

INEASAT

ДНИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В КОРОЛЕВСТВЕ МАРОККО

Российские сырье,

продукция,

технологии XXI века

23–25 апреля 2002 г.

Касабланка, Центральный выставочный зал

Организатор: Российско-Марокканское СП ООО "ИНЕАСАТ", при поддержке:

Министерства экономического развития
и торговли Российской Федерации,
Администрации Воронежской области,
Торгово-промышленной палаты РФ,
ОАО "Рослегпром",
Ассоциации экономического взаимодействия
субъектов РФ Центрального федерального
округа "Центрально-Черноземная"

Министерства промышленности, торговли
и энергетики Марокко,
Министерства экономики, финансов,
приватизации и туризма Марокко,
Министерства сельского хозяйства,
сельского развития, вод и лесов Марокко,
Федерации торгово-промышленных
палат Марокко,
Всеобщей конфедерации предприятий Марокко

Информационная поддержка: журнал "Автомобильная промышленность"

Оргкомитет: 394049, г. Воронеж, ул. Геращенко, 8, оф.16

Тел./факс: (0732) 16-41-96, 78-55-17

E-mail: ineasat@ineasat.ru <http://www.ineasat.ru>

АВТОМОБИЛЬНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

№ 2 • февраль • 2002



ЭКОНОМИКА

И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 629.114.4

ГРУЗОВОЙ АВТОТРАНСПОРТ РОССИИ. ПОТРЕБНОСТИ И ВОЗМОЖНОСТИ

Н. Т. СОРОКИН

Министерство промышленности, науки и технологий РФ

Автомобильный транспорт — важнейшее из звеньев системы грузовых перевозок в любой стране. В том числе, разумеется, и в нашей, хотя в силу ее огромных расстояний на первом месте был и остается транспорт железнодорожный. Тем не менее автомобили в России перевозят, главным образом в городах и других населенных пунктах, а также между ними (на расстояние до ~500 км), почти 8 % грузов. В 2000 г. это составило 128 млрд. т·км, в 2005 г., по расчетам, достигнет 150—160 млрд., а в 2010 г. — 170—190 млрд.

Для обслуживания таких грузопотоков потребуются и соответствующие им транспортные средства. Так, если в 2000 г. российский парк грузовых автомобилей составлял 4,4 млн. ед., то к 2005 г. он должен расширяться до 4,5—4,6 млн., а к 2010 г. — 4,8 млн. Прирост, как видим, не слишком значительный (~9 % за десятилетие).

Но главное не в количестве, а в качестве: нужно, чтобы в лучшую сторону изменилась структура парка грузовых автомобилей. Прежде всего — с точки зрения его "возрастного" состава, поскольку в настоящее время автомобилей, находящихся в эксплуатации 10 лет и более, свыше 50 %. Поэтому, если в 2000 г. для обновления парка потребители приобрели 205 тыс. новых автомобилей, то в 2005 г. их потребуется 230—240 тыс., а в 2010 г. — 310—330 тыс. Во-вторых, должен измениться и типаж покупаемой техники: потребитель хочет иметь не просто автомобиль, а автомобиль с определенными свойствами. Например, основная часть местных перевозок — мелкие партии товаров, для

транспортирования которых необходимы и достаточны автомобили грузоподъемностью не более 2 т. И потому ожидается, что в 2005 г. спрос на такие автомобили составит 150 тыс. шт. Правда, ими он не ограничится. Дело в том, что Россия постепенно преодолевает тот системный кризис, в котором она пребывала в течение последнего десятилетия: производство возрождается как в городе, так и на селе. А это — уже качественно новое состояние экономики, для которого нужны и развозные АТС малой грузоподъемности, и автомобильная техника, обеспечивающая не столько торговлю, сколько процессы материального производства. То есть нужны АТС средней и большой грузоподъемности. В результате спрос на автомобили грузоподъемностью свыше 5 т может возрасти до 65—80 тыс. шт. в год (против 55,6 тыс. в 2000 г.).

