и требуемых управляющих воздействий долгое время значительно отставало по уровню автоматизации от других видов производства. Лишь в последнее время появились технологические комплексы оборудования нового типа — гибкие производственные системы (ГПС), обеспечивающие возможность быстрого запуска в производство деталей новых и одновременного изготовления деталей нескольких наименований при высоком уровне автоматизации, приближающемся к безлюдной технологии.

Рассмотрим эту проблему подробнее. Однако прежде — несколько общих соображений.

Как уже говорилось, гибкость — способность к переналадке, т. е. к обработке однотипных деталей определенной номенклатуры. Эта способность обусловлена резервами системы (например, по вычислительным возможностям мощности оборудования и др.). Их увеличивают путем добавления в ГПС устройств компенсации количественной неравномерности выполнения производственной программы, а также накопительных устройств, которые сглаживают количественные колебания структуры заказов и среднесуточного сдвига начала работы. Количественно мера гибкости ГПС оценивается по отношению затрат на переналадку к амортизационным отчислениям при работе до переналадки.

Из сказанного выше следует, видимо, сформулировать главные отраслевые концепции в подходах к автоматизации производства.

В основу концепции гибких автоматических и автоматизированных систем должно быть положено применение принципов, характерных для массового поточного производства, доработанных для условий мелкосерийного и серийного производства. В таких системах автоматизируются почти все операции: загрузка и разгрузка де-

В рамках программы решается и такая важная задача, как занятость населения: обеспечиваются работой более 100 тыс. работников конверсионных предприятий.

талей; обработка деталей по заданной программе, которая может быть легко изменена или откорректирована; смена инструментов и материалов; контроль параметров в ходе обработки и окончательный контроль после обработки и сборки; транспортирование; хранение, накопление и перемещение деталей от одного станка к другому; удаление отходов производства; управление работой всей системы при помощи средств программного обеспечения (управление оборудованием, сборкой и переработкой информации, диагностированием, оперативно-календарным планированием и др.).

ГПС должны обеспечивать: автоматическое изготовление деталей; быструю автоматизированную переналадку при переходе на обработку другой детали в соответствии с характеристиками и технологическими возможностями оборудования; повышение производительности труда в 3—5 раз и более, снижение себестоимости продукции; улучшение качества и надежности деталей; увеличение съема продукции с единицы оборудования и производственной площади; ускорение оборачиваемости оборотных средств; высвобождение трудовых ресурсов; продолжительность работы 24 ч в сутки и не менее 8000 ч в год.

ГПС состоит из одного или нескольких гибких производственных комплексов, связанных с автоматизированной системой управления производством, транспортно-складской автоматизированной системой.

Элементарной единицей ГПС является гибкий производственный модуль (ГПМ), состоящий из единицы технологического оборудования, которое оснащено автоматизированными устройствами программного управления и средствами автоматизации технологического процесса, функционирует автономно, осуществляет многократные циклы, способно встраиваться в систему более высокого уровня.

Созданию ГПС предшествует определенная подготовительная работа: сбор информации об обрабатываемых изделиях и организационных формах предприятия, проводимый в соответствии с разработанным и утвержденным техническим заданием; разработка нового технологического процесса с учетом перспективы развития предприятия и выбор площадей и производственных потоков; определение необходимых технических средств и принципов оптимизации построения технологических обрабатывающих, информационно-вычислительных, транспортных и складских комплексов; разработка функциональной технологической и информационной ГПС или интегрированного производственного комплекса; разработка локальных вычислительных сетей; дифференцирование перечня решаемых задач и распределение их по уровням управления; разработка алгоритмического и программного обеспечения с учетом взаимодействия всех систем управления; разработка специального технологического оснащения оборудования и устройств для работы

в автоматическом режиме, способных перестраиваться в зависимости от группы деталей.

Организациям и предприятиям, разрабатывающим ГПС на основе действующего оборудования, предстоит провести определенную работу по автоматизации операций смены инструмента и деталей, удаления отходов, контроля инструмента, деталей, параметров технологического процесса, диагностирования оборудования. Таким образом, построение станочных систем зависит от решаемых производственных задач. На базе станков с ЧПУ и обрабатывающих центров в мелкосерийном и серийном производствах можно комплектовать автоматические станочные системы высокой производительности, способные перенастраиваться при малых потерях времени и обеспечивающие экономичную обработку деталей. В настоящее время развитие технологического оборудования характеризуется совершенствованием конструкций станков путем оснащения их комбинированными системами ЧПУ (типа CNC и DNC); использования в приводах главного движения и механизмах подачи двигателей постоянного тока, обладающих широкими диапазонами регулирования и высокими динамическими качествами характеристик, и двигателей переменного тока с регулированием по частоте; повышения скоростей перемещений до 10—12 м/мин; сокращения времени автоматической смены инструментов до 3—5 с; применения устройств механизированных зажима инструмента, загрузки заготовок.

Уже при разработке технического задания на ГПС, предназначенную для изготовления деталей автомобильной техники, вероятно, в первую очередь следует оценивать, как эта ГПС изменит организационно-технический уровень всего производства, а не отдельных его участков, и как это отразится на эффективности работы предприятия в целом. Такая оценка может привести к выводу (и чаще всего приводит), что экономически более выгодным будет решение, сочетающее, как сказано выше, автоматизированную и неавтоматизированную части производства в рамках единой системы. В таком случае речь придется вести о внедрении ГПС лишь на ключевых для выпуска конечной продукции участках. Но здесь сразу же возникает проблема синхронизации работы ГПС и остального производства. Правда, если ГПС, причем меньшей, но достаточной для производства производительности вводятся на участках поэтапно, то «недобор» эффективности уменьшается. Разумеется, при условии, что очередная подобная подсистема служит решению задачи комплексной организационно-технической реконструкции предприятия в целом.

Высказанные соображения оспорить трудно. Но все это, так сказать, теория. На практике же нужно знать, какие участки следует считать ключевыми, чтобы с них и начинать внедрение ГПС. Ответ на вопрос дает разработанная Минстанкопромом совместно с Центральным экономико-математическим институтом (ЦЭМИ) «Методика технико-экономического обоснования области применения рациональной гибкой автоматизации и оценка ее эффективности». Эта разработка имеет межотраслевой характер и предлагает методологию системного анализа конкретного производства, определение целесообразности создания ГПС для конкретного участка и эко-

номической выгоды в результате внедрения гибкой автоматизации, т. е. объясняет, что, где, как делать, чтобы иметь наибольший эффект. Особенность методики состоит в том, что при ее помощи уже на предпроектной стадии можно «проиграть» все возможные варианты использования ГПС, оценить каждый из них, выбрать наиболее приемлемый для данных условий и принять наиболее рациональную стратегию поэтапного внедрения ГПС.

Однако ГПС — лишь одна сторона производства. Для таких систем нужна и соответствующая им передовая технология, а также прогрессивный современный инструмент, оснастка, причем в необходимых количествах. Таким образом, внедрению гибкой автоматизации должны предшествовать отказ от стереотипов, перестройка и развитие инструментального производства, подъем его технической базы на новый качественный уровень. А только на зарубежных технологиях и оборудовании проблему, очевидно, не решить. Хотя надо прямо сказать, многие специалисты отрасли к зарубежному привыкли: в последние десять лет новые цехи, заводы во многом оснащались импортными оборудованием и технологиями. Опыт же отечественных машиностроительных заводов изучался мало. Во всяком случае, в беседах о внедрении научно-технических достижений в производство, в частности об использовании ГПС для механической обработки различных деталей, часто приходилось слышать: «У нас ГПС нет, а если где и есть, то они неработоспособны».

Таков стереотип мышления. Хотя понятно: опыт создания и внедрения отечественных ГПС есть. И его нужно изучать, причем незамедлительно. Ведь чтобы создать что-то совершенно свое, отраслевое, надо знать, что уже сделано другими, и делать лучше, чем сделано ими.

Ввиду того, что мнения специалистов о целесообразности создания ГПС были порой полярными, разное было и отношение к самой идее, причем чаще — отрицательное. В итоге министерству предписывалось создать столько-то ГПС, а оно, в свою очередь, «спускало» разрядку предприятиям. В результате большая часть ГПС, включенная в плановый перечень, не имела экономической обоснованной платформы. И это не волновало заводы: в оборудовании они вкладывали не свои, не хозрасчетные средства, а выделяемые центром. Если бы работа шла на началах самофинансирования, вряд ли какой-либо завод решился заказывать ГПС без экономических обоснований, включать в системы, как это зачастую было, неотработанные станки и агрегаты. Теперь же, когда самофинансирование стало фактом, многие технические руководители заводов по отношению к ГПС «включили тормоза», полагая, что проблема вскоре исчезнет сама собой. А пока «подаренные» для ГПС станки они приспособляют к автономной, без средств автоматизации, работе.

Проблема не столь безобидна, как кажется на первый взгляд. Потому что с прекращением поиска и принятием более простых решений замедляется и рост квалификации кадров. Значит, через несколько лет нам снова придется наверстывать упущенное и «догонять». С другой стороны, чтобы избежать просчетов и неудач при внедрении ГПС в автомобильное производ-

во, надо четко представлять, какие потенциальные преимущества заложены в их идее и какими средствами они могут быть реализованы с наибольшей отдачей.

Следует отметить, что понимание всех этих проблем постепенно пробивает себе дорогу. В частности, уже появились правильные подходы к внедрению гибкой технологии. Есть и первые попытки их реализации. Они, например, видны на ВАЗе в проектах технического перевооружения цехов оснастки металлургического производства и цеха изготовления средств автоматизации и механизации оборудования (в том числе роботов). ГПС позволит здесь обрабатывать группы деталей мелкосерийного производства широкой номенклатуры и при этом вести обработку с произвольно изменяющейся последовательностью, передавать технологические функции со станка на станок в случае выхода из строя одного из них или его ремонта, а главное, осуществлять в соответствии с требованиями производства быструю переналадку для перехода на выпуск деталей новой номенклатуры без существенных затрат.

Опыт ВАЗа подтверждает мысль, высказанную выше: эффективность автоматизации зависит не только от совершенства технических средств, но и от правильности выбора области, где она осуществляется.

Вместе с тем ориентироваться только на гибкие системы при техническом перевооружении производства, даже если это выгодно с точки зрения

применения этих систем, сегодня нереально. Без накопленного опыта в мир сплошной автоматизации не перейти. Нужна определенная последовательность в насыщении производства средствами механизации и автоматизации: станки с ЧПУ; обрабатывающие центры; на их основе — гибкие модули и участки, управляемые от ЭВМ, как ячейки будущих ГПС.

К такой последовательности побуждает не только недостаток отработанных элементов ГПС, но и недостаток специалистов, способных квалифицированно и эффективно их обслуживать, т. е. специалистов по электронике, точной механике и прецизионному приводу.

Чтобы быстрее решить проблемы автоматизации, нужно, думается, в рамках отрасли развивать производство средств механизации, автоматизации и изготовление прогрессивного технологического оборудования автоматического действия на базе накопленного опыта. Существующие структура и организация производства технологического оборудования в отрасли не способствуют полному раскрытию созданных производственных мощностей и технического потенциала в системе собственного станкостроения. Поэтому для значительного увеличения объемов выпуска прогрессивного оборудования целесообразно создание самостоятельных хозрасчетных станкостроительных подразделений (фирм; акционерных, арендных предприятий; кооперативов; арендных цехов, участков) при заводах отрасли.

## КОНСТРУКЦИИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

УДК 629.114.5-593

### РЕКУПЕРАТОРЫ ЭНЕРГИИ НА ГОРОДСКИХ АВТОБУСАХ

Канд. техн. наук В. Ю. ДУБРОВИН  
МАДИ

Необходимость повышения топливной экономичности и экологической чистоты автомобильного транспорта сегодня очевидна. И потому эта задача, пока сохраняются традиционные двигатели внутреннего сгорания, решается в направлении совершенствования рабочих процессов самого двигателя, трансмиссии, улучшения массогабаритных параметров, снижения сопротивления движению автомобиля. Кроме того, достижению тех же целей может служить и рекуперация энергии, обычно теряемой в тормозах.

Идея рекуперации известна давно, однако ее практическое воплощение стало возможным только в последнее время. Поэтому ею сейчас занимаются многие, особенно применительно к маршрутным городским автобусам, поскольку они работают с частыми остановками.

Исследования перспектив и сравнительная оценка различных типов рекуператоров проводились в 1990—1991 гг. специалистами МАДИ, МАМИ, МАСИ и НАМИ в соответствии с научной

программой «Высокоскоростной экологически чистый транспорт». Занимались этим в рамках программы, в частности, была разработана математическая модель автобуса, оснащенная рекуператором с маховиком. По ней на ЭВМ были проведены расчетные исследования работы силового агрегата городского автобуса типа

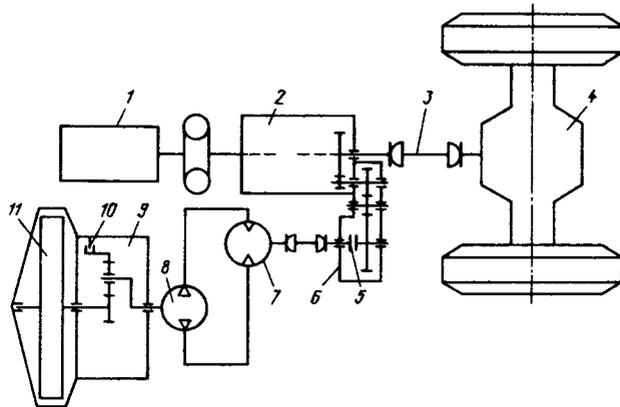


Рис. 1. Схема силового агрегата с рекуператором:

1 — дизель; 2 — гидромеханическая коробка передач; 3 — карданная передача; 4 — главная передача; 5 — фрикционная муфта; 6 — дополнительная передача; 7 и 8 — регулируемые гидромашинны; 9 — планетарный редуктор; 10 — фрикционная муфта; 11 — маховик

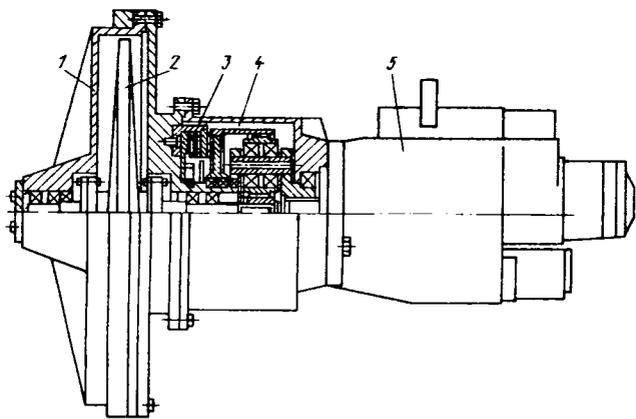


Рис. 2. Конструкция рекуператора:  
1 — кожух накопителя; 2 — маховик; 3 — фрикционная муфта;  
4 — планетарный редуктор; 5 — гидромашинка

ЛиАЗ-5256 в условиях испытательного городского ездового цикла, который достаточно полно отражает условия эксплуатации автобусов. Масса автобуса принималась с учетом реальной загруженности автобусов такого типа (16 т), продолжительность остановок — 20 с.

Предварительные расчеты показали, что в тормозах теряется до 50 % энергии, переданной на ведущие колеса автобуса, причем на величину этих потерь степень совершенства базового силового агрегата АТС не влияет. Значит, рекуператор будет экономить топливо на любом автобусе, а экономия зависит в основном от КПД рекуператора и рабочего цикла. Дополнительным резервом экономии может служить выключение двигателя на режимах холостого хода при движении автобуса накатом, торможениях и на остановах, так как запас энергии в рекуператоре способен обеспечить работу вспомогательного оборудования (генератора, масляных насосов и т. п.) в эти периоды.

После сравнения различных типов и схем рекуператоров предпочтение отдано маховичковому накопителю с однопоточной гидрообъемной передачей. Он и образовал вместе с ДВС комбинированную энергетическую установку, схема которой показана на рис. 1.

Основные достоинства данной установки: простота размещения ее на автобусе (без значительных изменений базового силового агрегата), небольшие габаритные размеры и масса, непродолжительные периоды работы гидрообъемной передачи, что увеличивает срок ее эксплуатации.

Энергия в рекуператоре накапливается при торможении автобуса, разгон которого может выполняться либо при совместной (параллельной), либо при раздельной (последовательной) работе ДВС и рекуператора. После разрядки последнего до заранее установленного минимума автобус движется только за счет работы двигателя.

Изучение условий разгона и торможения в реальных условиях показало: на этих этапах целесообразно автоматическое управление трансмиссией рекуператора, но с сохранением для водителя возможности влиять на динамику движения. Такое управление обеспечивает высокий КПД рекуператора, а также оптимальные разгон и торможение автобуса. Это повышает комфорт пассажиров и в то же время сохраняет контроль человека над «поведением» автоматики.

Проведенные расчеты позволили выявить также влияние различных конструктивных параметров силового агрегата и условий движения на топливную экономичность и среднюю скорость автобуса в городском цикле, что дало возможность выбрать рациональные значения угловой скорости и момента инерции маховика, передаточных чисел механической передачи, т. е. данные, необходимые при разработке конструкции маховичкового рекуператора.

В выбранной конструкции рекуператора применены (рис. 2) регулируемые аксиально-поршневые гидромашинки максимальной мощностью 130 кВт. Маховик массой 35 кг может накопить энергию 790 кДж при частоте вращения до 12000 мин<sup>-1</sup>. Однако в условиях эксплуатации автобуса частота вращения маховика не будет превышать 8500 мин<sup>-1</sup>. Общая масса рекуператора, по расчетам, не должна быть больше 350 кг.

Расчеты также показали, что рекуператор, работая совместно с ДВС, только при разгонах автобуса экономит 13—15 % топлива. При этом средняя скорость автобуса увеличивается на 2—5 %, а время разгона до скорости 45 км/ч составляет 15 с, что на 2 с меньше, чем у прототипа. В условиях эксплуатации это позволит больше времени использовать режимы частичных нагрузок ДВС без ухудшения динамики движения и таким образом уменьшить километровые (путевые) расходы топлива или устанавливать на автобусы двигатели меньшей на 20—30 кВт (27,2—40,8 л. с.) мощности.

Как и следовало ожидать, при расчетах была выявлена существенная зависимость эффективности рекуператора от степени разрядки маховика. А это, в свою очередь, позволило предложить оптимальный способ управления его работой, обеспечивающий поддержание минимальной угловой скорости маховика в заданном диапазоне.

Для сравнения данного рекуператора с зарубежными аналогами была рассчитана топливная экономичность автобусов при движении по условному «трапецевидному» испытательному циклу (разгон с максимально возможным ускорением до скорости 40 км/ч, движение с постоянной скоростью и торможение с постоянным замедлением). В результате выявлено, что с увеличением числа остановок топливная экономичность увеличивается довольно плавно. Так, на маршруте между первой и четвертой остановками она повысилась примерно на 2 %. Тогда как испытания зарубежных городских автобусов (фирм МАН и «Вольво») с рекуператорами показали: у первого на маршруте с четырьмя остановками топливная экономичность ухудшилась на 7 % (с 25 до 18 %), у второго этот показатель между началом движения и второй остановкой довольно резко (до 19 %) возрос, между второй и четвертой увеличился только с 19 до 25 %, а между четвертой и пятой — всего на 5 % (до 30 %). При этом следует отметить, что масса рекуператора на автобусе «Вольво» составляла 600, на автобусе МАН — 400 кг (только гидропневматического накопителя). Предлагаемая же модель рекуператора имеет меньшую массу, проще в изготовлении и должна обеспечивать экономию топлива, близкую к обеспечиваемой зарубежными аналогами.

# АККУМУЛЯТОРНЫЕ СИЛОВЫЕ УСТАНОВКИ ЦИКЛОВ СТИРЛИНГА И РЕНКИНА

М. А. МАЛИНИН

Как известно, топливная универсальность («всеядность») — важнейшее достоинство силовых установок с двигателями внешнего сгорания циклов Стирлинга и Ренкина. Для них, можно сказать, безразлично, от какого источника нагревается рабочее тело: от теплоты, выделяемой при химических реакциях сгорания топлива, например, или от энергии, накопленной в тепловом аккумуляторе.

Первый вариант нагрева рабочего тела изучен достаточно полно. Что же касается второго, то он в литературе освещен явно недостаточно, поэтому сказанное ниже, думается, должно представлять определенный интерес для тех, кто занимается силовыми, в том числе автомобильными, установками.

Тепловые аккумуляторы. Таким термином можно назвать всякую аккумуляторную систему, отдающую при разряде энергию в виде теплоты и допускающую повторный заряд путем нагрева без замены компонентов. Данная система включает, как минимум, внешнюю теплоизоляцию, теплоемкое заполнение, силовую несущую конструкцию, устройства для нагрева и контроля зарядного уровня, теплообменник для съема энергии, причем некоторые из перечисленных компонентов могут выполнять несколько функций одновременно. И с точки зрения конструкции системы, предназначенные для установок циклов Стирлинга и Ренкина, отличаются лишь устройствами теплообменников для съема энергии: во-первых, это, как правило, тепловая

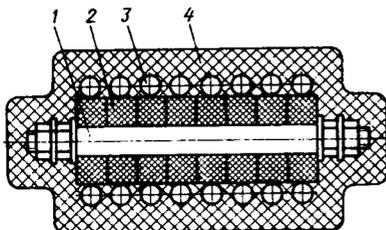


Рис. 1. Сечение аккумулятора с твердым наполнителем для установки цикла Ренкина:

1 — зарядный электронагреватель; 2 — теплоаккумулирующее заполнение; 3 — теплообменник парогенератора; 4 — теплоизоляция

трубка для подвода энергии к нагреваемой головке двигателя, во-вторых, трубчатые теплообменники, выполняющие функцию парогенератора. Причем и тех и других аккумуляторов известно достаточно много. Хотя, если их проанализировать, оказывается, что с точки зрения теплоаккумулирующего заполнения (претерпевает ли оно в пределах цикла «заряд — разряд» изменение своего агрегатного состояния) есть всего два типа — со стабильным («остывающие») и изменяющимся («латентные») агрегатным состоянием. Рассмотрим их.

«Остывающие» аккумуляторы могут иметь либо твердый, либо жидкий теплоаккумулирующий наполнитель. В обоих случаях основными факторами, определяющими их удельную энергоемкость, являются верхняя рабочая температура и теплоемкость наполнителя. При этом у большинства твердых веществ с повышением температуры удельная теплоемкость несколько возрастает, что соответственно ведет к росту (по закону, близкому к линейному) удельной энергоемкости. Предел такого роста ограничивается только термической стойкостью конструкционных материалов и возможностью создания соответствующей теплоизоляции. Иными словами, аккумуляторы с твердым наполнителем (рис. 1) без ухудшения эксплуатационной надежности допускают использование наиболее высоких, по сравнению с аккумуляторами прочих типов, зарядных температур. Например, аккумулятор с наполнителем на основе корунда при верхней зарядной температуре 1000 К (730 °С) обеспечивает в составе установки цикла Ренкина удельную энергоемкость до 200 Вт·ч/кг, а при 1200 К (930 °С) — до 300 Вт·ч/кг (объемная энергоемкость — соответственно 700 и 1000 Вт·ч/дм<sup>3</sup>). Время заряда теплового аккумулятора с твердым наполнителем определяется максимально допустимой мощ-

ностью нагревателя и допустимым уровнем температурных напряжений в материале заполнения. Если использовать электронагреватели обычных типов, это время, в зависимости от энергоемкости аккумулятора, составляет до 1 ч и более. Кстати, наглядным ориентиром для оценки стоимости и надежности теплового аккумулятора с твердым наполнителем могут служить муфельные электропечи: они эксплуатируются в сходном режиме и содержат все основные компоненты аккумулятора за исключением теплообменника для съема энергии.