Особо следует отметить дальние, так называемые магистральные, перевозки грузов с помощью автотранспортных средств. Во времена СССР они, как известно, большого распространения не получили. Хотя и существовали: на автопоездах и одиночных грузовых автомобилях перевозили в основном скоропортящиеся грузы, например, фрукты. Все остальное обеспечивал дешевый и стабильно работающий железнодорожный транспорт, а в некоторых случаях (скажем, перевозка почты) — тоже сравнительно недорогой транспорт, воздушный. В связи с этим автопоезда, которые выпускали наши автозаводы, были в основном машинами, работающими на "коротком плече" (колхозный ток—элеватор, к примеру). Пожалуй, только МАЗ имел в своих программах автопоезда большой грузоподъемности. И лишь в последнее десятилетие, когда товарные потоки через границы России, особенно западную, резко возросли, стало ясно: такие автопоезда крайне нужны, иначе место отечественных автоперевозчиков займут зарубежные. Что, в общем, уже и происходит: если в 1990 г. соотношение объемов пере-

зок на отечественной автомобильной технике и объемах перевозок на технике зарубежного производства составляло 2,3 : 1, то в 2000 г. — всего 0,66 : 1.

Расчеты показывают, что для исправления создавшегося положения российские потребители должны ежегодно получать от промышленности не менее 8,4—8,5 тыс. большегрузных автопоездов, в том числе до 5,4 тыс. — магистральных, предназначенных для международных перевозок.

Известно также, что одним из весьма серьезных потребителей грузовых автомобилей в СССР всегда были его Вооруженные Силы. Сейчас обстановка заметно изменилась. Во-первых, резко сократилась численность армии; во-вторых, уменьшилось ее финансирование. По этим причинам части и подразделения продолжают жить запасами, оставшимися от Советской Армии, сведя к минимуму закупки новой автомобильной техники. Тем не менее можно ожидать, что в период до 2010 г. ежегодно закупки АТС многоцелевого назначения будут составлять не менее 30 тыс. шт.

Таковы потребности. Что касается возможностей их удовлетворения, то здесь все не так однозначно, как хотелось бы.

Исходить следует из того, что после распада СССР на территории России остались шесть автозаводов, специализированных на выпуск грузовых АТС (ГАЗ, ЗИЛ, Ижмаш, КамАЗ, УАЗ и УралАЗ), и четыре предприятия по производству прицепов и полуприцепов к ним (Ставропольский завод автомобильных прицепов, Сосновоборский, Ишимский и Челябинский машиностроительные заводы). Причем все они были предприятиями, рассчитанными на массовое производство с жесткими технологическими линиями, приспособленными для выпуска однотипной продукции ограниченной номенклатуры. Так, ГАЗ, Ижмаш и УАЗ специализировались на автомобилях малой и средней грузоподъемности, ЗИЛ — автомобилях только средней, а КамАЗ и УралАЗ — средней и большой. Два автозавода, Брянский и Курганский (БАЗ и КЗКТ), вообще стояли в стороне от народнохозяйственных задач — занимались только специальной автомобильной техникой для военного ведомства.

Сложившаяся таким образом номенклатура продукции данных предприятий в условиях перехода к рыночным (капиталистическим) отношениям явно не удовлетворяла новые запросы потребителей. Нужна была коренная структурная перестройка автомобильного производства. Причем фактически при отсутствии характерных для советского периода мощных государственных инвестиций. Государство в данной ситуации сохранило за собой лишь право выработки общей промышленной политики. Прежде всего таких ее составляющих, как формирование нормативных и законодательных условий для развития позитивных структурных изменений в отрасли; реформирование налоговой системы с целью повышения эффективности производства на основе его самофинансирования; внешнеэкономическая поддержка и расширение рамок экономической интеграции России в мировой рынок; содействие росту спроса внутреннего рынка на АТС отечественного производства; создание условий для привлечения инвестиций в отрасль (в отдельных случаях — прямые государственные инвестиции).

Типичные примеры последних — разрабатываемые государственные программы развития автомобилестроения, две из которых ("Национальная стратегия

развития автомобильной промышленности России на период до 2005 года" и белорусско-российская программа "Развитие дизельного автомобилестроения") оказали значительную помощь автозаводам в выработке их собственной технической политики и довольно успешно реализуются на практике. Так же как и объединенный номенклатурный ряд (типаж) автомобилей и автомобильных агрегатов, разработанный в НАМИ по заданию Минпромнауки применительно к грузовым АТС, позволяющий автозаводам сформулировать исходные конструкторские документы по созданию в прогнозируемом периоде новых моделей транспортных средств с параметрами, удовлетворяющими требованиям рынка, и организовать их выпуск в объемах, отвечающих реальному потребительскому спросу.

Данный типаж, в отличие от типажей советского периода, предусматривает значительное расширение номенклатуры автомобилей малой грузоподъемности и вариантов их исполнения по мощности двигателей и типу питания (непосредственное впрыскивание топлива, газ, дизель и т. д.). То же самое — в отношении АТС грузоподъемностью от 10 до 13 т. Совершенно новое в типаже — появление в нем магистральных тягачей европейского класса, предназначенных для работы в составе автопоездов полной массой до 44 т.

Названные приоритеты — не случайность. Их соблюдение позволяет, во-первых, решить проблемы оптимизации мелкопартионных перевозок, наполнив автомобильный парк страны отечественными малотоннажными (грузоподъемность — 0,3—1 т) автомобилями; во-вторых, создать семейства АТС с осевой нагрузкой 10—13 т, предназначенных для использования как на ведомственных (строительство, лесное хозяйство и т. п.) дорогах, так и в составе автопоездов на международных трассах, обеспечив тем самым отечественных перевозчиков отечественным же подвижным составом, соответствующим европейским требованиям по безопасности, экологичности и т. д.

Таким образом, можно утверждать, что типаж, созданный по заказу государственного органа управления и за его счет, есть документ, достаточно точно сформулировавший цели, направления развития российского грузового автомобилестроения и наметивший наиболее рациональные пути их достижения.

В частности, из него следует, что наша автомобильная промышленность располагает всем необходимым для того, чтобы к 2010 г. обеспечить положительный баланс экспорта автомобилей грузоподъемностью 2 т и ниже над их импортом; полностью удовлетворить внутренний спрос на автомобили грузоподъемностью от 2,1 до 5 т, а также от 5,1 до 8 т и даже нарастить их экспортные поставки. По автомобилям грузоподъемностью от 8,1 до 15 т и выше положение сложнее: если потребности по специальным автопоездам (плететрубовозы, лесовозы и т. п.), можно сказать уверенно, будут обеспечены на 100 %, то по другим направлениям (например, по самосвалам грузоподъемностью 16—28 т) — не более чем на 75—85 %. Что касается карьерных самосвалов особо большой грузоподъемности, то практически единственным их поставщиком будет БелАЗ.

Следовательно, если рассматривать будущее российского автомобильного транспорта лишь с точки зрения его номенклатуры (вернее, типажа), то ясно, что в этом смысле Россия к 2010 г. положения самодостаточности не достигнет как минимум по двум позициям — АТС большой и особо большой грузоподъ-

емности. Но от недоброкачественного импорта (в 2001 г. только 18 % ввезенных грузовых автомобилей зарубежного производства были новыми), по всей видимости, избавиться удастся.

Правда, проблемы создает не только номенклатура выпускаемых грузовых АТС. Хотя такие ее показатели, как партионность перевозимого груза, соотношение между грузоместимостью и грузоподъемностью АТС, соответствие законодательным ограничениям по нагрузкам на ось и т. п., безусловно, очень важны с точки зрения спроса. Но еще важнее — технический и качественный уровни отечественных АТС, потому что именно здесь российские производители пока что проигрывают западным. Причем проигрывают как минимум по трем направлениям, которые мировая практика давно считает наиважнейшими.

Первое из этих направлений — эксплуатационная и экологическая безопасность АТС. С точки зрения законодательства, у нас сделано если не все, то почти все. Приняты федеральные законы "Об охране атмосферного воздуха", "О защите прав потребителей", "О сертификации продукции и услуг", в течение восьми последних лет действует система сертификации механических транспортных средств и прицепов, и все эти документы полностью соответствуют мировым требованиям. Однако большинство их положений вступают в действие, по сравнению со странами Западной Европы, с опозданием.

Возьмем требования Правил № 13-08 (09) ЕЭК ООН в отношении установки антиблокировочных систем тормозов на грузовых автомобилях. За рубежом эти системы давно уже стали обязательными, а у нас устанавливаются лишь на отдельных модификациях автомобилей ЗИЛ и УралАЗ, да и то по заказу. КамАЗ, сертифицировавший свои автомобили с АБС, к их серийному выпуску еще даже не приступил.