Реалии же пока иные. Для транспортных установок цикла Ренкина сейчас наиболее отрабатанными можно считать аккумуляторы не с твердым, а с жидким наполнителем типа «стальной баллон — вода»: они на железнодорожном транспорте, например, проработали более 100 лет. И это понятно:

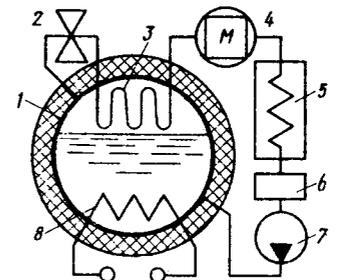


Рис. 2. Схема установки цикла Ренкина с аккумулятором типа «баллон — вода»: 1 — теплоизолированный баллон; 2 — дроссель; 3 — пароперегреватель; 4 — двигатель; 5 — конденсатор; 6 — накопительный бак; 7 — насос; 8 — зарядный электронагреватель

такие аккумуляторы абсолютно надежны, имеют неограниченный (в пределах ресурса транспортного средства) срок службы; позволяют реализовать простейшую схему паросиловой установки (рис. 2), поскольку теплоаккумулирующий наполнитель в данном случае одновременно служит и рабочим телом для двигателя.

Удельная энергоемкость тепловых аккумуляторов с водяным наполнением, в зависимости от формы и габаритных размеров баллонов, составляет 100—180 Вт·ч/кг, а объемная — 50—150 Вт·ч/дм<sup>3</sup>. Максимум удельной энергоемкости, обусловленный допустимыми напряжениями в металле баллона, достигается при температуре примерно 650 К (380 °С),

чему соответствует давление  $\sim 22,5$  МПа ( $225$  кгс/см<sup>2</sup>). Важное их достоинство — весьма малое (минуты) время заряда.

В установках цикла Ренкина могут применяться и другие жидкие заполнители, допускающие быстрый заряд. Причем есть и высокотемпературные теплоносители, которые обеспечивают создание аккумуляторов, эквивалентных водяному по энергоёмкости, но не требующих баллона высокого давления (схема такой установки не отличается от схемы при аккумуляторе с твердым наполнением).

Для «латентных» тепловых аккумуляторов (рис. 3), как сказано выше, характерно то, что в пределах разрядного цикла их теплоаккумулирующий заполнитель претерпевает изменение агрегатного состояния (фазовый переход), а это всегда сопровождается скачкообразным ростом удельной энергоёмкости при температуре, соответствующей такому переходу. Больше всего, судя по публикациям, продвинулись работы по аккумуляторам, где используется фазовый переход «плавление — кристаллизация». Причина ясна: такие аккумуляторы способны обеспечить изотермический отвод теплоты при разрядке и обладают наивысшей достигнутой на сегодня удельной энергоёмкостью (экспериментально подтверждено: до  $1,5$  кВт·ч/кг).

На пути создания тепловых аккумуляторов типа «плавление — кристаллизация», пригодных для массового использования, есть две основные трудности. Во-первых, значительная коррозионная активность большинства перспективных, с точки зрения удельной энергоёмкости, веществ в жидкой фазе и, как следствие, — проблема совместности конструкционных материалов и теплоаккумулирующего заполнителя. Во-вторых, многие перспективные теплоаккумулирующие вещества при изменении агрегатного состояния значительно (на 30 % и более) изменяют свой удельный объем, а это — возможность появления напряжений в несущих элементах конструкции, образования раковин в слое настыли, влекущего ухудшение поверхностного теплообмена. И, как

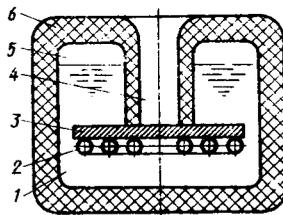


Рис. 3. Латентный аккумулятор установки цикла Ренкина, заряжаемый концентрированным солнечным излучением:

1 — солевой расплав; 2 — теплообменник парогенератора; 3 — светопоглощающая мишень; 4 — колодец светоприемника; 5 — инертный газ (компенсатор объема); 6 — теплоизоляция

следствие, сокращение срока службы зарядных электронагревателей.

Отдельного рассмотрения заслуживают паросиловые установки с абсорбционными аккумуляторами, применяемыми на транспорте практически с тех же пор, что и аккумуляторы типа «стальной баллон — вода».

Абсорбционный аккумулятор в первоначальном варианте представлял собой бак, наполненный нагретым концентрированным раствором абсорбента (натриевая щелочь), внутри него был помещен баллон с водой. Вода в баллоне превращалась в пар, от которого и работал паровой двигатель. Затем пар возвращался в бак с абсорбентом, выделяющаяся при его поглощении теплота обеспечивала поддержание номинального температурного режима аккумулятора. Достигнутая удельная энергоёмкость последнего —  $120$  Вт·ч/кг.

Недостатки подобной схемы — значительный расход энергии на зарядку и необходимость регенерации компонентов аккумулятора вне пределов установки. Однако приведенный пример служит наглядной иллюстрацией того, что при работе аккумуляторной установки с двигателем внешнего сгорания отвод теплоты в окружающую среду отнюдь не является неизбежной необходимостью. Соответственно и термический КПД далеко не всегда определяет КПД подобной установки. Так, в случае утилизации пара, образующегося при регенерации абсорбента, КПД аккумулялирования в вышеприведенном примере мог быть приближен к единице.

Более поздние работы по совершенствованию аккумулято-

ров абсорбционного типа охватывают практически весь спектр известных комплексов «рабочий агент — абсорбент», однако существенно повысить энергоёмкость и преодолеть указанные выше недостатки подобных систем до сего дня не удалось.

Таковы возможные тепловые аккумуляторные системы. Что-бы оценить их эффективность, воспользуемся методом сравнения.

Выполненные к настоящему времени двигатели автомобильных силовых установок цикла Стирлинга имеют примерно на четверть более высокий эффективный КПД, чем автомобильные же паровые двигатели установок цикла Ренкина. Это, однако, в значительной мере достигается за счет существенно более высокой верхней рабочей температуры двигателей Стирлинга. Но в установках цикла

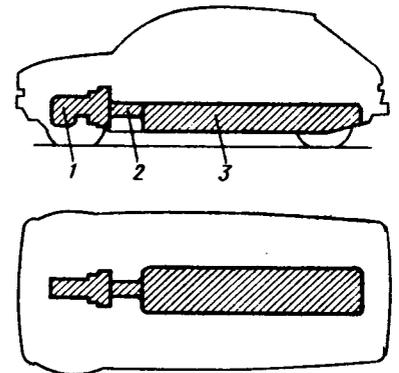


Рис. 4. Компоновка автомобиля с латентным тепловым аккумулятором: 1 — двигатель Стирлинга; 2 — тепловая трубка; 3 — аккумулятор

Ренкина при освоенном диапазоне температур достигается более глубокая разрядка теплового аккумулятора, чем в установках цикла Стирлинга (с соответствующим приращением — также примерно на четверть — удельной энергоёмкости).

Как следствие, с позиций эффективной энергоёмкости (по запасу энергии на выходном валу двигателя на единицу массы аккумулятора) аккумуляторные установки циклов Стирлинга и Ренкина оказываются эквивалентными. Их эффективный запас энергии на выходном валу двигателя в несколько раз больше полезной энергоёмкости используемых ныне на транспорте систем «электрохимический аккумулятор — электродвигатель».

| Модель АТС | Предполагаемое распределение масс, кг (%) |               |             |                   | Удельный расход энергии в цикле, Вт·ч/(т·км) | Пробег на одну зарядку, км, с аккумулятором типа |              |              |
|------------|---|---------------|-------------|-------------------|--|--|--------------|--------------|
|            | полная масса                              | полезный груз | аккумулятор | снаряженная масса |  | баллон-вода                                      | фторид лития | гидрид лития |
| ГАЗ-24     | 1 825(100)                                | 375(20,7)     | 550(30)     | 900(49,3)         | 140  | 50   | 400          | 620          |
| УАЗ-452    | 2 690(100)                                | 800(30)       | 890(33)     | 1000(37)          | 170  | 45   | 340          | 510          |
| ЛиАЗ-677   | 13 500(100)                               | 5600(41,5)    | 3800(27)    | 4100(30,5)        | 190  | 35   | 280          | 420          |

Цепочки преобразования энергии различных аккумуляторных систем, заряжаемых от электросети, при эксплуатации по городскому циклу выглядят следующим образом: зарядное устройство (КПД — 80 %) — электрохимический аккумулятор (КПД — 40 %) — электродвигатель (КПД — 40 %). Общий КПД — 13 %. А вот как выглядит цепочка с тепловым аккумулятором: сам тепловой аккумулятор (КПД — 97 %) — двигатель цикла Ренкина (КПД — 25 %). Ее общий КПД — 24 %, т. е. почти вдвое выше. Так что выбор в пользу автомобильной установки с тепловым аккумулятором очевиден. Возникает лишь вопрос: какому из циклов следует отдать предпочтение?

Ответ на него дают следующие соображения.

Двигатели Стирлинга спустя несколько десятилетий опытно-конструкторских работ не вышли из стадии экспериментальных образцов, не удовлетворяют требованиям надежности и моторесурса. Автомобильные же паровые двигатели цикла Ренкина, имея более чем столетнюю историю эксплуатации, по этим критериям превосходят все другие типы двигателей. Можно сказать, что единственным препятствием на пути распространения аккумуляторных установок цикла Ренкина является отсутствие серийного производства пригодных к использованию на автомобилях паровых двигателей. Показателен в этом смысле пример конвертирования автомобиля «Шевроле-Вега 1977» в аккумуляторный экипаж с использованием автомобильного парового двигателя «Стенли», выпускавшегося в начале века. В ходе конвертирования не пришлось решать никаких опытно-конструкторских задач: все узлы и агрегаты силовой установки, за исключением теплового аккумулятора, были подобраны из

числа имеющихся в свободной продаже. Что касается аккумулятора, то его выполнили в виде сварного бака с жидким теплоносителем, в который погружен змеевик теплообменника-парогенератора. Итог: при массе аккумулятора 300 кг и скорости автомобиля до 100 км/ч пробег на один заряд составлял 55 км.

Результаты, как видим, соизмеримы с электромобильными. Однако следует иметь в виду, что более поздние автомобильные паровые двигатели имели вдвое лучшую экономичность, чем «Стенли» (при работе в том же диапазоне температур), т. е. с ними пробег конвертированного автомобиля составил бы 110 км на один заряд, что совсем неплохо для установки с жидким заполнителем теплового аккумулятора.

Предполагалось, что основным источником зарядки аккумулятора конвертированного автомобиля будет энергия солнца, концентрируемая стационарным параболическим рефлектором. Время зарядки при использовании рефлектора диаметром 5 м — менее 3 ч. В ходе демонстрационных заездов аккумуляторы нагревали бензиновой горелкой. Любопытно то, что автомобиль внешне не изменился, а его динамические характеристики даже улучшились.

В заключение отметим: массогабаритные характеристики двигателей Стирлинга и паровых двигателей цикла Ренкина примерно одинаковы, у обоих — благоприятно протекающая тяговая характеристика, не требующая использования трансмиссии с изменяемым передаточным отношением, т. е. позволяющая агрегатировать двигатель с главной передачей и ведущим мостом. Правда, им нужен радиатор на 50 % большей площади, чем у силовых установок с ДВС. Несколько сложнее с размещением на ав-

томобиле теплового аккумулятора. Но для маршрутного городского транспорта эта проблема разрешима: так как аккумулятор (скажем, типа «баллон — вода») допускает практически мгновенный подзаряд на конечных пунктах маршрута, то требуемая при этом энергоемкость оказывается незначительной. Расчеты показывают: силовую установку, в том числе аккумулятор, можно разместить в имеющихся на автобусах отсеках, не нарушая развесовки автобуса по осям.

Аккумуляторы с твердым заполнителем komponуются на основе общих принципов, известных из практики конструирования электромобилей. В случае использования латентных аккумуляторов типа «плавление — кристаллизация» аккумулятор стремятся размещать в наиболее защищенных при ДТП местах кузова. Примером служит компоновка переднеприводного автомобиля (рис. 4) с двигателем внешнего сгорания (в данном случае — двигателем Стирлинга), выполненная в одной из подразделений голландской фирмы «Филлипс». Удельная энергоемкость аккумулятора — 500 Вт·ч/кг; масса силовой установки, включая аккумулятор, — 260, масса автомобиля с двумя пассажирами — 1010 кг; лобовая площадь — 2,1 м<sup>2</sup>; коэффициент  $C_x=0,3$ ; разгон с места до скорости 60 км/ч — 6,4 с; пробег на одну зарядку при скорости 110 км/ч — 130 км, при 70 км/ч — 300.

Что касается возможных пробегов транспортных средств с тепловыми аккумуляторами на базе основных отечественных АТС (легковой автомобиль ГАЗ-24, развозной фургон УАЗ-452 и городской автобус ЛиАЗ-677) в соответствующих ездовых циклах, то они приведены в таблице. Пробеги рассчитаны исходя из затрат энергии на привод вспомогательных агре-

готов на уровне, характерном для проверенных в эксплуатации автомобилей с паровым прямоточным двигателем, т. е. несколько завышенном по сравнению с аккумуляторными АТС. Из таблицы видим, что силовые приводы с тепловыми аккумуляторами

реально решают главную проблему аккумуляторного транспорта — пробега на одну зарядку. Кроме того, при них сохраняется распределение масс, обеспечивающее пассивную безопасность на уровне АТС с традиционными силовыми

установками. И последнее: в случае паросиловой установки возможность использования отработанного пара двигателя снимает проблему, практически неразрешимую для электромобилей, — отопление в зимнее время.

## ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ТОРМОЗНЫХ МЕХАНИЗМОВ

*Тормозная система, как известно, относится к элементам активной безопасности, а значит, чем надежнее работают тормозные механизмы, тем эффективнее и вся тормозная система, что способствует повышению скорости движения и, в конечном итоге, производительности АТС. Поэтому особое значение при конструировании тормозных систем придается надежности, а следовательно, и износостойкости деталей и узлов тормозных механизмов. На эти параметры большое влияние оказывают температурные условия и другие факторы, присущие эксплуатации АТС, которые зависят от скорости движения, частоты торможений, интенсивности потоков и вызывают перегрев тормозных механизмов и, как следствие, растрескивание тормозных барабанов, выход из строя самих механизмов. Именно с целью предотвратить такие явления специалисты, занимающиеся разработкой тормозов, большое внимание уделяют снижению теплонагруженности тормозных механизмов, используя интенсивное охлаждение обтекающим их потоком воздуха.*

*О некоторых методах решения данного вопроса — публикуемая ниже статья.*

УДК 629.113-592-71

### Охлаждение

Д-р техн. наук А. И. ВОЛЬЧЕНКО,  
канд. техн. наук Д. А. ВОЛЬЧЕНКО, И. Н. МАСЛЯК  
Ивано-Франковский институт нефти и газа

Как известно, в колодочных тормозах барабанного типа динамические нагрузки, действующие на рабочие детали тормозных механизмов, зависят от скорости и интенсивности движения потоков автотранспортных средств, а также частоты торможений. С увеличением первых возрастают и последние. В результате возникающих деформаций и интенсивных вибраций, способствующих увеличению уровня шума и снижению усталостной прочности, повышается и тепловая нагруженность. Как показывают эксперименты, большая часть теплоты поглощается тормозным барабаном и лишь 3—5 % — фрикционными накладками. Наметившаяся же тенденция к уменьшению строительных объемов тормозных механизмов АТС резко снижает интенсивность охлаждения их рабочих деталей. Значит, при проектировании тормозных механизмов, в целях повышения эффективности торможений и стабилизации износофрикционных свойств пар трения необходимо стремиться к снижению теплона-

груженности как естественным, так и принудительным путем. При этом пары трения должны работать в интервале температур, не превышающем допустимые для используемых фрикционных материалов. В противном случае в тормозном барабане возникают термические напряжения, способствующие растрескиванию его рабочей поверхности.

Однако, чтобы правильно выбрать конструктивные элементы тормозного барабана, нужно четко знать параметры процессов нагревания и охлаждения в нем. Они описываются уравнением теплопроводности Фурье. Общий интеграл последнего для случая постоянной температуры воздуха окружающей среды представляется бесконечным рядом, члены которого — экспоненциальные, быстро убывающие функции времени. В члены ряда входят постоянные положительные возрастающие числа, которые характеризуют темп протекания процессов, зависящий от площади поверхности и ее формы, интенсивности

теплообмена, массы барабана и теплоемкости материала, из которого изготовлен барабан (ее можно выразить через физические свойства — коэффициенты теплопроводности, температуропроводности и плотности).

Таким образом, знание темпов нагревания и охлаждения поверхностей барабана позволяет количественно оценить процессы, протекающие в нем. Но для этого следует определить коэффициенты теплоотдачи (в том числе и конвекцией) от поверхностей барабана к омываемому их воздуху. Эти коэффициенты зависят от количества омываемого его поверхности воздуха, их площади и снижения температуры тормозного барабана за данный промежуток времени. Кроме того, с поверхностей барабана, накладок и колодок осуществляется и теплоотдача обтекающему их воздуху лучеиспусканием.

Количество воздуха, попадающее в тормозной механизм при движении АТС, зависит, в свою очередь, от того, каковы потери механической энергии воздушными потоками, вызванные молекулярной и турбулентной вязкостью, на пути до тормозного механизма, обусловленные силами трения, образованием вихрей в местах из-

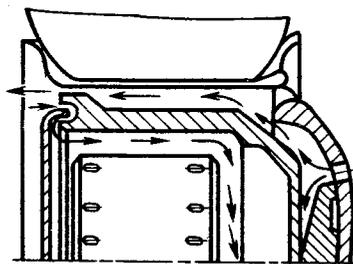
менения зазоров, преодолением подъемных сил и, наконец, неравномерностью движения воздуха при неизотермическом течении. Эти потери обусловлены сопротивлением на пути до входа в тормозной механизм, на самом его входе (в зазорах между наружной поверхностью тормозного барабана и ободом колеса; торцом барабана и тормозным диском; рабочими поверхностями барабана и накладок колодок) и выходе из него, трением о стенки тормозного диска и фланцы барабана, поверхности накладок и колодок, обода колеса, а также ускорением потока воздуха из-за его нагревания при обтекании нагретых поверхностей деталей тормоза.

Рассмотрим процессы обтекания. При движении АТС встречный поток воздуха попадает через вентиляционные отверстия диска колеса в зазор между наружной поверхностью барабана и ободом колеса. В процессе торможения наружная поверхность барабана нагревается, воздух как бы прилипает к ней и вращается, т. е. циркулирует, до тех пор, пока не нагреется. В результате его плотность уменьшается, по сравнению с плотностью воздуха, находящегося у поверхности обода колеса. Появляется разность давлений, под действием которой горячий воздух занимает место холодного воздуха (см. рисунок). При этом чем выше температура наружной поверхности тормозного барабана, тем больше перепад давлений между слоями горячего и холодного воздуха и тем быстрее происходит циркуляция воздуха у поверхностей барабана и обода колеса.

Такая же картина наблюдается при обтекании воздухом, попадающим через зазор между торцами тормозного барабана и тормозным диском, а также между рабочей поверхностью тормозного барабана и фрикционными накладками, но в последнем случае процесс циркуляции идет быстрее, поскольку обе поверхности нагреты. Происходит это, в основном, в результате образования вихрей в местах изменения зазоров. Например, зазор между рабочими поверхностями фрикционных пар изменяется следующим образом: наиболь-

ший — в средней части колодки, средний по величине — у разжимного кулака или гидродоцилиндра, наименьший — у опорного пальца. Что касается зазора между наружной поверхностью обода тормозного барабана и внутренней поверхностью обода колеса, то у него — переменное сечение, вызванное конусностью поверхности обода, наличием буртика и ребер жесткости на ней, а также конфигурацией внутренней поверхности диска колеса.

Результаты расчетов по методике<sup>1</sup> секундного объемного расхода воздуха, омывающего внутреннюю и наружную поверхности обода барабана заднего тормозного механизма автобуса в зависимости от скорости его движения, в частности



автобуса ЛАЗ-695М, свидетельствуют: количество воздуха, попадающего в зазор между фрикционными парами тормоза, составляет примерно сотую долю количества воздуха, омывающего наружную поверхность тормозного барабана; количество продольных смен воздуха за секунду между наружной поверхностью барабана и ободом колеса в среднем в 1,328 раза больше, чем между фрикционными парами тормоза (последнее объясняется тем, что тормозной барабан и обод колеса вращаются с разными линейными скоростями, способствуя захвату омывающего их воздуха, циркулирующего между фрикционными парами тормоза, в связи с чем количество продольных смен воздуха за секунду оказывается меньше, поскольку вращается только тормозной барабан, а тормозные колодки неподвижны).

Как показал расчет суммарных коэффициентов теплоотдачи конвекцией от поверхно-

<sup>1</sup> Вольченко А. И., Вольченко Д. А., Балаболин С. В. и др. Расчет и конструирование тормозных устройств. Ташкент: Мехнат, 1990. 288 с.

стей барабана заднего тормозного механизма автобуса ЛАЗ-695М в концах участков горного маршрута дороги Львов — Ужгород, в диапазоне температур 338—553 К (65—280 °С) внутренней и 323—513 К (50—240 °С) наружной поверхностей барабана они изменяются соответственно от 2,073 до 14,88 и от 5,26 до 92,76 Вт/(м<sup>2</sup>·К). При этом коэффициент теплоотдачи лучеиспусканием в упомянутых интервалах температур изменялся от 1,88 до 14,88 Вт/(м<sup>2</sup>·К) для внутренней поверхности и от 1,02 до 12,03 — для наружной. Таким образом, при включенном и выключенном тормозном механизме большая часть теплоты отводится конвекцией, а меньшая — лучеиспусканием.

Анализируя темпы нагревания обода барабана, можно сделать выводы: при циклическом режиме торможения они ниже, чем при длительном —  $4,71 \cdot 10^{-3}$  против  $(2,05—14,13) \cdot 10^{-3} \text{ с}^{-1}$ . Это объясняется наличием естественного охлаждения между торможениями, темп которого существенно меньше  $(0,5—8,0) \cdot 10^{-6} \text{ с}^{-1}$ ) по сравнению с темпом нагревания, потому что в заданном интервале температур продолжительность нагревания меньше времени охлаждения.

Рассмотрим наиболее распространенные способы и конструктивные решения интенсификации теплообмена в тормозных механизмах АТС.

Один из путей — увеличение количества омывающей их охлаждающей среды. Для этого воздушные потоки на пути до тормозного механизма организуют так, чтобы они имели минимальное сопротивление, применяя различного рода воздухозаборники с кратчайшими трактами для прохождения воздушных потоков до тормозных механизмов. Кроме того, увеличивают (а. с. 13005465, СССР) поверхность теплообмена благодаря размещению части тормозного барабана со специальным направляющим диском для воздушных потоков, расположенным со стороны фланца барабана или со стороны его свободного края, за габаритами АТС, а тормозного диска — ближе к полуосям.

В самом тормозном механизме АТС добиться существен-

ного уменьшения сопротивления движению воздушных потоков не представляется возможным — из-за его ограниченного строительного объема. Поэтому конструкции тормозного механизма в целом или его отдельных деталей должны быть турбулизаторами для проходящих через него и попутно омывающих рабочие поверхности тормоза воздушных потоков. Для этой цели можно использовать «вихревой эффект» (а.с. 1231289, СССР), изменение термодинамических параметров движущегося воздуха, применяя инжекторы, диффузоры и т.д.

Интенсифицировать теплообмен в тормозном механизме можно путем кондуктивного охлаждения его рабочих деталей, представляющего собой процесс теплопроводности, имеющий место в том случае, если между рассматриваемыми поверхностями тормоза существует температурный перепад. Эффективность этого метода увеличивается с ростом коэффициента теплопроводности материала, нарушая при этом классическую схему распределения тепловых потоков между парами трения тормоза.

Принцип реализации кондуктивного охлаждения пар трения основан на том, что вследствие разных коэффициентов теплопроводности материалов элементов тормозов и теплопроводной вставки или покрытия, включенных искусственно во фрикционную пару, большая часть теплоты поглощается теплопроводными элементами, т.е. обеспечивается ее сток от поверхностей трения. Так, на колодках устанавливают (а.с. 926402, СССР) теплопроводные накладки, имеющие возможность радиального перемещения для взаимодействия с рабочей поверхностью барабана (выполнены в виде ползуна и кинематически связаны с разжимным кулаком), либо (а.с. № 949244, СССР) теплопроводные накладки, связанные между собой теплопроводом и подключенные к теплообменнику (на крыше АТС).