Или требования по экологии. На Западе за последние 10 лет они ужесточились в 7—10 раз, пройдя путь от "Евро-1" к "Евро-2", а с октября 2000 г. — к "Евро-3". У нас же серийная продукция таких производителей автомобильной техники, как ЗИЛ, КамАЗ и УралАЗ, соответствует только нормам "Евро-1". Конечно, каждый из российских автомобильных и моторных заводов имеет сертифицированные образцы продукции, соответствующие нормам "Евро-2" (некоторые — и "Евро-3"), но серийный выпуск организовать им не удастся. И причин тому много. Например, технологическая отсталость производства (значительная часть технологического оборудования имеет возраст, превышающий 10 лет), недостаток финансовых средств и т. д. И если сейчас, одновременно, потребовать перейти на выпуск продукции, соответствующей, скажем, нормам "Евро-3", предприятия останутся. Во-первых, потому, что ни на одном из них не прошла соответствующая подготовка производства; во-вторых, нет нужного автотранспортной системе числа объектов производства, удовлетворяющих данным нормам; в-третьих, не готов принять такие АТС и наш внутренний рынок: не всякий потребитель способен платить более высокую цену за экологию и даже за безопасность. Поэтому государство вынуждено идти по пути компромиссов, а не запретных мер. В частности, смещать на более поздние сроки введение жестких норм (сейчас, к примеру, в очередной раз идет работа по согласованию и представлению в Минпромнауки РФ временных графиков выпуска продукции, соответ-

ствующей тем стандартам по безопасности и экологии, которые вводятся в России).

Это в какой-то степени облегчает положение производителей автомобильной техники: избавляет их от необходимости "резких движений", позволяет плавно адаптироваться к новым требованиям.

Второе направление, по которому государство "вмешивается" в жизнь предприятий автомобилестроения, — это такое реформирование налоговой системы, которое способствует эффективному развитию производства на основе его самофинансирования. Наиболее заметное проявление подобного "вмешательства" — новый налоговый кодекс, вступивший в действие с января 2001 г. Есть и менее общественно заметные, однако не менее существенные меры, принятые и принимаемые органами государственной власти. Например, реструктуризация задолженностей в госбюджет: для многих предприятий она стала тем рычагом, который, надежно выведя из зоны предбанкротного состояния, позволил восстановить их деятельность.

Третье направление — содействие расширению спроса на продукцию отечественных производителей внутри страны. При этом используются самые разные способы, в том числе чисто административные (запрет на ввоз поддержанной техники зарубежного производства и т. п.). Но основной упор делается на меры, повышающие конкурентоспособность российских АТС. Многолетний опыт эксплуатации наших грузовых автомобилей свидетельствует: важнейший показатель их конкурентоспособности, безопасность, в процессе эксплуатации чаще всего зависит не от конструкторских решений, а от технологии исполнения. И прежде всего — исполнения автомобильных компонентов (двигателей, агрегатов трансмиссии, рулевых механизмов, элементов подвески, систем торможения, электрооборудования и т. д.). За рубежом своевременно сделали соответствующие выводы: разработкой и производством комплектующих там, как правило, занимаются специализированные фирмы, которые поставляют свою продукцию автосборочным заводам. Благодаря большим объемам сбыта они имеют возможность вкладывать значительные средства в научно-исследовательские работы, расширение производства, оперативное внедрение новых технологий и поддержание высокого уровня своих изделий. Причем совершенствование компонентов очень часто "подталкивает" фирмы-изготовители АТС к совершенствованию последних. В России же производством автомобильных компонентов (за исключением элементов электрооборудования) традиционно занимаются сами автозаводы, т. е. работа идет по принципу самообеспечения. Во времена СССР, когда выпуск АТС был массовым, с этим мирились. Но с началом спада производства создание новых моделей АТС стало делом весьма проблематичным, требующим перестройки всей системы разработки и производства именно комплектующих. Поэтому "Национальная стратегия развития автомобилестроения России" в качестве одной из главных задач поставила задачу преобразования агрегатных производств автозаводов в самостоятельные заводы, создание специализированных предприятий по выпуску тех компонентов, от которых наиболее существенно зависит технический уровень автомобильной техники. По инициативе Минпромнауки РФ для проведения единой технической политики по комплектующим, координации деятельности их производителей и, как результат, повышения конку-

рентоспособности отечественных АТС в марте 2001 г. образована Национальная ассоциация производителей автомобильных компонентов (НАПАК).