Такой вид охлаждения деталей тормозных механизмов целесообразно сочетать с принудительным жидкостным. И это — одно из самых перспективных направлений, поскольку

подача охлаждающей среды в зону трения не снижает прочность поверхностных слоев пар трения; стабилизирует поверхностные температуры, коэффициенты трения и тормозные моменты; уменьшает деформации и вибрации пар трения, а также неравномерность их изнашивания.

Жидкостное охлаждение основано на термосифонном эффекте, сущность которого заключается в создании в самой жидкости подъемных сил, вызванных изменением плотности ее холодных и нагретых объемов. К разновидностям систем жидкостного охлаждения относятся испарительно-конденсационные, по принципу которых работают различного рода теплообменники, в том числе и тепловые трубки. Последние могут быть плоскими, гибкими, с любым видом перекачки (подкачки) охлаждающей жидкости и др. Внутренняя поверхность трубок — гладкая или вымощенная фитилем. Их заполняют жидкостью (вода, аммиак, метиловый спирт, жидкий металл и др.), затем трубки вакуумируют и герметизируют, формируя при этом холодную и горячую зоны.

Работает такая трубка следующим образом. При подводе теплоты к горячей зоне жидкость превращается в пар, который конденсируется в холодной зоне, а затем возвращается или по фитилю передается в горячую зону. Таким образом, в тепловой трубке происходит циркуляция жидкости.

Если в АТС, оснащенных колочными тормозами барабанного типа, имеются свободные строительные объемы, можно использовать эффект «тепловой трубы», как это сделано в самоохлаждающемся тормозном барабане по а.с. 690210, СССР: по всей рабочей поверхности барабана предусмотрена камера, которую заполняют охлаждающей жидкостью. С наружной стороны рабочей поверхности барабана эта камера при помощи впускных и выпускных клапанов соединена по ширине и периметру трубопроводами. А между тормозной колодкой и фрикционной накладкой устанавливают цилиндрические (а.с. 398792, СССР) и зигзагообразные (а.с. 413307, СССР) трубки.

Кроме того, для повышения эффективности торможения тормозные колодки также могут быть самоохлаждающимися. Для этого в них могут выполняться камеры как ближе к наружной стороне ребер (а.с. № 444020, СССР), так и между ребрами колодок (а.с. 444021, 477270, 488950 и 593030, СССР). Камеры заполняются жидкостью, которая при повышении давления через предохранительные клапаны в основаниях колодок и отверстия в накладках поступает к фрикционным накладкам. В конструкции камеры по а.с. 477270, СССР предусмотрены разделяющие перегородки, облицованные теплоизоляционным материалом, а клапаны размещают в каждой секции и регулируют на разное давление. Можно в камере колодки применить теплообменник, у которого охлаждающие жидкости имеют разную теплопоглощающую способность (а.с. № 488950, СССР). Для эффективного охлаждения трущихся поверхностей накладок над предохранительным клапаном устанавливают пористую вставку заподлицо с поверхностью (а.с. 593030, СССР).

Как показали эксперименты и теоретические исследования тепловых режимов нагружения самоохлаждающихся тормозных колодок, установленных в задних тормозных механизмах автобуса ЛАЗ-695М, коэффициенты теплоотдачи от их наружных стенок достигают 50—75 Вт/(м<sup>2</sup>·К).

Однако рассмотренные конструкции тормозных колодок имеют недостаток: необходимо своевременно пополнять запас охлаждающей жидкости. Этого недостатка лишены конструкции, предложенные специалистами Ивано-Франковского института нефти и газа. В частности, в решении, защищенном а.с. 662767, СССР, предусмотрена полая теплопроводная накладка, установленная в средней части колодки и через специальные каналы соединенная с пустотелыми ребрами. В тормозной колодке теплопроводное ребро выполнено за одно целое с ее основанием и располагается по диагонали, камера же заполнена пористым наполнителем и охлаждающей жидкостью, а реб-

ра колодки имеют развитую поверхность (а. с. 1143908, СССР). По а. с. 1038655, СССР, накладки к основанию колодки крепятся полыми винтами с теплопроводными головками, служащими тепловыми трубками. Торцы реборд тормозной колодки (изготовлены из мягкого теплопроводного материала) через каналы соединяются с камерой, а накладку располагают между ребордами.

Весьма прогрессивное решение — применение выносных тепловых трубок, соединенных с колодками тормозных механизмов, что позволяет оперативно управлять количеством теплоты, генерируемой на трущихся поверхностях тормоза, и тем самым поддерживать на них температуры в установленных пределах.

Не менее эффективное средство — устанавливаемые в средней части колодок теплопроводные накладки со стержнями, погруженными в охлаждающую жидкость теплоизолированных камер колодок, которые (а. с. 545794, СССР) через трубопроводы подключают к тепловой трубке клапанного типа (крепятся тепловые трубки на кожухе полуоси заднего моста АТС). В конструкции системы охлаждения по а. с. 832162, СССР, для более интенсивного охлаждения к стержню присоединена дугообразная пластина, а камеры колодок через трубопроводы подключены к ступенчато-изогнутой тепловой трубке, заполненной неконденсирующимся газом. В решении

по а. с. 1010340, СССР, камера тормозной колодки разделена на две полости, которые трубопроводом в тормозном диске связаны с теплообменником, имеющим развитую поверхность теплообмена. Система охлаждения по а. с. 1013646, СССР, отличается от предыдущей тем, что стержень снабжен блоком теплоотводящих пластин, а камеры колодок при помощи трубопроводов подключены к сильфонной тепловой трубке, смонтированной на тормозном диске. В системе охлаждения (а. с. 761768, СССР) тепловая трубка выполнена в виде тора, укрепленного в тормозном диске, а охладитель находится в нижней части тора. Теплоотводящие накладки подпружинены относительно основания колодки и соединены гибкими трубопроводами с тором.

Таким образом, для повышения эффективности торможения АТС при проектировании тормозных механизмов, в частности, тормозных барабанов, следует учитывать не только темп их охлаждения, но и темп нагревания; совершенствовать методики расчета жидкостного охлаждения деталей тормозных механизмов с целью интенсификации их теплообмена; использовать в тормозных механизмах самоохлаждающиеся тормозные барабаны, а также колодки, которые способны поглощать 20—25 % общего количества теплоты, генерируемой на поверхностях трения тормоза.

мозных механизмов легковых автомобилей ГАЗ, ВАЗ и т. д.

Так, сейчас на автомобилях ГАЗ-24-10 устанавливают уплотнительное кольцо 24-10-3501051 (рис. 1) круглого сечения, кольцо 2101-3502051 — в колесных цилиндрах задних тормозных механизмов автомобилей ВАЗ, манжету 403-3505033 — в колесных цилиндрах задних тормозных механизмов автомобиля АЗЛК-2141. При этом и газовские, и вазовские уплотнительные кольца изготавливают из резиновой смеси 51-1524, манжета 403-3505033 — из смеси 7-2462. Все они рассчитаны на работу с тормозными жидкостями «Нева» или «Томь».

Раньше на автомобилях АЗЛК и ГАЗ применялись манжеты лепесткового типа, для повышения герметичности которых используется избыточное давление. Для создания такого давления в главном цилиндре гидропривода тормозной системы устанавливали специальные клапаны.

С внедрением дисковых тормозов на автомобилях АЗЛК, ГАЗ и ВАЗ в главных цилиндрах типа «тандем» клапаны избыточного давления не устанавливаются. Поэтому от манжет лепесткового типа пришлось отказаться, поскольку при отсутствии клапана избыточного давления увеличивается вероятность нарушения их герметичности на стоянке, особенно при низких температурах. В настоящее время на всех автомобилях ГАЗ (ГАЗ-24, ГАЗ-24-10, ГАЗ-3102, ГАЗ-14) применяются только уплотнительные кольца круглого сечения.

Такой переход себя оправдал. Ведь хорошо известно, что легковые автомобили ГАЗ эксплуатируются интенсивнее, чем любые другие отечественные автомобили, причем в самых различных климатических и дорожных условиях. И уплотнительные кольца круглого сечения работают безотказно. Например, средний пробег автомобилей ГАЗ-24-11 в таксопарках составляет 100 тыс. км в год, а уплотнительные кольца 24-10-3501051 безотказно служат 230—280 тыс. км.

Но резервы повышения эксплуатационного ресурса колец еще не исчерпаны.

УДК 629.113.-592.2-762.63.001.63

## С учетом условий эксплуатации колесных цилиндров тормозных систем

Ю. Ф. МОРДАШОВ  
ГАЗ

Тормозная система автомобиля — система активной безопасности. Отсюда — жесткость требований к ее надежности. В свою очередь, надежность тормозной системы определяется надежностью ее элементов. В частности, если говорить о тормозных системах автомобилей с гидроприводом, то наиболее ответственными в этом смысле являются резиновые манжеты колесных ци-

линдров тормозных механизмов. И именно они в то же время наиболее подвержены неблагоприятным воздействиям климатических и дорожных условий. Поэтому отношение конструкторов к проектированию манжет должно быть весьма и весьма ответственным. Это, в частности, хорошо иллюстрирует история создания и эксплуатации манжет для колесных цилиндров барабанных тор-

Таблица 1

| Тип поршня | Диаметр поршня, мм             | Минимальный зазор между поршнем и корпусом, мм | Температура заклинивания поршня, К (°С) |
|------------|--------------------------------|--|---|
| Серийный   | 32 <sup>-0,500</sup><br>-0,080 | 0,05   | 423 (150)                               |
| Опытный    | 32 <sup>-0,080</sup><br>-0,119 | 0,08   | 500 (230)                               |

На рис. 2 показан колесный цилиндр переднего барабанного тормоза автомобиля ГАЗ-24-10. Как из него видно, поршень цилиндра имеет одну канавку, в которую устанавливаются два уплотнительных кольца. Продиктовано это чисто компоновочными соображениями. Однако решение не совсем удачное. Дело в том, что в эксплуатационных условиях наружное уплотнительное кольцо работает, если внутреннее герметично, всухую и сильно изнашивается, поэтому оно, скорее, не уплотняет, а очищает рабочую поверхность колесного цилиндра и защищает внутреннее уплотнительное кольцо от грязи.

Чтобы проверить этот вывод, на ГАЗе провели стендовые и дорожные испытания колесных цилиндров с одним уплотнительным кольцом (на автомобиле ГАЗ-24-11). Оказалось, что в стендовых условиях надежность колесных цилиндров с одним уплотнительным кольцом не ниже, чем с двумя. Однако при дорожных испытаниях колесные цилиндры с одним уплотнительным кольцом показали низкую надежность:

нарушение герметичности началось после 30 тыс. км пробега автомобиля, особенно при низких температурах. В итоге родилось компромиссное решение: колец нужно два, но располагаться каждое из них должно в отдельной канавке.

Работоспособность колесного цилиндра зависит от зазора между его корпусом и поршнем. По требованиям SAE J 1703 и ОСТ-85 этот зазор должен быть 0,08—0,13 мм. Правиль-

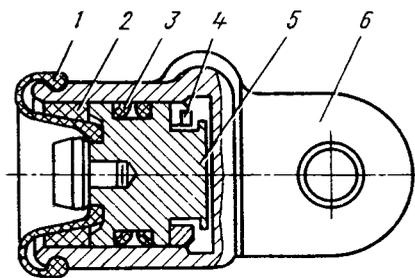


Рис. 2. Колесный цилиндр переднего барабанного тормоза автомобиля ГАЗ-24-10: 1 — защитный чехол; 2 — порошковое кольцо; 3 — уплотнительное кольцо; 4 — упорное кольцо; 5 — поршень; 6 — корпус

ность его выбора проверяют в лабораторных условиях — по температуре заклинивания поршня в цилиндре. В качестве примера можно привести результаты измерений температуры заклинивания упомянутых выше опытных (рис. 3) и серийных поршней в передних колесных цилиндрах автомобиля ГАЗ-24-10 (табл. 1).

Как видим, опытный поршень обладает несомненными преимуществами перед серийным. Поэтому его и внедрили в производство.

Основная практическая характеристика надежности уплотнительных манжет колесных тормозных цилиндров — их способность возможно дольше обеспечивать герметичность ци-

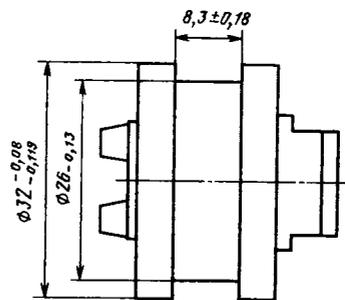


Рис. 3. Поршень колесного цилиндра

линдров. Ее получают в ходе стендовых и дорожных испытаний. Их объем и методология узаконены отраслевыми стандартами (ОСТ 38 05 208—88). В ходе испытаний оцениваются физико-химические свойства материала манжет; изменение их наружных диаметров, объема и твердости после воздействия в течение 72 ч тормозными жидкостями «Нева» или «Томь» при температуре 398 К (125 °С); способность сохранять герметичность цилиндров при воздействии больших (до 213 К, или —60 °С) отрицательных температур и пульсирующей нагрузке, а также при длительном воздействии повышенных температур и пульсирующей нагрузке (например, уплотнительные кольца колесных цилиндров автомобилей ВАЗ должны оставаться работоспособными в течение 70 тыс. пульсаций при температуре 393 К (120 °С) или 200 тыс. циклов при температуре 343 К (70 °С).

Испытания обычно ведутся на специальных стендах. Например, для испытаний манжет на морозостойкость при пульсирующей нагрузке ГАЗ использует установку, в которой главный тормозной цилиндр, как и на автомобиле, расположен выше колесных цилиндров на 500 мм; нагружается он винтовой парой.

При испытаниях на долговечность при длительном воздействии повышенных температур и пульсирующей нагрузке проверяют: уровень тормозной жидкости в главном цилиндре;

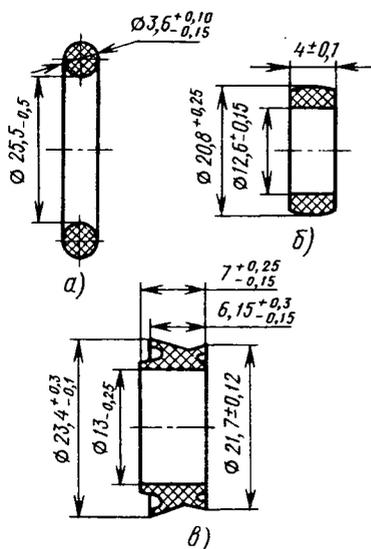


Рис. 1. Резиновые манжеты колесных цилиндров тормозных систем отечественных легковых автомобилей:

а — уплотнительное кольцо 24-3501051 (ГАЗ-24-10); б — уплотнительное кольцо 2101-3502051 (ВАЗ); в — манжеты 403-3505033 (АЗЛК-2141)

Таблица 2

| Диаметр колесного цилиндра, мм | Натяг кольца, мм, по наружному диаметру |              | Натяг кольца, мм, по внутреннему диаметру |              |
|--------------------------------|---|--------------|---|--------------|
|                                | минимальный                             | максимальный | минимальный                               | максимальный |
| 32 <sup>+0,027</sup>           | 0,74                                    | 1,40         | 0,37                                      | 1,0          |

| Изменение натяга колец, %, по внутреннему диаметру при испытаниях |           |                  | Изменение натяга колец, %, по наружному диаметру при испытаниях |           |                  |
|---|-----------|------------------|---|-----------|------------------|
| лабораторных  | стендовых | эксплуатационных | лабораторных  | стендовых | эксплуатационных |
| 63  | 88        | 95               | 33  | 18        | 20               |

наличие ее подтекания из колесных цилиндров; легкость разборки цилиндров после испытаний; наличие следов коррозии поршней и стенок цилиндров, износа, вырывов, перекручивания; изменение формы и размеров уплотнительных колец.

Это проводится на стендах. Кроме того, обязательно проводятся эксплуатационные испытания уплотнительных колец на долговечность, в том числе при длительном (1 год) воздействии повышенных и отрицательных температур и пульсирующей нагрузке. Проверяются те же параметры, что и в процессе стендовых испытаний.

В качестве примера приведем расчетные (табл. 2) величины натяга уплотнительного кольца 24-10-3501051 по внутреннему диаметру на поршне и наружному диаметру в корпусе колесного цилиндра.

Из таблицы видно, что минимальный расчетный натяг по внутреннему диаметру уплотнительного кольца 24-10-3501051 на поршне составляет 0,37 мм. Но с увеличением внутреннего диаметра уплотнительного кольца на 1 % этот натяг становится равным нулю. По требованиям же ОСТ 38 05 208—88 оговаривается только изменение наружного диаметра уплотнительных колец после воздействия на них в течение 72 ч тормозных жидкостей «Нева» или «Томь» при температуре 398 К (125 °С): оно

должно лежать в пределах от 0 до 6 %.

При проектировании колец, очевидно, необходимо обеспечить герметичность колесных цилиндров не только с новыми манжетами, но и после увеличения их размеров в тормозной жидкости. Между тем размерам в чертеже соответствуют только новые резиновые манжеты. В процессе же испытаний или эксплуатации размеры манжет «уходят» от чертежа. Следовательно, когда утверждают, что причина нарушения герметичности колесных цилиндров — несоответствие резиновых манжет требованиям чертежа, то допускают явную ошибку. Просто выбор размеров уплотнительных колец в соответствии с требованиями ГОСТ 9833—73 не может обеспечить герметичность колесного цилиндра в эксплуатации. Это наглядно показано в табл. 2, где приведены изменения натяга уплотнительных колец 24-10-3501051 в процессе лабораторных, стендовых и эксплуатационных испытаний колесных цилиндров передних барабанных тормозов автомобиля ГАЗ-24-10.

Например, в процессе эксплуатационных испытаний изменение натяга уплотнительных колец по внутреннему диаметру в среднем составляет 95 %, а у некоторых из них вместо натяга появляется зазор. Однако герметичность колесного цилиндра может сохраняться за счет большого натяга уп-

лотнительного кольца по наружному диаметру и радиальной деформации уплотнительного кольца.

С целью увеличения натяга уплотнительных колец по внутреннему диаметру на поршне попробовали увеличить на 0,5 мм диаметр его канавки. В результате натяг колец по наружному диаметру, действительно, увеличился, но возросли и усилия перемещения поршней в колесном цилиндре. Так, если у нового серийного поршня с новым кольцом это усилие составляет 80 Н (8 кгс), а после 72 ч выдержки в тормозной жидкости — 110 Н (11 кгс), то у доработанного поршня соответственно 120 (12) и 160 Н (16 кгс).

Большое усилие перемещения поршней в цилиндре ухудшает процесс растормаживания тормозных механизмов, а также снижает износостойкость фрикционной пары последних.

Выход видится в другом. Нужно изменить рекомендуемые ГОСТ 9833—73 размеры уплотнительных колец: внутренний диаметр — вместо 25,5<sub>-0,5</sub>—25<sub>-0,5</sub> мм. При этом натяг по внутреннему диаметру будет в пределах от 0,84 до 1,5 мм, а натяг по наружному диаметру в колесном цилиндре практически не изменится.

Неплохо бы ввести в ОСТ 38 05 208—88 и проверку уплотнительных деталей на морозостойкость, т. е. на сохранение герметичности колесных цилиндров при воздействии отрицательных температур, а также пульсирующей нагрузке. Причем проверку манжет как новых, так и после длительного воздействия на них повышенных температур.

УДК 629.113.012.85.001.63

## ОПТИМИЗИРОВАННЫЕ ПАКЕТЫ РЕССОР

Д-р техн. наук С. С. КЛЕНИКОВ,  
канд. техн. наук И. Е. ЛЮМИНАРСКИЙ  
МАСИ

Важнейшие конструктивные элементы многих автотранспортных средств — рессорные пакеты. Набираемые, как правило, из листов высококачественных сталей, они существенно снижают уровень динамических нагрузок на несущие узлы,

играют активную роль и в перераспределении силового потока между ними, влияя тем самым на их долговечность. Поэтому создание оптимальных конструкций рессор давно уже рассматривается как актуальнейшая из задач современного автомобилестроения.

За рубежом ее в последнее время решают чаще всего путем перехода от стальных рессор к рессорам из композиционных материалов. Для нас же этот путь — из-за дефицита и дороговизны нужных материалов, углепластиков — скорее теоретический, чем практический. И пока остается одно: поиск рациональных размеров

стальных рессорных листов. Таких, которые позволят снизить массу, а также улучшить упругие и прочностные характеристики рессорных пакетов. В этом смысле большую помощь разработчикам может оказать рассматриваемая ниже расчетная модель рессорного пакета, учитывающая специфические особенности деформирования его листов при наличии между ними одностороннего контакта. Это не прихоть, хотя, как известно, в настоящее время есть и широко применяются три модели расчета листовых рессор на прочность и жесткость. (Первая из них базируется на методе сосредоточенной нагрузки, где предполагается, что усилия между листами пакета передаются только через их концы; вторая — на методе общей кривизны листов, при котором считается, что в процессе нагружения рессорного пакета все его листы при любой нагрузке имеют равную кривизну и прилегают один к другому по всей поверхности контакта без зазоров и натягов; третья модель — комбинированная, здесь часть листов пакета рассчитывается по методу сосредоточенной нагрузки, а другая — по методу общей кривизны.) Но, к сожалению, все три модели дают весьма приближенные результаты, поскольку не учитывают всех особенностей одностороннего взаимодействия листов в процессе их деформирования. Более того, даже при статических расчетах пакетов по ним расчетные напряжения в листах заметно, на 25 % и более, отличаются от полученных экспериментом. Ошибки по контактному напряжению могут быть еще больше, так как модели не учитывают кинетики перестроения зон контакта между листами в процессе деформирования пакета под действием переменной рабочей нагрузки.

Предлагаемая расчетная модель, в которой односторонний контакт между листами рассматривается как происходящий в узлах дискретной сетки, лишена перечисленных недостатков. Дело в том, что дискретная сетка наносится на сопряженные поверхности по всей длине и ширине листов (рис. 1), а ее размеры задаются так, чтобы обеспечить устойчивость и достаточную точность расчетного процесса, причем с учетом особенностей геометрии сопряженных поверхностей листов. И второе: возможные точки контакта листов в узлах сетки рассматриваются на основе взаимных односторонних связей (1— $N_1$ , 1— $N_2$ ). Таким образом, модель строится, по существу, на уровне аппарата строительной механики (зависимость между силами и перемещениями — линейная), позволяет определять не только величины и характер распределения усилий между листами, но и границы, и места расположения самих зон контакта листов. Иными словами, дает возможность рассчитать — и достаточно точно — напряженно-деформированное состояние всех листов пакета, в том числе, с учетом сил трения ( $\mu \cdot N_i$ ) между ними, технологических погрешностей изготовления и монтажа при различном соотношении вертикальных нагрузок и крутящих моментов, а значит, избавляет от необходимости натурных испытаний столь сложного объекта, как рессорный пакет, заменяя эксперимент моделированием на ЭВМ. Очень важно и то, что модель позволяет решать задачу проектирования рессор-

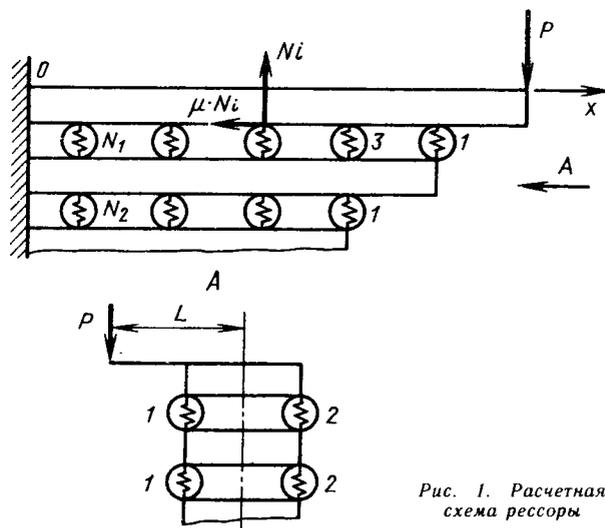


Рис. 1. Расчетная схема рессоры

ного пакета именно как задачу оптимизации. Например, минимизации массы пакета при ограничениях по его жесткости, максимальным изгибным напряжениям в листах, максимальным контактными нагрузкам между ними и ряду других факторов, отражающих реальные условия эксплуатации рессор. В качестве минимизируемой функции цели могут выступать также максимальные изгибные напряжения в листах пакета (при тех же ограничениях, что и в предыдущей задаче, плюс ограничение массы пакета). И т. д.

Как уже отмечалось, в основу предлагаемой модели положены два метода расчета упругих систем с односторонними связями. Главное преимущество первого из них, шагового, состоит в возможности просмотра всей «истории» нагружения рессорного пакета и построения на этой основе кривой жесткости рессоры с учетом сил трения, выявления законов изменения напряжений в листах в процессе ее работы, исследования напряженно-деформированного состояния листов на этапе «сборки» рессорного пакета, когда его предварительно изогнутые листы стягиваются центральным болтом или хомутами.

Однако при параметрических исследованиях метод требует, к сожалению, значительных затрат машинного времени. Поэтому в случае, когда известен не только набор исходных данных, но и (хотя бы приближенно) зоны контакта между листами рессоры, более приемлем второй метод — введения восстанавливающих сил.

Таким образом, ответ на вопрос, какой метод нужно использовать, зависит от поставленной цели. Скажем, если необходимо рассчитать кривую жесткости рессоры с учетом сил трения, то следует применять метод последовательных нагружений; если это этап «сборки» листов, т. е. нужно определить зоны контакта, силы и зазоры между листами при стягивании их центральным болтом, — шаговый метод введения восстанавливающих сил.

Как сказано выше, размеры сетки контакта листов пакета должны быть такими, чтобы обеспечивались устойчивость и достаточная точность расчетного процесса. Опыт выполнения расчетов показал: число точек контакта вдоль длины листов пакета обычно варьируется, по ширине же принимается равным двум. То есть возможные точки контакта располагают на продольных

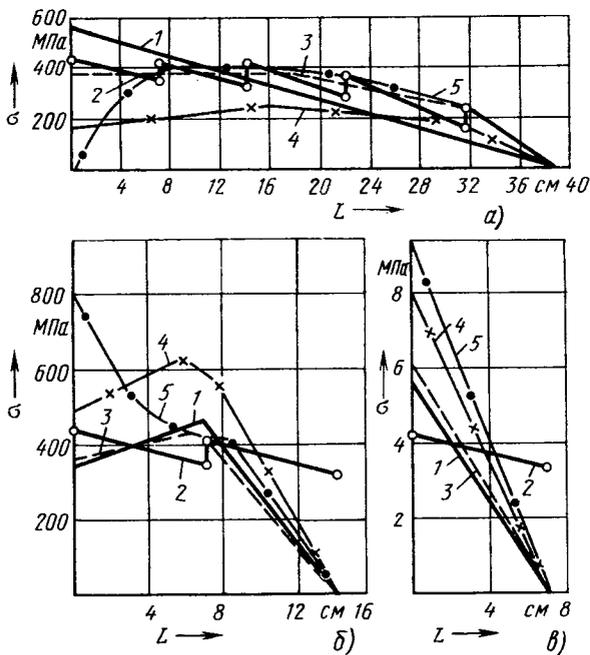


Рис. 2. Нормальные напряжения в листах рессоры, рассчитанные: 1 — методом сосредоточенной нагрузки; 2 — методом общей кривизны; 3, 4 и 5 — по предложенной модели соответственно без учета «сборки» листов; с учетом сборки выгнутых по радиусу листов; с учетом сборки закрученных листов (а — первый лист; б — пятый, в — шестой)

границах сопряженных плоскостей. (Увеличивать число точек по ширине не имеет смысла, поскольку изгиб и стесненное кручение приводят к незначительному искажению контура поперечного сечения листов.) Точки контакта на разных поверхностях листа пакета целесообразно располагать одну под другой. Дело в том, что смещение узлов сеток искажает картину распределения сил между листьями, в частности, начинает сказываться выбранная схема дискретизации контакта: там, где точки контакта над и под листом расположены одна над другой, будут «всплески» нагрузок, а в местах, где точки не совмещены, наоборот, их «провалы». Прежде чем перейти к «технологии» расчета по рассматриваемой модели, отметим еще одно немаловажное обстоятельство: в пределах каждого отдельного этапа нагружения составная упругая система линейна, т. е. между приращениями нагрузок и перемещений имеется линейная зависимость. Теперь непосредственно о расчете пакетов.

Расчет шаговым методом последовательных нагружений сводится к следующему.

Последовательно задавая произвольное приращение внешней нагрузки, для каждого из приращений определяют соответствующие им приращения всех контактных сил. Последние и вычисленные по ним через коэффициенты влияния приращения зазоров линейно нормируются по специальному алгоритму. Затем величины реакций и зазоров суммируются с аналогичными величинами предыдущего этапа. (Отметим, что границы этапов определяются подключением или выходом из работы какой-либо очередной односторонней связи.) В случае предварительного выгибания и стягивания листов рессоры центральным болтом («сборка») задается априорно выбранная зона контакта, которая затем уточняется введением и пошаговым наращиванием восстанавливающих сил, прикладываемых опреде-

ленным образом. Систему уравнений можно составлять как в форме метода сил (с точки зрения затрат машинного времени выгодно, если число односторонних связей, находящихся в контакте, больше половины общего числа возможных точек контакта), так и в форме метода перемещений (если число таких точек меньше половины общего числа возможных точек контакта). Но методы можно и сочетать. Тогда последовательность решения такова. Задается приращение внешней нагрузки и определяются соответствующие ей приращения зазоров в неработающих связях. Затем последние и вычисленные по ним через коэффициенты влияния приращения сил линейно нормируются по специальному алгоритму. Номинальные величины реакций и зазоров к концу любого последующего этапа определяют суммированием их этапных приращений с номинальными величинами предыдущего этапа. Матрицы (коэффициенты) жесткости опорных состояний на различных этапах решения берутся из предварительно сформированной расширенной матрицы жесткости.

В качестве примера использования рассматриваемой расчетной модели можно привести дополнительную рессору задней подвески грузового автомобиля, состоящую из шести листов толщиной 8 и шириной 65 мм. Размеры листов (длина листов составляет 390, 390, 316, 220, 140 и 70 мм, а радиус кривизны в свободном состоянии — соответственно 2000, 1600, 1300,

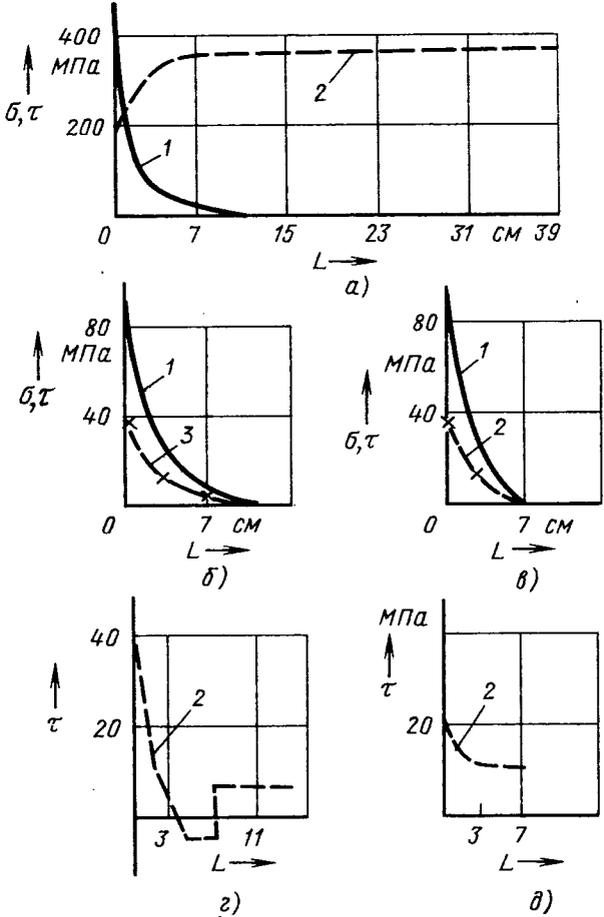


Рис. 3. Распределение напряжений в листах от кручения рессоры: 1 — нормальные; 2 — касательные с учетом сборки; 3 — касательные без учета сборки

1200, 1100 и 1100 мм). В расчетах принималось, что вдоль листов возможные точки контакта (узлы сетки) располагаются через каждые 0,02 м и что начальный зазор между листами отсутствует. Вертикальная нагрузка на рессору — 4,5 кН (0,45 тс).

Результаты расчетов по этой модели, а также — для сравнения — расчетов по традиционным методам приведены на рис. 2 и 3. Как видно из рис. 2, напряжения в пятом и шестом листах, рассчитанные методом общей кривизны, значительно (в отдельных точках — на 20 %) отличаются от напряжений, найденных по предложенной модели. Аналогичное наблюдается и в отношении первых двух листов, рассчитанных по новой модели и методу сосредоточенной нагрузки (поз. а, кривая 4).

На этом рисунке показано, кроме того, распределение напряжений в листах рессоры с учетом ее «сборки», т. е. с учетом предварительного их выгибания и стягивания центральным болтом. Картина — та же.

Примерно то же самое можно сказать и о жесткости рессоры. Так, метод сосредоточенной нагрузки дал  $12,56 \cdot 10^4$  Н/м, метод общей кривизны —  $13,58 \cdot 10^4$  Н/м, новая модель —  $12,93 \times 10^4$  Н/м. Результаты эксперимента ближе всего к последней величине при ее нагружении крутящим моментом, равным 500 Н·м (50 кгс·м).

Как известно, традиционными методами нельзя исследовать рессору на «чистое» кручение. Возможности новой модели видны на рис. 3, где приведены характеристики той же рессоры. Причем как с учетом (кривая 2), так и без учета (кривые 1 и 3) «сборки» листов, и результаты эти весьма интересные. Оказалось, что без учета «сборки» листы при кручении взаимодействуют лишь у заделки, и наиболее нагружен первый лист (поз. а): нормальные напряжения — 460 (4600), касательные — 370 МПа ( $3700$  кгс/см<sup>2</sup>). Во втором—пятом листах (поз. б) равны между собой как нормальные, так и касательные напряжения (наибольшие соответственно 80 МПа, или 800 кгс/см<sup>2</sup>, и 38 МПа, или 380 кгс/см<sup>2</sup>) без учета «сборки» (поз. г соответствует пятому листу); в шестом и те и другие на 5—7 % меньше (поз. в и д).

В случае расчета с учетом «сборки» листы рессоры взаимодействуют не только у заделки, но и своими концами.

При этом жесткость рессоры на кручение без учета «сборки» листов составляет 2320 Н·м/рад ( $232 \cdot 10^2$  кгс·м/рад), а с учетом — 2370 Н·м/рад ( $237 \cdot 10^2$  кгс·м/рад).

Наиболее удобный способ оценить влияние технологических погрешностей изготовления рессорного пакета на силовое взаимодействие и напряженное состояние его листов при рабочей нагрузке — задаться начальными зазорами между листами и ввести соответствующие поправки в коэффициенты матриц податливости и жесткости. Что и было сделано применительно к той же дополнительной рессоре грузового автомобиля.

Ее листы вертикальным нагружением, силой 4,5 кН (0,45 тс) «закручивали» один относительно другого на угол 0,01 рад и «стягивали» центральным болтом. Как при этом изменилось распределение напряжений в первом и последних двух листах, показано на рис. 2 (кривая 5).

На основе данной модели проведена также частичная оптимизация пакета по массе. Результат: число листов снижено до трех; длина первого листа, поскольку она задана конструкцией автомобиля, оставлена прежней, а второго и третьего снижена соответственно на 120 и 240 мм; изменилась и толщина листов: первого до 11 мм, второго до 10,2, третьего 6,5 мм. В результате масса рессоры уменьшилась на 38 %. (Правда, это без учета «сборки» листов. Кроме того, в состав ограничений не вводились критерии стоимости и усталостной прочности.)

Таким образом, новая модель расчета на прочность и жесткость многолистовых рессор позволяет полнее, чем традиционные методы, учитывать особенности одностороннего взаимодействия листов, в частности, более достоверно рассчитывать напряженно-деформированное их состояние с учетом кулоновских сил трения, технологических погрешностей изготовления и монтажа. То есть она может стать хорошим инструментом как для исследователя, так и для конструктора.

## ОТВЕТЫ НА ПИСЬМА ЧИТАТЕЛЕЙ

УДК 629.113.001.5

### АППРОКСИМИРУЮЩИЕ ЗАВИСИМОСТИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МОМЕНТОВ ИНЕРЦИИ

Д-р техн. наук С. Н. ИВАНОВ, П. И. БАЖЕНОВ  
НАМИ

Момент инерции детали (тела) относительно оси вращения — величина, характеризующая распределение массы детали относительно этой оси. Он — мера инерции тела при вращательном движении, и методология его определения известна каждому инженеру-механику: массу каждой частицы детали нужно умножить на квадрат

*Конструктор Смирнов А. С. из Ярославля спрашивает: «Как рассчитываются моменты инерции тел вращения в автомобилестроении и есть ли что-либо новое по этому вопросу?»*

расстояния от ее центра до оси вращения, а затем найти сумму «элементарных» моментов.

Так что с точки зрения теории особых сложностей нет. Но когда дело доходит до практики, то оно порой оказывается довольно сложным. Например, моменты инерции однородных деталей правильной геометрической формы можно определить даже по их чертежу, т. е. на стадии проектирования. Для этого деталь «разбивают» на элементы правильной геометрической формы и подсчитывают моменты так, как сказано выше. Однако детали чаще всего имеют

|  |        |
|--|--------|
| $J_{квп} = -0,0371 + 0,927 \cdot 10^{-3} M_e - 0,279 \cdot 10^{-5} M_e^2 + 0,350 \cdot 10^{-8} M_e^3; (M_e = 50 - 637 \text{ Н} \cdot \text{м})$ | 0,015  |
| $J_{квп} = 0,055 - 0,465 \cdot 10^{-3} M_e + 0,163 \cdot 10^{-5} M_e^2; (M_e = 637 - 883 \text{ Н} \cdot \text{м})$                              | 0,07   |
| $J_{мах} = -0,059 + 0,237 \cdot 10^{-2} M_e - 0,842 \cdot 10^{-5} M_e^2 + 0,167 \cdot 10^{-7} M_e^3; (M_e = 50 - 466 \text{ Н} \cdot \text{м})$  | 0,02   |
| $J_{мах} = -0,046 + 0,0012 M_e + 0,185 \cdot 10^{-5} M_e^2; (M_e = 466 - 883 \text{ Н} \cdot \text{м})$  | 0,3    |
| $J_{кож. однод} = -0,00384 + 0,384 \cdot 10^{-3} M_e + 0,732 \cdot 10^{-6} M_e^2; (M_e = 50 - 402 \text{ Н} \cdot \text{м})$                     | 0,02   |
| $J_{кож. двухд} = -0,0375 + 0,601 \cdot 10^{-3} M_e + 0,126 \cdot 10^{-5} M_e^2; (M_e = 466 - 883 \text{ Н} \cdot \text{м})$                     | 0,085  |
| $J_{кож. однод} = 0,0737 - 1,222D + 5,216D^2; (D = 0,170 - 0,342 \text{ м})$   | 0,005  |
| $J_{кож. двухд} = -3,746 + 13,051D; (D = 0,342 - 0,400 \text{ м})$   | 0,005  |
| $J_{вед. д. сц} = -0,0333 + 486D - 2,577D^2 + 5,329D^3; (D = 0,170 - 0,400 \text{ м})$   | 0,0006 |
| $J_{к} = 9,196 - 0,074R_{ст} + 0,154 \cdot 10^{-3} R_{ст}^2; (R_{ст} = 0,271 - 0,400 \text{ м})$   | 0,08   |
| $J_{к} = 92 - 0,473R_{ст} + 0,636 \cdot 10^{-3} R_{ст}^2; (R_{ст} = 400 - 575 \text{ мм})$   | 0,9    |
| $J_{нф} = 0,217 - 2,174D_a + 5,97D_a^2$  | 0,005  |
| $J_{н} = 0,185 - 1,814D_a + 4,803D_a^2$  | 0,003  |
| $J_{т} = 0,217 - 1,84D_a + 4,073D_a^2$   | 0,002  |
| $J_{р} = 0,0364 - 0,317D_a + 0,737D_a^2$   | 0,006  |

(D<sub>a</sub> = 0,220 - 0,400 м)

Примечания: M<sub>e</sub> — максимальный крутящий момент двигателя; D — наружный диаметр ведомого диска сцепления; D<sub>a</sub> — активный диаметр гидротрансформатора; R<sub>ст</sub> — статический радиус колеса.

сложную конфигурацию, «разбить» их на элементарные части не удастся, и приходится использовать какой-либо один из экспериментальных методов.

Нетрудно видеть, что оба метода весьма трудоемки, и чем большая точность нужна, тем большими затратами труда и времени за нее приходится платить. Даже при наличии ЭВМ. Но для инженерных расчетов нужны и малая трудоемкость, и высокая точность. А для этого необходим соответствующий математический аппарат. Он найден в НАМИ и представляет собой аппроксимирующие зависимости моментов инерции типовой автомобильной детали от ее характерного геометрического параметра. Получены такие зависимости по результатам статистической обработки экспериментальных данных по моментам инерции типовых деталей — коленчатых валов со шкивами вентиляторов (J<sub>квп</sub>), маховиков (J<sub>мах</sub>) двигателей; кожухов муфт в сборе (J<sub>кож</sub>) и ведомых дисков сцепления (J<sub>вед. д. сц</sub>); колес в сборе с шинами (J<sub>к</sub>); вращающихся деталей и узлов гидротрансформаторов, в том

числе насосных колес фланцевой (разборной) конструкции (J<sub>нф</sub>) и без фланца (J<sub>н</sub>), турбинного колеса (J<sub>т</sub>), колес реактора в сборе с ведущими элементами муфты свободного хода (J<sub>р</sub>). Эти зависимости (они приведены в таблице) довольно точны: среднеквадратическая погрешность экспериментального определения моментов инерции различных деталей на подвесах, проведенного НАМИ, не превышала 2 %.

Как видно из табличных данных, моменты инерции типовых вращающихся масс автомобилей определяются исходя из их характерных геометрического или нагрузочного параметров. Так, моменты инерции кожуха муфты однодискового (J<sub>кож. однод</sub>) и двухдискового (J<sub>кож. двухд</sub>) сцеплений в отличие от других приведенных в таблице деталей можно определить по одному из двух параметров: максимальному моменту двигателя либо по наружному диаметру ведомого диска сцепления. Среднеквадратическая ошибка аппроксимации S<sub>j</sub> при этом достаточно мала, что позволяет рекомендовать приведенные зависимости для инженерных расчетов.

## АВТОТЕХОБСЛУЖИВАНИЕ

удк 629.113.004.5

### СЕРТИФИКАЦИЯ УСЛУГ АВТОСЕРВИСА

С. Р. ЕРЕМЕЕВ  
РГНТЦ «Автосервис»

Законодательством России о защите прав потребителей предусмотрено поэтапное введение обязательной сертификации услуг и продукции по требованиям безопасности для жизни, здо-

ровья, имущества граждан и окружающей среды. В связи с этим возникает вопрос: что же представляет собой сертификация услуг автосервиса как способ защиты прав потребителей в области качества?

Сертификация в общепринятом понимании — действие третьей стороны, независимой от потребителя и производителя, которое позволяет доказать, что изделие или услуга отвечают требованиям определенных стандартов или технических условий.

Сертификация отличается от лицензирования прежде всего тем, что она как бы предваряет выдачу лицензии на право деятельности в определенной области. На этом этапе раскрывается специфика работы предприятия и определяются его возможности предоставления определенных услуг. Претендент на лицензию должен доказать свою профессиональную пригодность и получить сертификат соответствия. Поэтому сертификация — обязательный этап процесса лицензирования.

Широкому развитию и внедрению сертификации за рубежом способствует то, что она является средством информирования потребителя и наиболее эффективным средством правового регулирования торгово-рыночных отношений, поскольку опирается на четко сформулированные и легкодоступные для контроля нормативные документы.

В целом можно сказать, что сертификация вместе с лицензированием — государственный инструмент регулирования и стимулирования производства услуг и товаров высокого качества в условиях рынка, независимо от форм собственности.

Система сертификации услуг автосервиса, как и любая другая аналогичная система, располагает собственными правилами и процедурами, изложенными в документе «Положение о сертификации услуг по техническому обслуживанию и ремонту транспортных средств, принадлежащих гражданам». Документ согласован с органами Госстандарта и утвержден президентом Ассоциации «Росавтосервис» 3.12.1991 г.

Главная цель создания и функционирования системы сертификации услуг в сфере технического обслуживания транспортных средств, принадлежащих гражданам, — проведение обязательной сертификации услуг по требованиям безопасности и экологичности, а также на добровольной основе (по желанию любого предприятия, организации или частного лица, занимающегося обслуживанием транспортных средств, принадлежащих гражданам).

Система (органы) по сертификации организует, проводит и координирует работы, связанные с сертификацией; взаимодействует с органами, осуществляющими надзор за безопасностью продукции и услуг, охраной окружающей среды; устанавливает единые правила и порядок сертификации услуг, ее оплаты, а также следит за соблюдением этих правил и порядка; взаимодействует в пределах своих функций с соответствующими государственными органами законодательной и исполнительной власти. Кроме того, она ведет фонд нормативных документов, на соответствие которым проводится сертификация услуг и транспортных средств, принадлежащих гражданам; разрабатывает организационно-методические документы в области сертификации; проводит сертификацию систем обеспечения качества, испытаний услуг, аттестации производств; оформляет, выдает и регистрирует сертификаты соответствия и лицензии на право выдачи сертификата о качестве; осуществляет инспекционный контроль за качеством услуг и т. д.

Для проведения обязательной (по требованию безопасности) или добровольной сертификации услуг заявитель должен направить в орган по

сертификации или его представительство заявку. Причем в первом случае схема сертификации в заявке не указывается, а определяется сертификационным органом по результатам предварительной проверки производства. При добровольной же заявитель указывает нормативный документ на соответствие, которому необходима сертификация, и схему сертификации.

Все расходы оплачивает изготовитель: одновременно — за услуги по сертификации; периодически — за инспекционный контроль сертифицированных услуг (система обеспечения качества), а также за право использования знака соответствия.

Эти средства идут на счет органа по сертификации услуг, который, в свою очередь, рассчитывается с привлекаемыми им на договорной основе аккредитованными испытательными лабораториями экспертами-аудиторами и консультантами, а также с национальным органом системы сертификации — Госстандартом РФ.

Испытания в сертификационных целях проводятся по специальным методикам, утвержденным в установленном порядке. Если результаты испытаний положительны, орган удостоверяет соответствие оказываемых услуг требованиям конкретных нормативно-технических документов.

Надо отметить, что специфика работы предприятий автосервиса позволяет проводить испытания непосредственно у производителя услуг. Но для этого должно быть соответствующее контрольно-диагностическое и испытательное оборудование. Протокол испытаний заполняется и передается органу по сертификации, а копия — заявителю.

Для подтверждения наличия достаточных и необходимых условий, которые должны обеспечивать стабильность высокого качества оказываемых услуг, орган по сертификации проводит аттестацию производства, а при наличии системы качества — ее сертификацию.

При аттестации производства проверяется качество: условий труда исполнителей услуг (квалификация, дисциплина труда, культура производства, материальное и моральное стимулирование); средств труда (уровень и обеспеченность технологических процессов, степень автоматизации и механизации производства, а также эргономического обеспечения и т. д.); нормативно-технической документации (соответствие современным требованиям, правильность оформления, доступность изложения и др.); организационных процессов (ритмичность производства, уровень материально-технического обеспечения, структура производства, информационное обеспечение и др.); технического контроля (надежность и достоверность средств контроля, организация работы ОТК и др.); запасных частей и материалов.

При положительных результатах орган по сертификации принимает решение о выдаче аттестата производства или сертификата на систему качества.

После получения всех необходимых данных о предприятии и составления документов орган по сертификации или его представительство оформляет сертификат соответствия и по получении регистрационного номера выдает его предприятию, организации или частному лицу. (Срок действия сертификата соответствия устанавливает

орган или его представительство с учетом срока, на который аттестовано производство или сертифицирована система качества, но не более чем на три года.)

При внесении изменений в технологию оказания услуг, которые могут повлиять на их характеристики, удостоверяемые при сертификации, заявитель обязан известить об этом орган по сертификации. В этом случае вместе с проверкой производства могут быть проведены новые испытания услуг.

Кроме сертификата соответствия заявитель должен получить сертификационную лицензию, дающую право выдавать заказчику товаросопроводительный документ-сертификат о качестве или ставить на других товаросопроводительных документах знак соответствия. Сертификационная лицензия обязует заявителя обеспечивать соответствие оказываемых услуг требованиям нормативных документов.

После выдачи сертификата соответствия и сертификационной лицензии орган по сертификации или его представительство осуществляет инспекционный контроль за стабильностью качества сертифицированных услуг и состоянием производства. Объем, содержание и порядок такого контроля устанавливаются в договоре на работы в области сертификации или в лицензионном соглашении.

По результатам инспекционного контроля орган по сертификации или его представительство может приостановить или аннулировать действие сертификата соответствия и лицензии. При-

чинами такого решения могут быть изменения нормативного документа на услуги, технологии оказания этих услуг или технологии, методов контроля и испытаний, а также повышение требований системы обеспечения качества.

Решение о приостановлении действия сертификата и лицензии принимается в том случае, если путем корректирующих мероприятий, согласованных с органом по сертификации или его представительством, заявитель может устранить обнаруженные причины несоответствия и подтвердить без повторных испытаний в аккредитованной лаборатории соответствие услуг нормативным документам. Если этого сделать нельзя, сертификат и сертификационная лицензия аннулируются.

Информация о приостановлении действия или аннулировании документов, подтверждающих качество услуг, немедленно доводится до заявителя.

Все апелляции рассматриваются административным советом органа по сертификации в месячный срок.

В заключение отметим, что перспектива совершенствования сертификационных работ предусматривает установление, как минимум, трех уровней качества услуг. Первый гарантирует потребителю соответствие качества требованиям национальных стандартов; второй — повышенную надежность результатов оказания услуг; третий — первоклассное обслуживание и соответствие высшим мировым стандартам оказания услуг.

удк 629.113.004.58

## ПО АНАЛИЗУ МАСЛА

Б. Р. МАТВЕЕВСКИЙ, Е. А. ПЕТРОСЯНЦ  
ГАНГ имени И. М. Губкина

Улучшение эксплуатационных показателей автомобиля предполагает наличие эффективных методов диагностирования, которые в полной мере могут повысить моторесурс его агрегатов и узлов, их надежность, значительно сократить трудозатраты на обслуживание и ремонт.

Один из таких методов диагностирования, позволяющий проводить оценку, контроль и прогнозирование технического состояния ДВС автомобиля в процессе эксплуатации, — метод безразборной диагностики по анализу масла из системы смазки, содержащего продукты изнашивания узлов трения. Правомерность использования для диагностирования двигателя концентрации продуктов изнашивания в масле обусловлена свойством частиц металла достаточно равномерно распределяться и длительное время находиться во взвешенном состоянии во всем объеме картерного масла, а также определенной интенсивностью поступления в масло частиц изношенного металла. Это объясняется постоянством баланса между поступлением частиц износа, задержанных фильтрующими элементами, и их отводом со сгорающим маслом. Причем долив и замена масла лишь временно нарушают этот процесс.

Как известно, применяются три способа ана-

лиза масла. Калориметрический способ (например, при помощи фотоэлектрического калориметра ФЭК-М) требует предварительного озоления пробы в течение 1,5—2 ч, к тому же он трудоемок. Индукционный проще, но имеет невысокую чувствительность к малым концентрациям, поэтому предпочтителен при анализе проб отложений в маслоочистителях. Наиболее же целесообразным способом оценки качества масла при инструментальной диагностике в настоящее время является спектральный анализ. Однако необходимые при этом периодический отбор проб масла из смазочной системы двигателя, отправка в диагностический центр для проведения анализа и получения заключения о техническом состоянии связаны с определенными затратами времени.

Нужны, вероятно, другие методы — такие, ко-

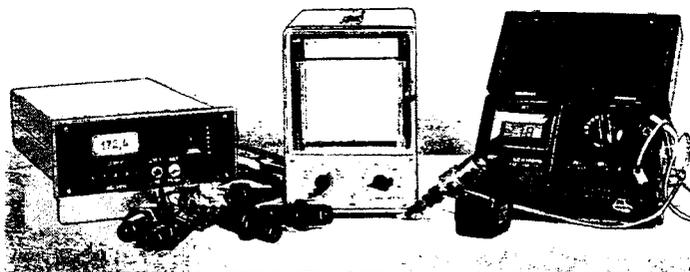


Рис. 1. Переносной регистрирующий прибор (справа) с автономным источником питания и стационарная автоматизированная система (слева) в комплекте с датчиками

торые позволили бы проследить динамику изменения концентрации основных элементов, дисперсный состав масла и сравнить полученные значения с предельно допустимыми величинами концентрации частиц для выявления аномальной работы узлов трения двигателя.

В академии и разработан один из таких методов. Он заключается в осаждении продуктов изнашивания на специальном устройстве (датчике) с последующей регистрацией их массы электронным прибором. Датчики, регистрирующие износ, либо устанавливаются в маслопроводе диагностируемого механизма или в картере, либо подключают под узлом трения при помощи электрического кабеля к регистрирующему прибору. Последний позволяет установить массу как ферромагнитных частиц износа, так и частиц из цветных металлов, находящихся в рабочем объеме датчика.

Специалисты академии разработали два варианта исполнения средств для диагностирования двигателей (рис. 1): переносной (малогабаритный) регистрирующий прибор с автономным

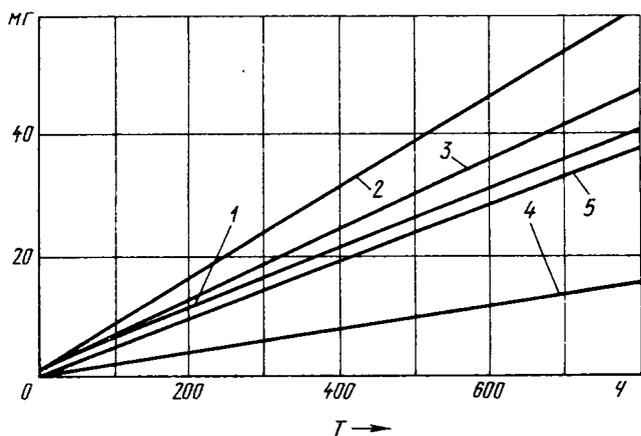


Рис. 2. Зависимость показаний регистрирующего прибора от времени работы распределительного вала двигателя

источником питания и набором датчиков и стационарную автоматизированную систему, работающую круглосуточно и осуществляющую постоянный опрос датчиков. Техническая характеристика этих средств (оба варианта) приведена ниже.

|  | Переносной прибор           | Автоматизированная система  |
|--|-----------------------------|-----------------------------|
| Число датчиков . . . . .   | До 5                        | До 5                        |
| Рабочий диапазон, мг металла . . . . .   | 0,01—200                    | 0,1—200                     |
| Основная погрешность измерения, % . . . . .  | 2                           | 2,5                         |
| Диапазон регулировки установок аварийной сигнализации от предела измерения продуктов износа, % . . . . . | —                           | 30—90                       |
| Питание:   |                             |                             |
| В . . . . .  | 4,5                         | —                           |
| при частоте $50 \pm 1$ Гц  | $220^{+22}_{-33}$           | $220^{+22}_{-33}$           |
| Потребляемая мощность, В·А . . . . .   | Не более 1                  | Не более 100                |
| Габаритные размеры, мм   | $230 \times 125 \times 100$ | $250 \times 300 \times 100$ |
| Масса, кг . . . . .  | 2,5                         | 5                           |

Созданный на основе этого метода переносной регистрирующий прибор с набором датчиков был

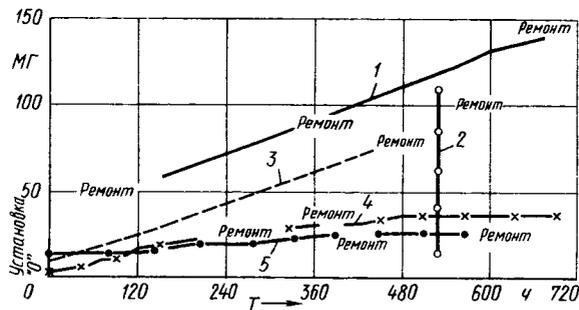


Рис. 3. Зависимость показаний автоматизированной системы от времени работы газомотокомпрессора ДР-12

испытан — для оценки работоспособности распределительного вала главного двигателя — на судне «Герои Шипки».

Так, экспериментальные зависимости изменения содержания металла в масле (рис. 2) показывают, что состояние деталей, контролируемых датчиком 4, хорошее, а датчиками 1, 2 и 3 — удовлетворительное. Причем датчиком 2 регистрируется максимальный, по сравнению с остальными, износ. Разборка узлов подтвердила: состояние деталей привода топливного насоса (датчик 4) действительно хорошее (все зазоры в пределах нормы); на деталях же привода гидротолкателя выпускного клапана (датчик 2) имеются следы задирав, натиров, а также наблюдается выкрашивание. Причина этого в том, что шероховатость рабочей поверхности кулачковой шайбы после ремонта оказалась выше исходной.

Автоматизированная система была опробована на 12-цилиндровом двигателе газомотокомпрессора ДР-12. Датчики были установлены на местах слива масла из картеров пяти двигателей. Следовало оценить работоспособность автоматизированной системы и сравнить ее показания с фактическим техническим состоянием каждого двигателя.

Как видно из графика (рис. 3), износ узлов трения для каждого двигателя различен. Наибольшая скорость изнашивания наблюдается для двигателей 1 и 3. На данном примере, кроме того, наглядно проиллюстрирована динамика развития неисправности. Так, в начальный момент работы у этих двигателей были аварийные остановки из-за перегрева подшипников. И дальнейшая работа двигателей сопровождалась повышенным износом кинематических пар трения (стук в двигателе 3), что опять привело к их аварийной остановке и выводу подшипников из строя. Внезапное развитие отказа хорошо видно на примере двигателя 2. Износ за 2 ч работы составил, по показаниям системы, около 100 мг. В ходе исследований у двигателей 1, 2 и 3 были заменены вкладыши подшипников скольжения. Узлы трения двигателей 4 и 5, как подтвердили данные автоматизированной системы, работали в установленном режиме изнашивания с незначительным увеличением показаний.

Таким образом, автоматизированная система, показания которой имеют хорошую коррекцию с фактическим техническим состоянием двигателя газомотокомпрессоров ДР-12, является достаточно эффективным средством их диагностирования.

УДК 629.113.002:667.638.43

## ШПАТЛЕВКИ

В. Д. ГЕРБЕР  
\*Лигнахим\*

Шпатлевки широко используются в автомобильной и других отраслях промышленности, а также в бытовых условиях. Их назначение во всех случаях одно: выравнивание поверхности изделий перед окраской.

Шпатлевок много. Но наиболее распространены шпатлевки на основе синтетических смол или нитрата целлюлозы, растворенных в органических растворителях. Все они высыхают именно за счет испарения растворителя.

Промышленностью серийно выпускаются следующие шпатлевки.

ХВ-004, которая представляет собой смесь пигментов, наполнителей и раствора поливинилхлоридной смолы в органических растворителях с добавкой пластификатора. Шпатлевка бывает двух цветов, зеленого и серого, пригодна для выравнивания и исправления дефектов загрунтованных металлических и деревянных поверхностей, для выправок по выявленному слою эмали. Выпускается харьковским заводом «Красный химик».

НЦ-008. Она — смесь пигментов, наполнителей и раствора коллоксилина в органических растворителях с добавлением пластификатора и масел. Алексинский химический комбинат, Соликамский завод «Урал» и Каменск-Шахтинский комбинат «Россия» выпускают ее трех цветов — красно-коричневого, защитного и серого; она тоже применяется для выравнивания и исправления дефектов загрунтованных металлических и деревянных поверхностей, для выправок по выявленному слою эмали.

НЦ-0038 — это суспензия пигментов в смеси коллоксилина и смолы в органических растворителях с добавлением пластификаторов. Выпускают ее (Загорский лакокрасочный завод и Соликамский завод «Урал») двух цветов — белого и серого, она предназначена для выравнивания и исправле-

*«Ремонт поврежденный кузова легкового автомобиля всегда связан с применением шпатлевок. До недавних пор проблем с ними практически не было: их приобретали в государственном магазине и не беспокоились за качество. Сейчас же шпатлевки изготавливают структуры, по существу, бесконтрольные. Поэтому автолюбитель вынужден покупать, как говорится, «кота в мешке». Хотелось бы знать, какие шпатлевки лучше, какие хуже, как их отличить, как применять и т. д. То есть получить ответы на вопросы, с которыми сталкивается автолюбитель, вынужденный ремонтировать кузов автомобиля своими силами».*

А. С. КАЛЯГИН, г. Рязань

ния только деревянных поверхностей при отделке (например, деревянных кузовов грузовых автомобилей и др.).

МС-006 — смесь пигментов и наполнителей в алкидно-стирольном лаке. Имеет розовый цвет и применяется для исправления мелких дефектов загрунтованных металлических и деревянных поверхностей, а также же поверхностей, покрытых эмалью. Производителем — Загорский лакокрасочный завод.

Шпатлевки ХВ-004, НЦ-008, МС-006 наносят шпателем или методом пневматического распыления, шпатлевку НЦ-0038 — шпателем или наливом. Их показатели должны соответствовать приведенным в таблице.

Для разбавления перечисленных шпатлевок до рабочей вязкости и в случае их загустения применяют следующие растворители: для ХВ-004 — растворители Р-4, Р-4А, Р-5, Р-5А; для НЦ-008 и НЦ-0038 — растворители 645 или 646; для МС-006 — ксилол. Гарантийный срок хранения шпатлевок всех марок — шесть месяцев со дня изготовления.

При использовании шпатлевок нужно иметь в виду: все они — токсичные и пожароопасные материалы, что обусловлено свойствами растворителей, входящих в их состав и применяемых для разбавления. Поэтому работы, связанные с применением шпатлевок, следует проводить в помещениях, снабженных приточно-вытяжной вентиляцией или на открытом воздухе. При работе со шпатлевками категорически запрещается использовать открытый огонь и курить. Для тушения пожара при загорании шпатлевок применяют песок, кошму, пенные огнетушители ОП-5 и т. п.

И второе. В связи с тем, что все перечисленные шпатлевки

содержат значительное количество органических растворителей, их можно наносить только тонкими ( $\leq 1,5$  мм) слоями. Увеличение толщины слоя ведет к появлению значительных усадочных напряжений в покрытии и, следовательно, к его растрескиванию и отслаиванию от подложки.

Вторая группа шпатлевок — полиэфирные, представляющие собой суспензии пигментов и наполнителей в ненасыщенных полиэфирных смолах. Характерная особенность таких шпатлевок — способность быстро отверждаться практически без усадки, позволяющая наносить их на поверхность изделия слоем толщиной до нескольких миллиметров.

В качестве отвердителя используют различные пероксидные соединения, чаще всего пероксид бензоила, варьируя содержание которых можно регулировать жизнеспособность и время отверждения таких шпатлевок.

Обычно в качестве мономера-растворителя полиэфирной смолы применяют стирол, реже акриловые мономеры (например диметакриловый эфир триэтилленгликоля). Но следует иметь в виду, что во втором случае время отверждения шпатлевок больше, чем в случае растворителя стирола. Правда, у стирольных шпатлевок есть свой недостаток — неприятный запах.

Из полиэфиростирольных шпатлевок наиболее известна шпатлевка ПЭ-0089, выпускаемая Черновицким химическим заводом. Она двухкомпонентная, и отвердителем шпатлевки служит 50 %-я паста пероксида бензоила в пластификаторе. Для контроля полноты смешения отвердителя с полуфабрикатом шпатлевки пасту обычно подкрашивают красным кра-

| Показатель   | ХВ-004   |         | НЦ-008 |          |                   | НЦ-0038 |       | МС-006  |
|--|--|---------|--------|----------|-------------------|---------|-------|---------|
|  | серая  | зеленая | серая  | защитная | красно-коричневая | белая   | серая | розовая |
| Внешний вид шпатлевочного покрытия после высыхания   | Поверхность должна быть ровной, однородной, без пузырей, оспин, царапин, трещин и механических включений |         |        |          |                   |         |       |         |
| Время высыхания до степени 3 при температуре (293±2) К, или (20±2) °С, ч, не более                       | 2  | 2       |        | 2,5      |                   | 3       |       | 0,25    |
| Условная вязкость шпатлевочной пасты при температуре (293±0,5) К, или (20,0±0,5) °С по ВЗ-4, с, не менее | 20—45  | 30—70   |        | 30—80    |                   | 30—70   |       | 19      |
| Массовая доля нелетучих веществ, %, не менее   | 67   | 60      | 70     | 70       | 65                | 63      | 63    | 80      |
| Эластичность шпатлевочного покрытия при изгибе, мм, не более   | 50   | 50      | 50     | 50       | 50                | —       | —     | 100     |

сителем. Шпатлевка поставляется комплектно: на 100 масс. ч. полуфабриката шпатлевки — 3 масс. ч. отвердителя, которые смешиваются непосредственно перед применением (жизнеспособность смеси после введения отвердителя при температуре 293 К, или 20 °С, составляет 6—15 мин; при повышении температуры она уменьшается, при понижении — увеличивается). Шпатлевка легко наносится на поверхность автомобиля шпателем; благодаря наличию в ней специальных реологических добавок не стекает с вертикальных поверхностей. Время полного ее высыхания при температуре 293 К (20 °С) не превышает 40—50 мин.

После отверждения шпатлевки получается однородная поверхность без пузырей, трещин и механических включений, легко шлифуемая без засаливания шкурки (рекомендуется вначале шлифовать более крупной, например, № 50, а затем более мелкой, № 20, шкурками).

Шпатлевка ПЭ-0089 может использоваться для выравнивания металлических и неметаллических поверхностей, ее можно наносить на загрунтованную и незагрунтованную поверхность, одним или несколькими слоями (после желатинизации нижнего слоя) толщиной от нескольких миллиметров до 1—2 см. Пригодна она и под эмали горячей (до 450 К, или 180 °С) сушки, так как после воздействия высоких температур сохраняет удовлетворительные эластичность при изгибе и прочность при ударе.

В случае загустевания ее можно разбавлять небольшим количеством стирола или любого полиэфирного лака (например, ПЭ или ПН).

Шпатлевка ПЭ-0089 широко апробирована на автобусных заводах, станциях технического обслуживания автомобилей, многими автолюбителями. По некоторым показателям она превосходит шпатлевку «Хемпропол» фирмы «Хемпро-Шид» (Югославия).

В заключение нельзя не сказать следующее. В последнее время многие предприятия альтернативной экономики приступили к выпуску полиэфирных шпатлевок по своим рецептурам. К таким шпатлевкам нужно подходить с осторожностью: в «самиздатских» шпатлевках в качестве связующего часто используются мебельные лаки и другие полиэфирные смолы, непригодные для шпатлевок из-за повышенной хрупкости. В результате шпатлевки, изготовленные на таких смолах, в зимнее время года теряют адгезионные свойства и отслаиваются от поверхности металла. Поэтому тем, кто хотел бы наладить промышленное производство полиэфирной шпатлевки или получить консультации по применению и качеству закупленных шпатлевок, целесообразно проконсультироваться у специалистов. Например, в обществе с ограниченной ответственностью «Лигнахим» (телефон в Москве 219-51-83).

удк 621.4-222.002.2

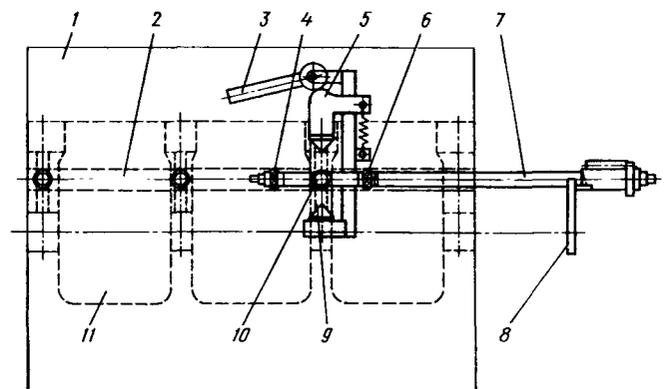
## УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕССОВКИ МАСЛОКАНАЛА

В. И. ЕФИМЕНКОВ  
ЯМЗ

На «Автодизеле» разработано и внедрено в производство устройство, предназначенное для опрессовки масляных каналов блока цилиндров двигателей ЯМЗ-236 и ЯМЗ-238 хлористым аммонием. Цель такой опрессовки — устранить их негерметичность, вызванную раковинами, трещинами, пористостью отливок.

Как известно, блок после механической обработки, в том числе и его маслоподводящих каналов, проверяется на герметичность. И если при стендовой проверке окажется, что его каналы негерметичны, то прибегают к помощи рассматриваемого устройства. Как это делается, покажем на примере герметизации канала, подводящего масло ко второму коренному подшипнику блока двигателя ЯМЗ-236.

Устройство (см. рисунок) представляет собой систему, которая, во-первых, герметизирует торцы поперечного 9 и продольного 2 маслоподводящих каналов блока, во-вторых, служит каналом подвода хлористого аммония и сжатого воздуха, необходимого для герметизации внутренних стенок каналов. Схема его подсоединения показана на рисунке.



Торцы поперечного масляного канала герметизируют поворотом эксцентриковой рукоятки 3. При этом струбцина 5 своими двумя резиновыми прижимами перекрывает выходы канала. Затем в масляный канал 2 вставляют уплотнительный стержень 7 и поворотом рукоятки 8 сжимают его манжеты 4 и 6. Таким образом, плотно закрытыми становятся и торцы канала 2.

После этого при помощи воронки в полость, образованную двумя отрезками масляных каналов и резиновыми уплотнениями устройства, через отверстие 10 заливают в блок небольшое количество хлористого аммония, ввинчивают штуцер гибкого шланга и, открыв вентиль, из цеховой

сети (элементы системы воздухоподвода на рисунке не показаны) подают в герметизированную полость сжатый воздух. Хлористый аммоний под давлением проникает в трещинки и поры каналов и «намертво» их затягивает (герметизирует).

После выдержки блок снимают с подставки, предварительно удалив с него устройство опрессовки, и снова проверяют на стенде.

#### Техническая характеристика устройства

|   |                  |
|---|------------------|
| Давление опрессовки, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) . . . . . | 0,5 (5)          |
| Время опрессовки, мин . . . . .                           | 2—3              |
| Масса (без подставки), кг . . . . .                       | 4                |
| Габаритные размеры (с подставкой), мм . . . . .           | 950×600×<br>×900 |

## ИНФОРМАЦИЯ

### ИЗ ИСТОРИИ ОТЕЧЕСТВЕННОГО АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИЯ

УДК 629.113.002(47)

#### ПЕРВЫЙ ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ТИПАЖ АВТОМОБИЛЕЙ. НАМИ (НАТИ), июнь 1941 г.

Канд. техн. наук С. А. ЛАПТЕВ

Одно из основных условий эффективного развития автомобильной промышленности страны — перспективное планирование научно-исследовательских и экспериментальных работ, т. е. базы прогресса автомобильной техники, и работ конструкторского и технологического направлений как по созданию новых моделей, так и модернизации автомобилей, стоящих на производстве.

Исходной базой такого планирования, в свою очередь, должен являться перспективный типаж автомобилей различных видов (по эксплуатационному назначению) и классов (по пассажироемкости или грузоподъемности), в том числе — легковых автомобилей, автобусов, грузовых автомобилей и специализированных транспортных средств.

Работы по данной проблеме были развернуты впервые в 1940—1941 гг. Этого требовали время, задачи дальнейшего развития народного хозяйства страны, все усложнявшаяся международная обстановка. Причем учитывалось, что при реализации разрабатываемого типажа и решении вопросов технического прогресса в отрасли потребуются не только реконструкция действующих предприятий, но и создание новых мощностей для объектов, не имеющих своей производственной базы.

Цель настоящей статьи — проанализировать (в изложении, максимально приближенном к тексту исходных документов) состояние автомобилестроения в стране в рассматриваемый период и вклад НАМИ (тогда НАТИ) в разработку типажа легковых автомобилей.

В годы, предшествовавшие началу Великой Отечественной войны, в СССР выпускалось только

два типа легковых автомобилей: среднего литража (по терминологии того времени) — ГАЗ-М1 и большого литража — ЗИС-101 (рис. 1). Развертывалось производство малолитражного автомобиля КАИМ-10.

Проведенное сопоставление технических параметров и эксплуатационных показателей этих автомобилей и их аналогов зарубежного производства, выполненное НАМИ, привело к заключению: по своей конструкции автомобили М-1 и ЗИС-101 не отвечают достигнутому иностранными фирмами уровню, а качество ряда деталей, агрегатов и комплектующих изделий не обеспечивает длительной надежной их работы в эксплуатации; отечественные автомобили отличаются большой «собственный вес» (масса), высокий расход топлива и масла, необходимость более частых и трудоемких технического обслуживания и ремонтов, повышенная потребность в запасных частях; значительно уступают они и в отношении таких важных эксплуатационных качеств, как комфортабельность, скоростные свойства, устойчивость, бесшумность и др.

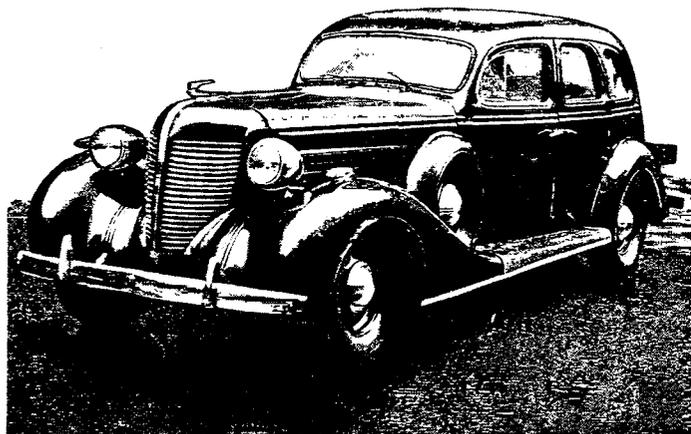


Рис. 1. Автомобиль ЗИС-101

Такое положение создалось вследствие того, что из-за малой мобильности и ряда других факторов производство неспособно было быстро осваивать новые типы машин, а в последующем, по тем же причинам, не производилось систематического их улучшения и модернизации.

Опыт эксплуатации и испытания автомобилей М-1 подтвердил, что маловместительный кузов, «органическая» неприспособленность ходовой части и механизмов управления к движению на присущих лучшим для того времени автомобилям высоких скоростях не соответствуют разработанному на заводе новому более мощному шестицилиндровому двигателю, а следовательно, частичная модернизация автомобиля неэффективна, нецелесообразна и требуется полная смена модели.

Учитывая, что разрабатываемый типаж должен быть рассчитан на достаточно длительную перспективу и какие-либо половинчатые решения здесь неуместны, было признано наиболее рациональным взамен М-1 создать две новые модели, а именно:

1. Более легкий экономичный автомобиль на пять пассажиров с четырехцилиндровым (т. е. более простым, легким и дешевым, чем новая «шестерка») двигателем меньшего, чем у М-1, «литража».

2. Автомобиль с шестицилиндровым двигателем того же типа, который был поставлен на производство на ГАЗе. Автомобиль должен иметь шестиместный поместительный кузов (без откидных сидений) и в ряде областей применения заменить весьма тяжелый, неэкономичный и дорогой ЗИС-101.

Что касается автомобиля ЗИС-101, то он, вследствие недостаточной общей комфортабельности, низкой максимальной скорости, устарелой конструкции ряда элементов шасси, в целом не соответствовал уже требованиям, предъявляемым к современному автомобилю высокого класса, и подлежал замене совершенно новой моделью. (В памяти автора сохранилось высказывание главного конструктора ЗИСа Е. И. Важинского, руководившего проектированием автомобиля ЗИС-101: «В погоне за высокой надежностью, необходимой для «правительственной» машины, она «несколько перетяжелена»...)

В основу перспективного типажа союзной

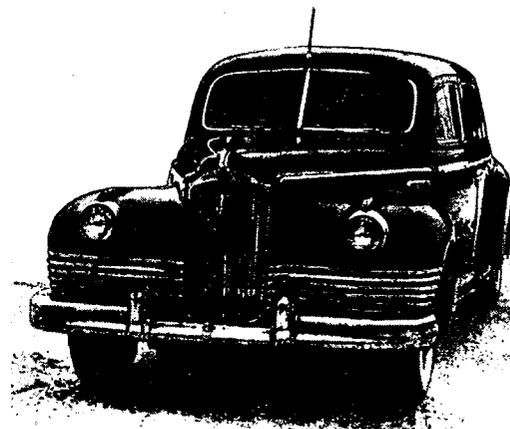


Рис. 2. Автомобиль ЗИС-110

автомобильной промышленности были заложены три принципа.

1. Типаж и ассортимент выпускаемых автомобилей должен в значительно большей степени удовлетворять потребности народного хозяйства, чем это имеет место в настоящее время (т. е. в рассматриваемый период — С. Л.), при малом количестве выпускаемых типов автомобилей и разновидностей кузовов.

2. По своим основным качествам — динамике, экономичности, комфортабельности, долговечности — отечественные автомобили должны быть подняты до уровня лучших автомобилей соответствующих классов.

3. С учетом особенностей экономики и дорожной сети Союза наши автомобили должны, в отличие от многих зарубежных, в первую очередь обеспечивать высокую экономичность в эксплуатации, хорошую надежность и достаточную проходимость.

Как показали анализ потребности народного хозяйства в различных типах легковых автомобилей и изучение типажа зарубежных, минимальное необходимое число классов легковых автомобилей для страны — четыре.

Три из них по рабочему объему цилиндров двигателя соответствуют автомобилям КИМ-10, ГАЗ-11 и ЗИС-101 (зарубежные аналоги — евро-

Перспективный типаж легковых автомобилей для производства в СССР (1941 г.)

| Тип           | Назначение   | Число мест   | База, м | Собственная масса, кг  | Двигатель       |                  |                                  | Максимальная скорость, км/ч               |
|---------------|--|--|---------|------------------------|-----------------|------------------|----------------------------------|---|
|               |  |  |         |                        | число цилиндров | рабочий объем, л | мощность, л. с.                  |   |
| Малолитражный | Индивидуальное пользование, почта, врачебные пункты, доставка на дом   | 4  | 2,3—2,5 | 700—800                | 4               | 1,0—1,2          | 30                               | 90  |
| Экономичный   | Учреждения и предприятия, колхозы и совхозы, индивидуальное пользование, такси на 2—3 пассажира.                                 | 5  | 2,5—2,7 | 1000—1150              | 4               | 2,0—2,5          | 50—60                            | 100                                       |
| Средний       | Пикап, фургон<br>Учреждения, предприятия, армия, спецмашины, такси на 4—6 пассажиров «Стейшен вэгон» на 8 мест, санкарета, пикап | 5—6 (без откидных сидений) и 7—8 (с откидными сиденьями) | 3,2—3,3 | 1600—1800              | 6               | 3,5—4,0          | 80—100                           | 100                                       |
|               |  |  | 3,2—3,6 | 1700—1900<br>2100—2400 | 8               | 5—6              | 140—160<br>180—200<br>с наддувом | 150<br>130 без наддува,<br>150 с наддувом |
| Большой       | Обслуживание учреждений союзного значения, армия, спецмашины, скорая помощь  | 5—6 (без откидных сидений) и 7—8 (с откидными сиденьями) | 3,2—3,6 | 1700—1900<br>2100—2400 | 8               | 5—6              | 140—160<br>180—200<br>с наддувом | 150<br>130 без наддува,<br>150 с наддувом |

пейский малолитражный, американский средний и американский большой автомобили); четвертый тип — экономичному европейскому среднему автомобилю, т. е. это промежуточный тип между КИМ-10 и ГАЗ-М1. Причем в классах средних и больших автомобилей должно быть по две модификации — с короткой и длинной базой, что в общем итоге дает шесть типов шасси. Основные характеристики и эксплуатационные назначения их представлены в таблице.

Таково, вкратце, основное содержание разработки первого отечественного типажа легковых автомобилей, вошедшего в документ, который назывался «Основные вопросы развития автомобилестроения и перспективный типаж автомобилей для СССР». В нем в качестве необходимого обоснования сделанных предложений рассматриваются также важнейшие проблемные вопросы легкового автомобилестроения (цитируются с сокращениями).

«Современная высокоразвитая техника автомобилестроения выдвигает перед нашей автопромышленностью ряд новых проблем, которым до сего времени у нас не уделялось нужного внимания и которые, во многих случаях, будучи уже достаточно глубоко разработаны, не вызывают сомнений в своей ценности как для существующих машин, так и в перспективе дальнейшего развития конструкции автомобиля.

Из агрегатов трансмиссии сюда относятся гидравлические сцепления, автоматические коробки передач, механизмы «овердрайв», гипоидные передачи.

Автоматические и полуавтоматические коробки передач ценны тем, что значительно облегчают управление... и могут улучшить динамику автомобиля за счет устранения влияния интервалов разрыва между двигателем и ведущими колесами в моменты переключения передач.

Механизмы «овердрайв» позволяют получить в эксплуатации значительную экономию горючего и повысить сроки службы деталей двигателя. (В современной практике получили распространение не «овердрайв», а выполняющие аналогичные функции пять «повышающие» передачи в коробках передач. — С. Л.)

Что касается гипоидных главных передач, то их преимущественное применение на американских легковых автомобилях объясняется рядом технических достоинств (возможность снижения трансмиссии и пола кузова, ... большая прочность шестерен, плавность работы).

Из агрегатов ходовой части в первую очередь необходимо назвать независимую подвеску и гидравлические тормоза. Бесспорные достоинства независимых подвесок, обеспечивающих значительное повышение комфортабельности автомобиля, его устойчивости при езде, особенно на высоких скоростях, делают необходимым срочное введение независимых подвесок в конструкцию отечественных автомобилей... Отсутствие у нас не только поставленных на производство независимых подвесок, но и развернутых работ по их изучению и внедрению совершенно недопустимо».

В документе настоятельно проводилась мысль, что в деятельности нашего автомобилестроения «должны быть учтены также все достижения современной автомобильной техники, в частности: произведена перебалансировка весов шасси путем

сдвига мотора и сидений вперед, введена независимая подвеска с соответствующей переработкой рамы, введены широкие удобные кузова без подножек».

Примечательно предвидение предстоящего расширения на семи-восьмиместных легковых автомобилях восьмицилиндровых V-образных двигателей: «Как возможный вариант следует иметь в виду V-образный двигатель, представляющий, вследствие малой длины, определенные преимущества в смысле получения большей полезной кубатуры кузова без увеличения базы».

Четко поставлен также вопрос о дизелях для легковых автомобилей: «Значительный интерес в отношении экономии топлива и замены дефицитных светлых топлив тяжелыми представляет применение на легковых автомобилях дизельных моторов. Такие дизели строятся несколькими фирмами Европы и США.

Дизель позволяет получить расходы топлива порядка 6,5—7 л/100 км на легковых автомобилях среднего размера и от 7—8 до 9—11 л/100 км на больших автомобилях... Наряду с ведущимися в Союзе работами по дизель-моторам для тяжелых грузовиков и автобусов нужно приступить к работам и в области малых дизелей для легковых автомобилей и легких грузовиков. Большого внимания заслуживают также вопросы внедрения двигателей с непосредственным впрыском легких топлив...»

Весьма мотивированным и конкретным выглядит высказывание по поводу несущих кузовов: «Несущие кузова в современном автомобилестроении заняли прочное место. Такие кузова ставятся, например, на автомобилях «Нэш-600», «Линкольн-Зефир» (США), «Моррис», «Воксхолл» (Англия), «Ситроен», «Амилькар» (Франция), «Ланчия» (Италия), «Опель», «Ганомаг» (Германия).

У последних моделей рамных американских автомобилей наблюдается тенденция к увеличению жесткости кузовов. Эта тенденция может привести в ближайшем будущем к еще более широкому распространению безрамных конструкций. Преимуществами несущих кузовов являются: экономия массы, большая жесткость конструкции, снижение габаритной высоты автомобиля. У нас не ведется практически никакой работы по безрамным конструкциям автомобилей, за исключением расчетных работ. В этой области должны быть начаты экспериментальные и конструкторские работы».

Нашел освещение и сохранивший актуальность до настоящего времени вопрос о заднемоторных и переднеприводных автомобилях, были сопоставлены их преимущества и недостатки: «Автомобили с задним расположением двигателя имеют некоторые положительные особенности: снижение уровня пола и центра тяжести, улучшение обзорности, возможность придать кузову весьма обтекаемую форму.

Недостатки конструкции с задним расположением двигателя — трудность охлаждения, сложность органов управления, невыгодность распределения веса по осям, большая длина свеса задней части кузова, снижающая проходимость автомобиля. К недостаткам подобных автомобилей можно отнести также отсутствие универсальности использования шасси, например, для пикапов, фургонов и т. п. По этим причинам задне-

моторные автомобили не получили в настоящее время сколько-нибудь значительного распространения».

По поводу же переднеприводной схемы высказаны иные соображения: «Что касается автомобилей с передним расположением двигателя и с передними ведущими колесами, то они обладают рядом преимуществ: компактность силового агрегата, возможность значительного снижения пола кузова и центра тяжести машины, улучшение устойчивости и уменьшение опасности заноса на повороте. Недостатками являются усложнение привода ведущих колес и некоторое ухудшение проходимости (в связи с разгрузкой передних ведущих колес на подъемах).

К настоящему времени применение этого типа за границей ограничивается легковыми автомобилями малого и среднего размера. В Союзе необходимо развернуть экспериментально-конструкторские работы по автомобилям этого типа и проверку образцов их в опытной эксплуатации».

Таковы, в сжатом изложении, анализ сложившегося к 1940—1941 гг. положения в автомобильной промышленности СССР и основные рекомендации, направленные на ликвидацию имевшегося серьезного отставания этой отрасли народного хозяйства от зарубежного уровня, вошедшие в первую инициативную работу НАТИ (НАМИ), посвященную перспективному типу автомобилей.

Началась Великая Отечественная война. Перед автомобильной промышленностью страны встали совершенно другие задачи, далекие от реализации нового типажа автомобилей и внедрения предложенных прогрессивных нововведений.

По-разному сложились судьбы участников работы над типажом. Авторы обзоров современного состояния автомобильной техники за рубежом П. О. Зарецкий и К. А. Симановский были призваны в армию, М. И. Брискин продолжил работу в НАМИ. Руководитель работы — автор этих строк — был переведен на один из машиностроительных заводов столицы, где в качестве начальника конструкторско-технологического бюро, а затем и цеха боеприпасов участвовал в организации производства реактивных осколочно-фугасных снарядов для гвардейских минометов — знаменитых «катюш».

Работы по перспективному типу автомобилей, хотя и прервались на некоторое время, уже в 1942 г., несмотря на сложнейшую обстановку в стране и столице, были возобновлены в Особой автомобильной лаборатории, руководимой академиком Е. А. Чудаковым, а в последующие годы также и в Институте комплексных транспортных проблем (членом-корреспондентом АН СССР Д. П. Великановым).

На предприятиях отрасли широко развернулись работы по многим видам автомобилей армейского назначения, танкам, бронеавтомобилям, вездеходам, санитарным автомобилям, а также минометам, автоматам, реактивным снарядам, другой военной технике и снаряжению. Так, на ГАЗе в 1941 г. был начат выпуск штабного автомобиля повышенной проходимости ГАЗ-61 с колесной формулой 4×4 и шестицилиндровым двигателем; в 1942 г. началось производство отечественного «джипа» — полноприводного ГАЗ-64, который вскоре был заменен усовершенствованным ГАЗ-67Б. Одновременно в НАТИ (НАМИ)

А. Ф. Андроновым, будущим главным конструктором МЗМА (АЗЛК) был разработан и испытан «конкурент» — автомобиль-разведчик, также полноприводный, АР-НАТИ, отличавшийся прогрессивной компоновкой, показавший высокую проходимость и надежность при испытаниях.

На Московском ЗИСе, после перебазирования автомобильного производства на восток, уже в июне 1942 г. был восстановлен выпуск грузового автомобиля ЗИС-5В, а в октябре того же года — полугусеничного автомобиля-вездехода ЗИС-42.

Следует отметить, что в один из самых тяжелых периодов войны, в середине 1942 г., по правительственному постановлению на ЗИСе было организовано конструкторско-технологическое бюро по созданию нового легкового автомобиля высшего класса, которое возглавил А. Н. Островцев. К работе в бюро были привлечены такие высококвалифицированные конструкторы, как В. Ф. Родионов, В. А. Вязьмин, Л. Н. Гусев, А. П. Зигель, художник-конструктор В. Н. Ростков и другие специалисты (некоторые — даже с отпуском из армии). Испытательные работы были поручены автору этих строк. Технологией изготовления опытных образцов занимался В. Я. Селифонов, позже назначенный начальником цеха по производству автомобилей ЗИС-110.

Благодаря принятым мерам предусмотренный перспективным типажом «престижный» легковой автомобиль ЗИС-110 (рис. 2) к 1946 г. получил «путевку в жизнь». В последующие годы было выпущено несколько новых моделей автомобилей этого класса в трехрядном и двухрядном исполнении сидений, с V-образным восьмицилиндровым двигателем большого литража и существенно модернизированными агрегатами и оборудованием.

Работы, относящиеся к текущему и перспективному типажам отечественных автомобилей всех типов, продолжались и на других автозаводах, но уже в несколько иных формах, отличавшихся большей оперативностью и, пожалуй, гибкостью.

*(Продолжение следует)*

**Уважаемые  
читатели!**

**Продолжается  
подписка на наш журнал**

**Напоминаем:  
его новая цена —**

**10 руб. — для индивидуальных подписчиков.  
30 руб. — для организаций и предприятий.**

**Индекс — 70003.**

## УПРАВЛЕНИЕ МОТОПРОИЗВОДСТВОМ В ЯПОНИИ. КОНЦЕПЦИИ И РЕШЕНИЯ<sup>1</sup>

А. П. ЗАХАРОВ  
ВНИИмотопром

После второй мировой войны, в ходе процесса восстановления промышленности, японские фирмы активно внедряли различные американские методы управления, особенно — управления качеством продукции.

В первую очередь они пытались внедрить эти методы путем обучения специального, контролирующего качество персонала, который применял бы их для проверки отдельных деталей и готовой продукции. Но, как оказалось, это редко повышало их качество, поскольку обученный персонал ограничивался только процессом проверки готовых изделий. Японцы очень быстро пришли к выводу, что управление качеством должно лежать за пределами процесса производственного контроля. В частности, поняли: решающий фактор в деле повышения качества продукции — это стимулирование рабочих и служащих работать старательно и точно, заставить сознавать свою ответственность за качество, информировать их о содержании работы и о приемах квалифицированного, умелого обращения с оборудованием.

Такой подход сначала себя оправдал. Но постепенно интерес руководства фирм к программам обучения рабочих методам контроля качества угас. И не без причин: японские рабочие начали самостоятельно образовывать на уровне цехов небольшие группы по изучению и применению методов управления качеством непосредственно на своих рабочих местах (знаменитые «кружки качества»). Последние постепенно охватили большинство фирм страны. Только тогда, как и планировалось, качество продукции с клеймом «Сделано в Японии» и производительность труда действительно резко повысились.

Кружок качества, как сказано выше, представляет собой небольшую группу работников, которая собирается, как правило, раз в неделю в нерабочее время на один или два часа, чтобы обсудить проблемы качества продукции, соответствие норм и методов производства, а также пути повышения производительности и улучшения существующей технологии и т. п. Чаше всего кто-то выдвигает идею совершенствования работы, производственного процесса и т. д. Остальные обсуждают ее и решают, приемлема ли она. То есть решения не диктуются сверху, а принимаются самими членами кружка.

Такая форма фирмам явно выгодна: ведь не зря собрания, проходящие после рабочего дня, многие фирмы считают сверхурочной работой и соответственно оплачивают ее. Более того, фирмы имеют специальные организации, которые содействуют кружкам качества в установлении норм и правил, предоставляя финансовую помощь, организуя общие собрания кружков всей фирмы, вынося на них проблемы контроля ка-

чества на самый высший уровень руководства, а также координируя нужды и претензии между кружками и другими подразделениями фирмы.

Причем годовое общее собрание, как свидетельствует практика, стало чуть ли не главным стимулом деятельности кружков качества. И это понятно: каждый участник такого собрания чувствует себя человеком, управляющим делами фирмы и создающим ее будущее.

Повышение качества продукции означает одновременно и повышение эффективности производства, поскольку снижает издержки последнего, ускоряет оборот капитала, т. е. отношение общего объема продаж к общей стоимости основных производственных фондов.

С другой стороны, есть и обратная связь: качество продукции зависит от системы управления производством. Поэтому японцы занимаются системами управления весьма и весьма серьезно. Первопроходцем в разработке таких систем стала фирма «Тоёта», которая объединила все лучшее, что было в системах Ф. Тейлора (научное управление производством) и Г. Форда (точное конвейерное производство).

Идея этой объединенной системы управления довольно проста: повысить эффективность производства путем устранения из него ненужных элементов. И теперь эта система известна как система «точно вовремя», а ее основная идея расшифровывается как «производство небольших деталей в нужное время и в нужном количестве».

Система на сегодня, пожалуй, из наиболее удобных. Именно поэтому ее внедрила не только «Тоёта», но и «Хонда», и «Кавасаки». Именно опыт двух последних позволяет наиболее точно сформулировать ее суть.

Для крупносерийного производства данная система предусматривает пять возможных типов организации и реорганизации производства: технологическая форма специализации, производство на специализированных поточных линиях, объединение технологических процессов, многопредметные поточные линии и производство на автоматизированных поточных линиях. Причем не трудно заметить, что каждый следующий этап дает более совершенное, чем предыдущие, производство с точки зрения применяемого оборудования, его размещения и организации технологического процесса, средств и методов подачи материалов, а также ведения документации, связанной с выполнением заказа. Это хорошо видно на примере реорганизации производства мотоциклов.

Так, первым этапом на многих предприятиях этих фирм была реорганизация цеха сварки мотоциклетных рам. И она прежде всего коснулась планировки цеха: универсальные сварочные агрегаты установили вдоль участка, где хранятся различные зажимные приспособления, используемые для крепления рам при сварке. В связи с тем, что установка на сварочный агрегат зажимного приспособления, предназначенного для выпуска рам конкретной модели мотоцикла, и проверка качества пробного изделия занимают порой несколько часов, сварочные агрегаты специализированы, т. е. изделие передается от одного агрегата к другому и на каждом прива-

ривается один из компонентов. Около каждого сварочного агрегата находится производственный запас деталей рамы, рассчитанный на несколько дней, т. е. на полный производственный цикл (время, необходимое для выпуска партии рам данной модели). Таким образом, основой и результатом данного этапа является техническая специализация агрегатов, образующих поточную линию.

Очевидно, что при такой организации, чтобы предотвратить нарастание избыточных производственных запасов, обеспечить своевременное выполнение заказов и соблюдение очередности работ, требуется большой объем контрольных мероприятий.

Второй этап — это такая организация, для которой тоже характерна специализация, но уже не агрегатов, а целых линий. Она возможна в случаях, когда объем выпуска той или иной детали достаточно велик и для того, чтобы полностью обеспечить потребности производства в конкретной детали, целесообразен непрерывный поштучный ее выпуск. Поточная, специализированная на выпуск данной детали линия полностью исключает потребность в большом производственном запасе. Становится реальным также устранение обременительной документации заказов-нарядов, графиков распределения заказов, маршрутных листов. Вся документация можно свести к ежедневному графику выпуска для каждой поточной линии.

Данная форма организации для производства мотоциклетных рам была применена на американском заводе фирмы «Кавасаки», заменив собой ранее существовавшую техническую специализацию агрегатов. Сделано это при помощи шести специализированных линий, каждая из которых оснащена соответствующими зажимными приспособлениями для сварки разных моделей и работает следующим образом.

На первом рабочем месте поточной линии свариваются первые две-три трубчатые заготовки. Затем изделие передается на второе рабочее место, где привариваются следующие заготовки с использованием другого зажима, и т. д. При этом сварщики обеспечиваются примерно равным объемом работы, поэтому операции тщательно синхронизируются: рассчитывается время, необходимое для производства сварочных работ на каждом рабочем месте, и добавляется либо уменьшается число сварочных швов на данном месте.

Около каждого сварочного агрегата сложены нарезанные отрезки труб — заготовки рамы. Ответственность за создание излишнего запаса труб или их нехватку лежит на цехе, где они нарезаются. Сварочный же участок отвечает лишь за создание излишнего (больше страхового или резервного) запаса готовых рам в конце линий. Если бы объем выпуска рам был заранее определен и не изменен, от этого запаса можно было бы отказаться вовсе. Однако этого не делают: специфика ручной сварки такова, что без страхового запаса работать трудно или даже невозможно. Но запас запаса рознь. Если в случае технологической специализации для каждого сварочного агрегата он был рассчитан на несколько дней, то при поточной линии сократился

до одно-, двухдневного задела в конце поточных линий.

Производственный цикл выполнения заказа на изготовление рам также уменьшился — с нескольких дней до 1—4 ч. Цеховая документация обычно сводится к ежедневному графику выпуска. Но и его можно устранить, сделав тем самым еще один шаг в направлении системы «точно вовремя», если вместо графика ввести карточки «Канбан». (По этой причине многие систему «точно вовремя» называют системой «Канбан», но такое определение некорректно: система «точно вовремя» представляет собой метод организации производства продукции, в то время как «Канбан» — лишь ее инструмент. Иначе говоря, «Канбан» — информационная система, позволяющая оперативно регулировать количество продукции на различных стадиях производства.)

Работу с карточками можно показать на примере взаимодействия участка сварочных поточных линий и следующего за ним участка окраски рам. Так, на последнем к пустым грузовым тележкам-стеллажам для транспортировки рам, возвращающимся на участок сварки, прикрепляют карточки, тем самым давая сигнал: необходимо изготовить дополнительное количество рам такой-то модели. Загруженные тележки с прикрепленными к ним карточками окрасочного участка могут служить резервным запасом на случай непредвиденных колебаний в объеме сварочных работ. Но главное предназначение системы «Канбан» — это сознательное применение административной меры, направленной на уменьшение резервного запаса с целью поставить рабочих перед фактом возникающих трудностей и стимулировать их действия по устранению причин этих трудностей. Применительно к рассматриваемому случаю административная мера, доведенная до логического предела, была бы такой: убрать все тележки, на которых хранится резервный запас рам. В результате были бы выявлены все нуждающиеся в разрешении проблемы сварочного участка (тугие зажимы на зажимных приспособлениях, заменяющие работу сварщиков, наличие дефектов в сварочных горелках и т. п.). То есть каждый последующий в технологической цепочке участок делается контролером работы и состояния предыдущего. Однако она же решает и другую задачу: если на участке следующей производственной операции возникает задержка, предыдущий участок перестает получать карточки «Канбан» и замедляет либо приостанавливает выпуск деталей. Так, при остановке операции окраски рам у сварщиков вскоре истощился бы запас карточек «Канбан» и порожних тележек. В таких случаях изготовление рам приостанавливается. Ведь фундаментальный принцип системы «точно вовремя» звучит так: «Не делай ненужной работы только затем, чтобы не простаивать».

На нашем предприятии сварка рам, несмотря на остановку участка окраски, продолжалась бы — с тем, чтобы не простаивали сварщики и сварочное оборудование. Администрация же упоминавшегося завода «Кавасаки» поступила бы со свободными сварщиками по-иному: направила на ремонт оборудования, на линию сборки, в конце концов, отправила бы их по домам.

Третий тип реорганизации производства рассмотрим на примере другого мотоциклетного завода той же фирмы «Кавасаки». Этот тип связан с переходом от специализированных поточных линий к совмещению технологических процессов. Здесь это выразилось в объединении операций штамповки и сварки мотоциклетных рам.

Такой переход, на первый взгляд, кажется невероятным: трудно представить, каким способом можно соединить 60-тонный пресс со сварочным аппаратом. Но завод выход нашел: тяжелые штамповочные прессы заменил на шести-, восьми- и десятитонные винтовые, спроектированные и изготовленные специалистами самой фирмы. На каждом таком прессе установлен постоянный штамп, так что необходимость в проведении наладки отпадает и специальной подготовки к этой операции не требуется.

Винтовой пресс работает медленно, но надежно. Сварщик использует его, как того требует система «точно вовремя»: когда ему нужна очередная заготовка, загружает пресс. Получив заготовку, помещает ее в зажим и приваривает к собираемой раме. (Разумеется, чтобы максимально сократить время, затрачиваемое на изготовление рамы, сварщик соблюдает определенную последовательность операций.)

Объединение нескольких операций экономит производственный запас, расходы на согласование, надзор и бумажную волокиту. Теперь сварщик может контролировать качество рам на всех стадиях их изготовления.

Возможен и другой способ объединения разнородных технологических процессов. Например, специализированные линии сварки переходят на участок окраски рам, а последний размещают на входе линии сборки мотоциклов. Тогда отпадает необходимость в любой документации, включая и карточки «Канбан». Причем объем окраски и сварки определяется непосредственно темпом сборки мотоциклов.

И второе: на всей производственной линии полностью устраняется необходимость в резервных запасах.

Второй пример реализации системы «точно вовремя» — тоже из практики того же завода: мастера сборочной линии разработали проект такого переноса линии сборки дифференциалов, при котором готовые дифференциалы поступали на линию конечной сборки в том ее месте, где их монтируют на мотоцикл.

Третий пример относится к участку, где шины надеваются на ободья колес. Собранные колеса подавались раньше на сборочную линию конвейером, теперь участок сборки колес примыкает непосредственно к месту их монтажа на мотоциклы на сборочной линии. В результате необходимый запас колес сократился до 1—2 шт.

Четвертый этап реорганизации производства — выпуск разных моделей продукции на одной линии. При переходе на него основная трудность — обеспечить синхронизацию операций, так как разные модели требуют разного времени изготовления.

Вариантов здесь может быть много: выпуск двух легких моделей после каждой тяжелой, трех легких на две средние и т. п. Если синхронизация поточных линий достигнута, то выигрыш оказывается значительным. И прежде всего — с точки зрения численности рабочих, количества необходимого оборудования и величины производственных площадей. Уменьшается и размер производственных запасов, так как резерв приходится создавать только для одной, а не нескольких линий.

И, наконец, о пятом типе реорганизации производства — автоматизированных поточных линиях. На заводах, имеющих такие линии, все изделия конструируются при помощи ЭВМ (САПР), автоматически рассчитываются заказные наряды на производство нужных узлов и деталей (САУП). Роботы, управляемые микроЭВМ, изготавливают детали и узлы, перемещают их и собирают нужное заказчику готовое изделие. Кроме того, все вычислительные машины очень часто способны обмениваться информацией как друг с другом, так и с компьютером, анализирующим конъюнктуру рынка. Это дает возможность превосходить поступление заказа на изделие, заблаговременно определять ожидаемый уровень прибыли, назначать оптимальную цену на изделие.

Японские фирмы не ограничивают сферу применения системы «точно вовремя» чисто производственной областью. Под нее организуется также материально-техническое снабжение производства, заключаются соглашения о поставках, ведется маркетинг.

Все это, а также планирование на базе САПР/САУП, роботизированное производство, комплексное управление качеством продукции — важнейшие элементы японской стратегии экономического завоевания мирового рынка. Ведь бесконечное повторение цикла «сокращение запасов — улучшение качества — рост производительности — новое сокращение запасов — дальнейшее улучшение качества» ведет, в конечном счете, к выпуску все более дешевых и качественных товаров, с которыми конкуренты справиться не всегда в силах.

Так, если говорить коротко, можно охарактеризовать организационные основы производства ведущих японских фирм, вытекающие из выработанной в послевоенный период управленческой философии. Есть у нее и другие не менее важные сферы производственной деятельности (эксплуатация оборудования, бухгалтерский учет и планирование, материально-техническое снабжение и сбыт, маркетинг, научно-исследовательские работы), где они достигли достаточно серьезных успехов. Однако то, что сказано выше, думается, для нас сейчас важнее: оно убеждает в необходимости выработки рациональной управленческой философии, а также ее инструментов — методологических приемов. Другого, если мы хотим стать равноправными членами мирового производства, не дано.

## НОВЫЙ ЛЕГКОВОЙ «ВОЛЬВО»

В. Н. ГОРДИЕНКО  
НИИ Информавтопром

На Московском автосалоне 1992 г. был представлен переднеприводный легковой автомобиль «Вольво» (Швеция) новой серии 800 (см. рисунок). Он сохранил основные признаки «Вольво» — надежность, безопасность и комфортабельность.

Конструкция нового силового агрегата обеспечивает высокие динамику и плавность движения в сочетании с оптимальной экономичностью: автомобиль набирает скорость 100 км/ч за 9,3 с (максимальная скорость — 215 км/ч) при снаряженной массе 1330—1820 кг, средний расход топлива — 9,3 л/100 км. Кроме того, двигатель самый чистый в экологическом отношении. Он рядный, четырехклапанный, пятицилиндровый с принудительным зажиганием рабочим объемом 2435 см<sup>3</sup> и системой резонансного наддува. Развиваемая мощность — 125 кВт (170 л. с.) при частоте вращения коленчатого вала 6200 мин<sup>-1</sup>, крутящий момент — 220 Н·м (22 кгс·м) при 3300 мин<sup>-1</sup>. Имеет низкую удельную массу (1,22 кг/кВт, или 0,9 кг/л. с.) и высокую литровую мощность (51,33 кВт/л, или 69,7 л. с./л). При этом величина крутящего момента уже при частоте 1000 мин<sup>-1</sup> составляет 175 Н·м (17,5 кгс·м), т. е. 80 % своей максимальной величины, и 198 Н·м (19,8 кгс·м) в диапазоне частот 1800—6000 мин<sup>-1</sup>. Даже при степени сжатия 10,5 и давлении 1,17 МПа (11,7 кгс/см<sup>2</sup>) двигатель работает на неэтилированном бензине с октановым числом 95, а за счет автоматической коррекции величины угла опережения зажигания можно применять бензин с октановым числом 91. Порядок работы цилиндров следующий: 1, 2, 4, 5, 3. Масса полностью укомплектованного двигателя — 153 кг.

Рассмотрим конструкцию двигателя.

Блок цилиндров отлит из эвтектического высококремни-

стого алюминиевого сплава.

Для обеспечения требуемой надежности в блоке устанавливаются сухие гильзы из серого чугуна. Диаметр цилиндров — 83 мм, что при межосевом расстоянии 91 мм позволило создать оптимальную компоновку блока цилиндров при общей длине двигателя 609 мм. Коленчатый вал шестиопорный. В блок-картер встроены корпуса жидкостного насоса и термостатов, выполнен кронштейн для установки масляного фильтра. Емкость системы смазки теперь составляет 4,7 л, а системы охлаждения — 7,2 л.

Двигатель оснащен электронной системой управления германской фирмы «Бош», которая при помощи микроЭВМ выполняет следующие функции: управляет системой зажигания; оптимизирует состав топливозвдушной смеси для всех режимов эксплуатации; управляет системой резонансного наддува, что повышает степень наполнения камеры сгорания;



стабилизирует частоту вращения коленчатого вала на режимах холостого хода; ограничивает максимально допустимую частоту вращения коленчатого вала; обеспечивает бездетонационную работу двигателя; поддерживает температурный режим двигателя; управляет автоматической коробкой передач; стабилизирует движение автомобиля.

Эксплуатационный ресурс двигателя составляет 200 тыс. км. При разгоне двигатель работает легко и плавно. Мощность передается через пятиступенчатую механическую коробку передач новой конструкции длиной 358 мм (масса 46 кг) или четырехступенчатую автоматическую коробку передач с программным управлением. Последняя обеспечивает три режима движения автомобиля: «высокоэкономичный», «спортивный» и «зимний».

Новая модель сохранила высокий уровень исполнения системы подвески. Передняя — «Макферсон», задняя — рычажная со спиральными пружинами и жесткой осью, с подвешенными к ней на продольных рычагах колесами. На всех колесах, ободья которых изготовлены из алюминиевого сплава, установлены вентилируемые дисковые тормоза (диаметр тормозных дисков передних — 282 и задних — 295 мм) с усилителем, что в сочетании с рулевым механизмом реечного типа, имеющим переменное передаточное отношение, обеспечивает эффективность управления автомобилем (диаметр рулевого колеса 365 мм). Автомобиль хорошо держит дорогу, ему ничем зимняя гололедица.

Как и всегда, в автомобилях «Вольво» пассивной и активной безопасности уделено особое внимание. Применение антиблокировочной системы в качестве стандартной комплектации обеспечивает устойчивое

управление автомобилем в экстремальных дорожных условиях; передние и задние бамперы способны поглотить энергию соударения на скорости до 14 км/ч без видимых повреждений; ремни безопасности с трехточечным креплением на всех сиденьях, в сочетании со складывающейся рулевой колонкой и надувными подушками, установленными по заказу, способствуют полной безопасности.

Кузов — трехобъемный, несущей конструкции. Он изготовлен из оцинкованной стали. В силовую схему кузова введены элементы жесткости, гасящие боковые удары во время аварии. Это средние стойки, двери, пороги, сиденья, поперечные лонжероны переменного сечения, передающие ударные нагрузки на центральный продольный лонжерон. Пластмассовый топливный бак емкостью

73 л смонтирован над задним мостом, что дополнительно обеспечивает безопасность в случае столкновения.

Стайлинг модели 850 традиционно современен. Ярко выраженная клиновидная форма кузова с низкой линией капота, плавно поднимающейся к салону, в сочетании с пологой задней частью кузова и большой площадью остекления придает модели современный и запоминающийся внешний вид. Выгнутый профиль капота с плавными линиями сопряжения блока фар, декоративной решеткой радиатора, переднего бампера и спойлера создает модели хо-

рошую аэродинамику (коэффициент аэродинамического сопротивления 0,31). Профиль багажного отделения плавно сопряжен с задними стойками, отчего автомобиль кажется короче. Багажное отделение — двухъярусное, объемом 0,446 дм<sup>3</sup>. Габаритные размеры этой модели — 4660×1760×1400 мм, база — 2665 мм, колея передних и задних колес — 1520 и 1470 мм.

Интерьер салона традиционен и с эстетической точки зрения удачен. В нем хорошо сочетается комфортабельность анатомических сидений с подголовниками.

Автомобиль рассчитан на перевозку пяти человек и 100 кг груза. Кроме того, можно разместить на крыше салона до 35 кг груза, а сцепное устройство позволяет буксировать прицеп массой до 1600 кг. Уровень шума на скорости 100 км/ч составляет только 65 дБА. В салоне смонтированы система кондиционирования с новым экологически чистым хладагентом, высококачественная стерео- и аудиоаппаратура.

Автомобиль «Вольво 850» пользуется большим спросом в Европе, планируется к продаже и в России.

УДК 629.114.5-036.5-419.8

## КОМПОЗИТЫ В АВТОБУССТРОЕНИИ

Канд. техн. наук О. З. ГОРБАЙ  
ВКЭИ автобуспром

Современный технический уровень в автобусостроении немыслим без широкого применения новых материалов, которые позволяют снизить материалоемкость и трудоемкость изготовления деталей сложной конфигурации, энергоемкость производства и переработки в изделие, повысить надежность и долговечность, сократить количество деталей и сборочных операций. Так, внедрение пластмасс в конструкции АТС стало возможным только после создания композиционных полимерных материалов, среди которых ведущее место занимает стеклопластики на основе терморезистивных смол.

Сегодня уже не является новинкой изготовление из пластмасс передней и задней панелей кузова, дверок багажников и мотоотсека, колесных ниш и надколесных арок, вентиляционных люков, панелей щитка приборов, сидений и других деталей, дающих, несмотря на их высокую стоимость, существенные экономические преимущества по коррозионной стойкости, ремонтопригодности, загрязняемости и аэродинамическим свойствам.

Каждый килограмм пластмасс, по данным американских специалистов, снижает массу автотранспортного средства на 1,2 кг. В таблице приведена (в тыс. т) динамика роста применения пластмасс в мировом производстве автомобилей.

Ряд западных фирм, ранее получавших практически всю гамму деталей из пластмасс за счет поставок из специализированных фирм, теперь начинает выпуск деталей из композиционных материалов на своих производственных мощностях, особенно при изготовлении крупногабаритных деталей. Такой подход позволил в начале 1980-х годов приступить к исследовательским работам по созданию моноблочного или цельнолитого кузова автобуса. Например, фирма «Бреда» (Италия) разработала в 1987 г. макет городского автобуса. Он представлял собой конструкцию, состоящую из шасси с металличе-

ми лонжеронами, сваренными внутрь пластмассового кузова. Принята модульная концепция: два модуля («окно-окно» и два «окно-дверь», «потолок») соединяются между собой и с шасси болтами. Шасси — монолитная структура. Панели пола выполнены из металлических штамповок, на которые наносятся гальваническое покрытие и пропитанное стекловолокно, составляющие первый слой «сэндвича», покрываемого пластмассой. На стадии изготовления прототипа использовался полиуретан, но для окончательного варианта автобуса возникла потребность в более пожароустойчивых пластмассах. Поэтому на завершающих операциях формования панели каждые 500 мм усиливались стекловолокном и накладывалась аналогично вторая панель. Между собой панели соединялись по периметру стекловолокном и пластмассой.

По несколько иному пути пошли немецкие автобусостроители. Так, германская фирма «Неоплан» приступила к серийному производству городского автобуса «Метролайнер» (рис. 1) с кузовом комбинированной конструкции (металл-пластмасса) из композиционных материалов. Автобус способен перевозить 80 пассажиров, в том числе одного инвалида в коляске. Габаритные размеры автобуса (10,33×2,5×2,56 м) позволяют перевозить еще и 6 т полезного груза. Собственная масса автобуса, по сравнению с аналогом со стальным кузовом, уменьшена на 40 % и составляет всего 6,3 т.

Остановимся более детально на технологии изготовления кузова, перенесенной из космической техники и самолетостроения.



Рис. 1. Автобус «Метролайнер» фирмы «Неоплан»

Основа комбинированного материала из искусственных волокон — уголь, арамид и стекло. С учетом специфических свойств каждого компонента создан комбинированный волокнистый материал с линейным тепловым расширением в 2 раза меньшим, а прочностью в 2,5 раза большей, чем у стали. Подбор ячеек искусственного волокна по прочности оптимизирован в процессе конструирования при помощи компьютеров по системе программирования CAD-CATIA, основанной на натуральном расположении волокон в живой природе. По полученной математической модели с различными вариантами приложения нагрузок проведена прочностная оптимизация для формализации напряжения в целой структуре, позволившая расположить волокна по направлению действующих нагрузок и соответственно упрочнить наиболее ответственные места усилителями из стекло- и арамидного волокна. По карте расположения волокон создана «сэндвичная» конструкция. Для этого комбинированная волокнистая ткань размещается по направлению (в дальнейшем) действующих нагрузок, пропитывается эпоксидной смолой и накладывается на открытые формы, состоящие из двух частей. Образование «сэндвича» происходит путем нало-



Рис. 2. Новая концепция городского автобуса в исполнении фирмы ДАБ

жения панелей из пенопласта и объемного сжатия в вакууме при температуре 353 К (80 °С). После рихтовки обе половинки объединяются в один блок, готовый для лакокрасочных работ.

Масса кузова составляет всего 1200 кг. Возможный срок эксплуатации увеличен как минимум вдвое и составляет за счет высокой коррозионной стойкости 15—20 лет.

Прежде чем рассматривать преимущества применения кузова из композиционных материалов, необходимо особо выделить два из них: образование практически ровного пола по всей длине автобуса, возможность применения двигателя и других агрегатов уменьшенного веса.

Так, облегченные вход и выход, перевозка инвалидов колясок стали возможны за счет высоты пола 320 мм при применении разработанной фирмой конструкции подвески, уменьшения диаметра колес и шин, что, в свою очередь, конструктивно позволило удобно разместить в салоне пассажирские сиденья по принципу «плечи-плечи». Более чем наполовину уменьшенная высота пола (710 мм) при неизменной высоте

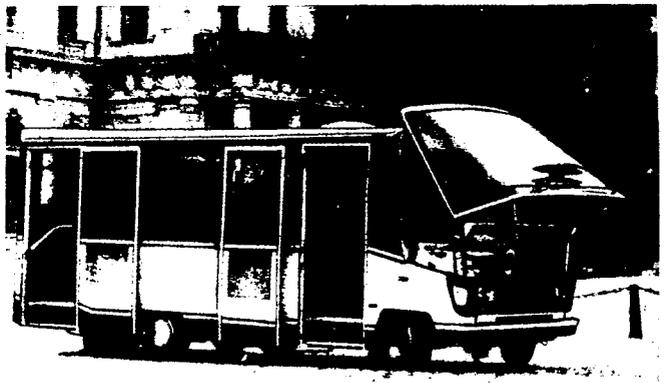


Рис. 3. Совмещение функций ветрового стекла и капота на автобусе «Газель» фирмы «Фолл»

салона дала возможность снизить общую высоту автобуса и, соответственно, расход топлива. Сокращение лобового аэродинамического сопротивления обеспечивается благодаря ровному и плоскому днищу, что уменьшает как загрязняемость автобуса снизу, так и количество вредных выбросов в окружающую среду.

Автобус оборудован шестилитровым шестицилиндровым двигателем «Дойц» мощностью 118 кВт (160 л. с.), масса которого на 50 % меньше массы 13-литрового двигателя обычного городского автобуса. Расположение двигателя поперечное. Передача мощности на колеса осуществляется через автоматическую коробку передач, короткий карданный вал и П-образный мост. За счет такой компоновки силового агрегата максимально сокращен задний свес автобуса и более равномерно распределяется нагрузка по всей его длине. С этой же целью удлинен передний свес, на котором вмонтирован резиновый буфер, полностью поглощающий кинетическую энергию удара, исключая повреждение передней части при скоростях до 15 км/ч. На автобусе использована спереди независимая пневматическая подвеска легкового автомобиля «Макферсон», амортизаторы размещены внутри пневмоэлементов. Кроме того, на задней оси можно использовать одинарные шины, на 40 % удешевить замену агрегатов, на 20 % снизить расход топлива, свести расходы на шины до 50 %.

Уже сегодня перед фирмой стоит вопрос о путях утилизации пластмассовых кузовов. После исследований в лабораториях разработана технология безотходного расчленения кузова без образования вредной пыли, а также дальнейшего преобразования в шлак в печах при температуре около 1273 К (1000 °С). Количество энергии, необходимое для полного сгорания материала, эквивалентно количеству энергии, потребной для сгорания, например, такого же объема домашнего мусора. Причем выброс экологически вредных газов после сгорания композиционных материалов намного меньше, чем при сгорании

| Год  | Япония | США       | Страны Западной Европы |
|------|--------|-----------|------------------------|
| 1980 | —      | 659       | 600                    |
| 1985 | 821    | 770       | 900—1000               |
| 1990 | 971    | 1800—2000 | 1500—1666              |

эквивалентного количества отходов домашнего быта или кожевенной промышленности.

При покупке автобуса фирма гарантирует принятие кузова обратно после 30 лет эксплуатации, без дополнительной оплаты. На заводе фирмы уже оборудованы специальные печи для переработки отходов производства кузовов из композиционных материалов. Получаемое тепло используется в системе теплообеспечения завода и для подогрева воды в производстве. Возможен и другой способ использования панелей (плит) из композиционных материалов: ими могут покрываться поверхности автострад или строиться (в опасных местах) защитные стенки.

Интересное решение концепции городской модели представила датская фирма ДАБ, которая является одним из «пионеров» применения кузовов из легких металлов и контролирует более 60 % рынка своей страны. Ее модель (рис. 2), внешне простая, но современная внутри, поставлена на производство в 1990 г.

Модель может перевозить восемь инвалидов кресел и 18 пассажиров или только 50 пассажиров, при очень удобном входе-выходе. Столь низкий уровень ровного по всей длине пола (высотой всего 230 мм) составляет своеобразный рекорд: он всего на 80 мм выше бордюрного камня тротуара. Вход в салон обеспечивают две одностворчатые двери, размещенные в базе, соответственно за передней и перед задней осями. Кресла в салоне расположены двухрядно по направлению движения с левой стороны и однорядно поперечно возле окон правой. Все поручни кресел крепятся только к крыше. Кабина водителя отделена от салона перегородкой. Эргономически исполненное место водителя включает элементы компьютерного управления. Все агрегаты размещены в вертикально отделенном заднем отсеке, занимающем 10 % полезной площади. В этом капсулированном отсеке, расположенном над задним мостом, двигатель и агрегаты размещаются по принципу «полки в шкафу». За счет малой глубины отсека улучшен доступ ко всем агрегатам и узлам. Ту же роль играет и капот, выполненный из двух вертикально расположенных половин, по всей высоте задней части автобуса.

Повышенную маневренность обеспечивает установка обеих поворотных осей с гидростатическим приводом, а также другие преимущества: отсутствие карданной передачи, коробки передач, дифференциала, передача крутящего момента при помощи шлангов напрямую к колесным двигателям. Гидропривод, к сожалению, невозможно выполнить с высоким КПД, поэтому предусмотрена возможность установки на этой модели дизеля, бензинового или работающего на газе двигателей мощностью от 130 до 170 кВт (от 176 до 230 л. с.). Оптимальным из этих решений является установка на автобусе (длина 8,6 м, масса 8 т) шестицилиндрового дизеля ДАФ рабочим объемом 6,24 л с турбонаддувом, мощностью 156 кВт (212 л. с.) при частоте вращения коленчатого вала 2600 мин<sup>-1</sup>.

Новая концепция в кузовостроении нашла свое отражение и в автобусах пассажироместимостью до 25 чел., общей длиной не более 6,5 м. Так, кузов из композиционных материалов для этого класса автобусов («Газель») создала

фирма «Фолл», установка которого не сказалась на изменении компоновки силового агрегата. Как и раньше, двигатель размещен спереди. Основная причина такого компоновочного решения — трехосное шасси «Фиат Дукато» и МБ 100. Автобус при общей длине 6570 мм имеет два двухступенчатых входа; передняя дверь шириной 840 мм предназначена для входа пассажиров и водителя; задняя дверь, которая шире на 120 мм, размещена в заднем свесе. Причем обе двери — самолетного типа, что осложняет подъезд к тротуару вплотную. Пол салона неровный, в районе второй двери имеется подставка, но большая накопительная площадка, оборудованная в заднем свесе автобуса, расположена на уровне второй ступеньки и способна разместить инвалидные и детские коляски.

Интересное решение реализовано в конструкции капота. Он выполнен вместе с рамой ветрового стекла (рис. 3). Очень хороший доступ к двигателю, но возникает проблема герметизации стыкового шва перехода капот — переднее стекло с кузовом. Открывается капот вверх, шарнирное крепление размещено на кромке крыши.

Масса снаряженного автобуса с бензиновым двигателем и катализатором составляет 2400 кг. Пятиступенчатая коробка передач заимствована у модели «Дукато». Автобус оборудуется сервоуправлением руля, обеспечивающим высокую маневренность на узких центральных улицах.

На этом же шасси «Дукато» создан кузовостроительной фирмой «Фет» 22-местный прототип городского автобуса. Он отличается от модели «Газель» более угловатыми формами, плоским ветровым стеклом и ярко выраженным, как у легкового автомобиля, передком.

Интересен также второй прототип — автобус «Дюведек» (Голландия) из Энтховенского центра исследований. Опытный экземпляр собран на шасси МБ 100 фирмы «Мерседес-Бенц» из алюминиевого каркаса кузова и пластмассовой облицовки «сэндвичной» конструкции и предназначен для перевозки 25 пассажиров. Конструкция шасси имеет высокие показатели плавности хода за счет применения комбинированной рессорно-пневматической подвески.

Германской фирмой «Дельта дизайн» разработан проект еще более короткого городского автобуса — длиной всего 5,35 м, рассчитанного на 22 пассажира. При снаряженной массе 2 т автобус способен перевозить полезный груз до 1,5 т. Также по «сэндвичной» технологии изготовленный кузов имеет абсолютно ровный пол. Для увеличения жесткости кузова отформован на крыше канал, сделаны переходы большого радиуса. Число мест для сидения минимальное, так как назначение автобуса — работа на коротких маршрутах. Поручни для пассажиров размещены по боковинам, есть центрально размещенная трехножечная стойка.

В качестве двигателя используется дизель-электрическая установка: дизель мощностью 30 кВт фирмы «Фольксваген» размещен спереди, а электрические двигатели, приводящие заднюю ось, сзади. Сзади размещены также два серно-натриевых аккумулятора. Автобус развивает скорость 80 км/ч, скорость разгона — 50 км/ч за 7 с.

Одно из основных преимуществ этого компакт-

ного автобуса — на 30 % большая пассажироместимость, чем у аналогов с другими компоновочными решениями салона.

Анализ современного состояния и перспектив развития городского автобуса свидетельствует о

нарастающей тенденции применения облегченных кузовов из композиционных материалов. По мнению зарубежных специалистов, крупносерийное производство автобусов с цельнопластмассовым кузовом намечается в 1992 г.

## КОРОТКО О РАЗНОМ

Германская фирма «Фольксваген» расширила гамму легковых автомобилей «Пассат», ставших уже популярными, моделью с V-образным шестицилиндровым двигателем. Новый двигатель рабочим объемом 2792 см<sup>3</sup> и мощностью 128 кВт (174 л. с.) позволяет автомобилю со снаряженной массой 1325 кг развивать скорость до 224 км/ч. При этом расход топлива составляет 9,2 л.

В настоящее время в автомобильной промышленности вместо стали, как известно, широко применяются композиционные материалы для изготовления бамперов, кузовных панелей и других деталей. Эти композиты обычно вдвое легче стали, однако не уступают ей в прочности. Снижая массу автомобиля, пластик способствует экономии топлива, а на производство из него деталей расходуется на 20—25 % меньше энергии, чем на стальные.

Правда, не обходится и без затруднений. Так, по данным специалистов фирмы «Дженерал моторс» (США), кузовные панели из композиционных материалов на некоторых моделях грузопассажирских автомобилей стали отслаиваться, как старые обои, от проникновения между слоями пластика влаги.

Фирмой ФИАТ (Италия) разработан городской электромобиль «Чинквеченто Эллетра» с свинцово-гельным и никель-кадмиевой аккумуляторными батареями, соединенных последовательно, общей массой 270 кг. Такая комбинация этих двух источников энергии увеличивает пробег электромобиля на 50 %. Аккумуляторы размещены в специальном контейнере в задней части кузова. Зарядное устройство расположено под капотом. Оно вырабатывает переменный ток от сетевого напряжения 220 В,

силой 12 А. Для полной зарядки батарей требуется 8 ч.

Максимальная скорость электромобиля — 85 км/ч обеспечивается электродвигателем мощностью 9,2 кВт (12,5 л. с.).

Американский журнал «Индастри Уик» назвал предприятие фирмы «Энгельхард» в г. Хантсвилле (Алабама, США) среди десяти лучших предприятий страны. И вполне заслуженно. Оно изготовило в первом полугодии 1992 г. 100-миллионный автомобильный каталог. Его продукция также — каталитические нейтрализаторы для вилочных погрузчиков и стационарных двигателей.

Шатуны, изготовленные методом порошковой металлургии, впервые начали применяться японской фирмой «Тоёта» в четырехцилиндровом двигателе рабочим объемом 1,8 л, устанавливаемом с 1983 г. на модели «Кемри». Эти шатуны получили распространение (выпущено свыше 15 млн. шт.) в

двигателях многих моделей фирмы, в том числе и восьмицилиндровом рабочим объемом 4 л автомобиля «Лексус».

В настоящее время содержание алюминия в европейских автомобилях составляет по 8 % его общей массы; к 2000 г. эта цифра должна возрасти, по прогнозам, до 20—25 %.

Фирма «Мичиган кроум энд кемикл» (США) разработала каталитическое антикоррозионное покрытие «Микросил» для алюминиевых сплавов, которое сохраняет свои защитные свойства при температурах от 217 до 672 К (от —56 до 399 °С). Оно нетоксично, бесцветно, обладает электропроводностью. Может использоваться на литых, экструдированных, обработанных резанием, прокатанных и полученных протягиванием профилях.

Такое покрытие уже применяется на нескольких крупных деталях автомобиля, включая впускные патрубки двигателя.

## ВЫШЛИ ИЗ ПЕЧАТИ

УДК 629.113.002(520)(049.3)

**В. Д. СПАНДАРЬЯН, М. В. СПАНДАРЬЯН**

**Автомобильная промышленность Японии.** — М.: Наука, главная редакция восточной литературы. 1989. — 200 с.

В рецензируемой книге дан анализ послевоенного развития японского автомобилестроения, совершившего за сравнительно короткий срок качественный и количественный скачок, который позволил ему выйти на передовые позиции мировой экономики.

Рассмотрены пути достижения такого успеха: умелое использование американского опыта и собственных научно-технических и конструкторских разработок; сочетание передового зарубежного и национального менеджмента; внедрение

в производство автомобилей автоматизации, роботизации, гибких производственных систем, ЭВМ и т. д.; сосредоточение особого внимания на вопросах качества продукции, создание всеобъемлющей системы контроля качества — от конструирования до послепродажного сервиса, вовлечение в нее персонала рабочих и служащих и основных, и субподрядных предприятий.

Проанализированы также этапы становления японского автомобилестроения. Первые 37

послевоенные годы: строгий контроль американских оккупационных властей над восстановлением и развитием японского автомобилестроения (разрешалось производить только 18 тыс. грузовых автомобилей в год). 1947 г.: разрешено изготовлять и легковые автомобили — всего 300 в год; с 1950 г. — подъем японского автомобилестроения в связи с войной в Корее, затем во Вьетнаме; 1961 г.: производство автомобилей всех видов впервые превысило 1 млн., а в 1972 г. — 6 млн. при опережающем росте производства легковых автомобилей; 1980 г.: выход на первое место в мире по объему производства автомобилей и стабильное лидирующее положение в мировом автомобилестроении; рост экспорта автомобилей в 5 раз за период с 1970 по 1985 гг.; 1985 г.: около 30 % всего мирового производства автомобилей.

Авторы книги, рассматривая особенности японского автомобилестроения, раскрывают их основные факторы. Во-первых, крупные капиталовложения в отрасль, позволившие коренным образом обновить оборудование и систематически мо-

дернизировать производство; во-вторых, практически полная обеспеченность отрасли всем необходимым для развития за счет собственного производства (высококачественные материалы, совершенные технологии); в-третьих, рациональное изучение и прогнозирование тенденций спроса на автомобили и, как результат, ставка на производство экономичных, относительно дешевых, но достаточно комфортабельных и надежных в эксплуатации моделей типа субкомпактных («мини») и компактных («миди») автомобилей; в-четвертых, наличие в стране емкого внутреннего автомобильного рынка.

Авторами изучены и серьезно проанализированы тенденции современного состояния автомобильной промышленности Японии. Так, из 11 основных компаний больше половины выпуска приходится на две — «Тоёту» и «Ниссан». Вскрыты главные направления работ автомобилестроителей: снижение массы автомобилей, совершенствование двигателей внутреннего сгорания, развитие автомобильной электроники, применение турбонаддува, использование переднеприводной

и полноприводной компоновки, совершенствование дизельных автомобилей.

Авторы акцентируют внимание читателей на необходимости изучения опыта и достижений японского автомобилестроения, суть которых заключается, прежде всего, в постоянном обновлении основных фондов предприятий, работе над совершенствованием моделей автомобилей; первостепенном внимании к вопросам качества, широком вовлечении всех работников в борьбу за качество, создании разветвленной сбытовой и сервисной сети на внутреннем рынке, тщательно продуманном освоении зарубежных рынков; развитии собственной научно-исследовательской базы и кооперировании с иностранными фирмами.

Ценность книги — также и в приведенном авторами обширном статистическом материале по японским автомобилестроительным компаниям, наличии краткой характеристики и структуры основных из них, схемы кооперационных связей между автопромышленностью Японии, США и Западной Европы.

О. И. ПЕРМЯКОВ

## ВНИМАНИЮ предпринимателей строительных, дорожных, промышленных предприятий, фермеров!

ИЗДАТЕЛЬСТВО "МАШИНОСТРОЕНИЕ" ПРЕДЛАГАЕТ:

- строительные и дорожные машины различного назначения (экскаваторы, бульдозеры, автогрейдеры, краны, сваебойные копры, дорожные катки, бетоносмесительные установки, бетонотранспортное и отделочное оборудование и др.)
- оборудование предприятий строительных материалов (дробильно-сортировочное, для изготовления ЖБИ, кирпичных заводов различной мощности, пневмотранспорта и др.)
- ручной электро-пневмоинструмент (сверильные и шлифовальные машины, рубильные и клепальные молотки, гайковерты и др.)

ЦЕНЫ ДОГОВОРНЫЕ

Контактный адрес: 107 076, Москва, Стромынский пер., 4.  
Телефон: 269-48-96.

# СОДЕРЖАНИЕ

## ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ

### ПРОИЗВОДСТВА

аршалкин Г. И.— Государственная инновационная программа «Экоавто» . . . . . 1

Ржевский В. Ф.— Гибкая автоматизация. Выбор стратегии . . . . . 4

## КОНСТРУКЦИИ

### АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Дубровин В. Ю.— Рекуператоры энергии на городских автобусах . . . . . 6

Малинин М. А.— Аккумуляторные силовые установки циклов Стирлинга и Ренкина . . . . . 8

Для повышения надежности тормозных механизмов

Вольченко А. И., Вольченко Д. А., Масляк И. Н.— Охлаждение . . . . . 11

Мордашов Ю. Ф.— С учетом условий эксплуатации колесных цилиндров тормозных систем . . . . . 14

Клеников С. С., Люминарский И. Е.— Оптимизированные пакеты рессор . . . . . 16

Ответы на письма читателей

Иванов С. Н., Баженов П. И.— Аппроксимирующие зависимости для определения моментов инерции . . . . . 19

## АВТОТЕХОБСЛУЖИВАНИЕ

Еремеев С. Р.— Сертификация услуг автосервиса . . . . . 20

Матвеевский Б. Р., Петросянец Е. А.— По анализу масла Ответы на письма читателей . . . . . 22

Гербер В. Д.— Шпатлевки . . . . . 24

Ефименков В. И.— Устройство для опрессовки маслоканала . . . . . 25

## ИНФОРМАЦИЯ

Из истории отечественного автомобилестроения

Лаптев С. А.— Первый перспективный типаж автомобилей. НАМИ (НАТИ), июнь 1941 г. . . . . 26

За рубежом

Захаров А. П.— Управление мотопроизводством в Японии. Концепции и решения . . . . . 30

Гордиенко В. Н.— Новый легковой «Вольво» . . . . . 33

Горбай О. З.— Композиты в автобустроении . . . . . 34

Коротко о разном . . . . . 37

Вышли из печати

Пермяков О. И.— Рецензия на книгу В. Д. Спандарьяна и М. В. Спандарьяна «Автомобильная промышленность Японии» . . . . . 37

На первой странице обложки —  
БелАЗ-549 грузоподъемностью 75 т

Главный редактор В. П. МОРОЗОВ

Заместитель главного редактора В. Н. ФИЛИМОНОВ

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

И. В. Балабин, В. В. Барбашов, А. Я. Борзыкин, Ю. И. Бубнов, Н. Н. Волосов, О. И. Гируцкий, В. И. Гладков, Л. А. Глейзер, А. З. Горнев, М. А. Григорьев, Б. И. Гуров, Ю. К. Есеновский-Лашков, Р. А. Карачурин, Ю. А. Купеев, Е. Н. Любинский, В. Н. Нарышкин, А. А. Невелев, В. В. Новиков, И. П. Петренко, В. Д. Полетаев, В. В. Таболин, А. И. Титков, Г. Б. Урванцев, Н. Н. Яценко

Ордена Трудового Красного Знамени  
издательство «Машиностроение»

I. M. A. SOVIETmedia GmbH Telephone: (040) 89 60 64  
Gasstr. 18, Haus 2, ZWG Telefax: (040) 899 19 80  
Postfach 50 13 20 Telex: 2 162 412 unex d  
2000 Hamburg 50, Germany

Художественный редактор Т. Н. Галицина  
Технический редактор Е. П. Смирнова  
Корректор О. Ю. Садыкова

Сдано в набор 10.08.92. Подписано в печать 15.09.92. Формат 60×88<sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Бумага кн.-журн. Печать офсетная. Усл. печ. л. 4,9. Усл. кр. отт. 5,88. Уч.-изд. 6,61. Зак. 6109

Адрес редакции: 103012, Москва, К-12, пр. Сапунова, 13, 4-й этаж, комн. 424 и 427  
Телефоны: 928-48-62 и 298-89-18

Набрано на ордена Трудового Красного Знамени Чеховском полиграфическом комбинате Министерства печати и информации Российской Федерации  
142300, г. Чехов, Московской области  
Отпечатано в Подольском филиале ПО «Периодика», 142300, г. Подольск, ул. Кирова, 25



**НПО «Прибор»**  
предлагает  
универсальный  
источник питания

«Агат 15» предназначен для питания как промышленной, так и бытовой радиоэлектронной техники:

- тензометрической и другой аппаратуры при исследованиях
- бытовой радиоаппаратуры
- зарядки аккумуляторов
- бытовых и промышленных систем защиты, сигнализации, автоматики
- освещения дежурного или местного, где требуется безопасное напряжение, например, при ремонте автотракторной техники в неудобных местах, в гаражах, подвалах.

## «АГАТ 15»,

вырабатывающий высокостабилизированный постоянный ток напряжением, регулируемым в пределах от 8 до 15 В при питании от однофазной сети 220 В, 50 Гц.

В аварийных ситуациях «Агат 15» обеспечит автоматическое отключение нагрузки и световую сигнализацию о неполадках.

**Компактный (254×146×143 мм), легкий (5 кг), «Агат 15» необходим в Вашем хозяйстве!**

Пишите нам: 143360, г. Апрелевка, Московской обл., ул. Самохина, 9  
Звоните: (095) 436-52-77, 436-51-76  
Телетайп: 205894 «ПРИБОР»

# ВНИМАНИЮ руководителей предприятий и организаций!

ИЗДАТЕЛЬСТВО "МАШИНОСТРОЕНИЕ" И  
ЖУРНАЛ "СТАНКИ И ИНСТРУМЕНТ"

СОВМЕСТНО

с ФИРМАМИ VALTES (ШВЕЙЦАРИЯ) И FEINTOOL (ШВЕЙЦАРИЯ)

проводят

25 НОЯБРЯ 1992 г. в Москве

однодневный семинар.

**ТЕМАТИКА:**

— *Листообрабатывающий центр с ЧПУ, сверхпрецизионные клепальные агрегаты фирмы Valtec.*

— *Технология точной вырубки (прессы и установки, штампы, детали, материалы, инженерные разработки) фирмы Feintool.*

С рекламой продукции этих фирм Вы можете ознакомиться в журнале "Станки и инструмент", № 9, 1992 г.

Справки по телефонам:

153-94-51 — Игорь Анатольевич Новосельский

269-71-41 — Ирина Викторовна Выгловская.



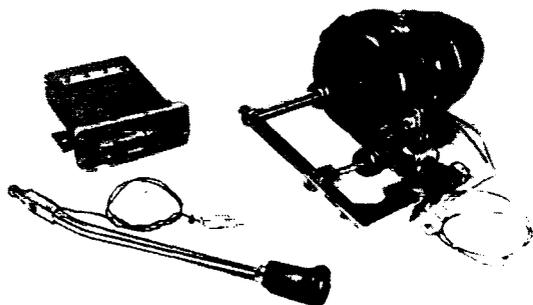
Заявки на участие в семинаре направлять  
в Отдел рекламы издательства "МАШИНОСТРОЕНИЕ":

ПОЧТОВЫЙ АДРЕС — 107076, г. МОСКВА, СТРОМЫНСКИЙ ПЕР., 4;  
ФАКС — (095) 269-48-97.

# ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ АВТОМОБИЛЬНЫЙ И АВТОМОТОРНЫЙ ИНСТИТУТ (НАМИ)

## предлагает

провести дооборудование серийных легковых автомобилей любых моделей  
**ЭЛЕКТРОВАКУУМНОЙ СИСТЕМОЙ АВТОМАТИКИ УПРАВЛЕНИЯ  
СТАНДАРТНЫМ ФРИКЦИОННЫМ СЦЕПЛЕНИЕМ (ЭПС).**



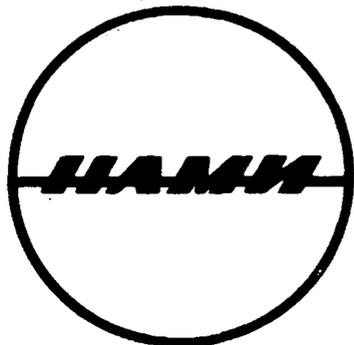
ЭПС *обеспечивает* двухпедальное управление автомобилем (без использования педали сцепления), улучшая его потребительские качества.

При движении автомобиля в сложных дорожных условиях в системе *предусмотрена возможность изменения* — по желанию водителя — закона регулирования момента трения сцепления.

ЭПС существенно *облегчает* и упрощает управление, что особенно важно для автомобилей, предназначенных для инвалидов.

Так как в состав ЭПС входят только навесные узлы (вакуумная сервокамера, электронный блок и электрические выключатели), то их установка на автомобиле *не требует каких-либо изменений* в его стандартных узлах.

Система может устанавливаться как при производстве автомобилей на заводе-изготовителе, так и на станции технического обслуживания в любой период их эксплуатации.



**ОБЩАЯ МАССА УЗЛОВ СИСТЕМЫ — 6 кг.**

**ЭПС ПРОШЛА АПРОБАЦИЮ БОЛЕЕ ЧЕМ НА 25 ТЫС. ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ ВАЗ, ЗАЗ, АЗЛК, ГАЗ.**

**СИСТЕМА ЗАПАТЕНТОВАНА В ВЕЛИКОБРИТАНИИ, ГЕРМАНИИ, ИТАЛИИ, США, ФРАНЦИИ, ЯПОНИИ.**

За справками и с предложениями обращайтесь в НАМИ по адресу: 125438, Москва, ул. Автомоторная, 2. Телефон 436-30-91.

# ГЛАВНЫЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР

ДЕПАРТАМЕНТА АВТОМОБИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РОССИИ

ПРЕДЛАГАЕТ

КУРСЫ ОБУЧЕНИЯ ПО САМОЙ СОВРЕМЕННОЙ СИСТЕМЕ  
УПРАВЛЕНИЯ БАЗАМИ ДАННЫХ ДЛЯ IBM-СОВМЕСТИМЫХ МИКРОЭВМ

## CLARION *Professional Developer*

Курсы рассчитаны как на начинающих программистов, так и на опытных специалистов по разработке информационных систем, желающих углубить свои знания или получить дополнительные сведения о системе.

Обучение строится по принципу "от простого — к сложному" и охватывает все жизненные стадии разрабатываемой системы — от начала проектирования с использованием дизайнера до сопровождения системы на стадии эксплуатации.

### ОСНОВНОЙ КУРС

Введение в CLARION  
Использование утилит для проектирования и сопровождения приложений  
Основы языка программирования CLARION

40 ч: 2,5 тыс. руб.

### ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ КУРСЫ

1  
Язык программирования CLARION  
Форматизаторы экранов и отчетов утилиты РЕДАКТОР  
Использование утилиты ПРОЦЕССОР для отладки программ

40 ч: 2,5 тыс. руб.

2  
Использование утилиты ГЕНЕРАТОР ОТЧЕТОВ для оперативного создания "заказных" отчетов

10 ч: 500 руб.

3  
Использование средств деловой графики CLARION

10 ч: 500 руб.

ОБУЧЕНИЕ ПРОВОДИТСЯ В КОМПЬЮТЕРНОМ КЛАССЕ ГВЦ.

СЛУШАТЕЛИ ОБЕСПЕЧИВАЮТСЯ НЕОБХОДИМЫМИ МЕТОДИЧЕСКИМИ МАТЕРИАЛАМИ.

ДЛЯ ИНОГОРОДНИХ СЛУШАТЕЛЕЙ БРОНИРУЮТСЯ МЕСТА В ГОСТИНИЦЕ.

ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ СПЕЦИАЛИСТЫ ГВЦ ПОМОГУТ ПРИОБРЕСТИ, УСТАНОВИТЬ И НАСТРОИТЬ СИСТЕМУ НА КОМПЬЮТЕРАХ ЗАКАЗЧИКОВ.

Телефоны для справок: (095) 178-74-51, 179-82-88

CLARION — ЭТО ТО, ЧТО ВАМ НУЖНО  
CLARION — ЭТО ВСЕ, ЧТО ВАМ НУЖНО