Четвертое направление, по которому осуществляется взаимодействие государства и автомобилестроения, — инвестиции. Как известно, переход от социализма к капитализму привел к резкому снижению объемов финансовых средств, вкладываемых в развитие отрасли: государство сняло с себя эту обязанность, а частные инвесторы в течение ряда лет не появлялись. Итог тоже известен: износ активной части производственных фондов на предприятиях отрасли к настоящему времени достиг 60 %, и теперь ежегодная потребность в инвестициях составляет, по расчетам, 2 млрд. амер. долл. Стало очевидным: государственное невмешательство ставит российскую автомобильную промышленность, одно рабочее место в которой дает работу десятку человек в других отраслях, на грань краха. Поэтому в феврале 1998 г. президент Российской Федерации издает указ "О дополнительных мерах по привлечению инвестиций для развития отечественной автомобильной промышленности", а правительство РФ своим постановлением № 413 (апрель 1998 г.) назначает конкретные меры, направленные на реализацию данного указа. В числе таких мер — реструктуризация долгов предприятий перед федеральным бюджетом и бюджетами субъектов РФ. Она уже способствует финансовому оздоровлению ГАЗа, УАЗа и многих других предприятий. (Например, КамАЗ благодаря этому только на процентах по долгам ежегодно экономит 50 млн. руб.)

Ряд мер инвестиционного плана проводит Минпромнауки РФ. Так, оно взяло на себя финансирование (на конкурсной основе) нескольких перспективных проектов: создание магистрального тягача европейского класса (проект реализуется НАМИ и КамАЗом); работы, связанные со стандартизацией как полнокомплектных АТС, так и комплектующих изделий (присоединительные размеры двигателей и коробок передач, размерные параметры карданных шарниров), и т. д.

В настоящее время прорабатываются и многие другие вопросы, решение которых должно положительно отразиться на объемах инвестиций в автомобильную промышленность. В частности, если вернуться к проблеме создания новых производств автомобильных компонентов, то видим: тот объем инвестиций (1,5 млрд. руб.), при котором инвестору предоставляются налоговые льготы, целесообразно снизить до 150 млн. руб. Кроме того, нужно упростить процедуру и состав документов, представляемых на предварительную экспертизу, ограничив этот состав бизнес-планом, поскольку он содержит все экономические параметры проекта. Зарубежным инвесторам следует разрешить учитывать в российской доле их затрат стоимость тех изделий, которые поставляются на экспорт. Наконец, не обойтись и без государственных гарантий по кредитам, необходимым для реализации высокоэффективных проектов организации производства конкурентоспособной автомобильной техники. Последнее, в частности, подтверждает опыт осуществления межгосударственной белорусско-российской программы "Развитие дизельного автомобилестроения", которая предусматривает выпуск 21,6 тыс. автомобилей МАЗ, 1,65 тыс. карьерных самосвалов БелАЗ, 0,97 тыс. изделий МЗКТ и 0,39 тыс. изделий МоАЗа. За счет финансирования программы из бюджета союзного государства уже получено

~150 ед. оборудования, на белорусских предприятиях созданы мощности по выпуску 5,5 тыс. АТС в год, на российских — 6 тыс. дизелей ЯМЗ и 8 тыс. комплектов топливной аппаратуры "Компакт-40", обеспечивающей нормы "Евро-2" по вредным выбросам в атмосферу.

Все более важное значение приобретает пятое направление взаимодействия "государство—автомобильная промышленность" — интеграция в мировой автомобильный рынок. Она позволяет пользоваться преимуществами объединения финансовых, научных и производственных потенциалов многих стран, в том числе для выполнения НИОКР использовать возможности крупных научно-технических центров, экономить средства за счет унификации продукции, работать на основе общей системы стандартов. Однако прежде надо добиться внутривосточной "глобализации". Ведь в настоящее время каждому из наших предприятий приходится вести конкурентную борьбу не с какой-то одной зарубежной фирмой, а с мощными их объединениями, работающими на единых компонентной, конструкторской, технологической, информационной и финансовой базах. Поэтому процесс "передела собственности", уже затронувший некоторые предприятия автомобилестроения (группа "Сибирский алюминий", организовав дочернее ОАО "РусПромАвто", взяла под свой контроль ГАЗ, ЛиАЗ, ПАЗ и др., "Северсталь" — ЗМЗ и УАЗ), можно считать положительным явлением: создаются вертикально интегрированные промышленные комплексы, связанные единой технологической цепью — от добычи сырья до производства конечного продукта, обладающие значительным капиталом и способные решать задачи, которые не по силам отдельному предприятию. В том числе задачи конкурентной борьбы на внутреннем и внешних рынках.

Однако нынешний процесс внутренней "глобализации" находится пока на уровне самостоятельности фирм: государство в нем практически не участвует. Между тем многолетний зарубежный опыт свидетельствует: государственное регулирование данного процесса крайне необходимо. Прежде всего путем создания законодательной базы (организация управляющих фирм, кооперативных связей, право на получение государственной поддержки, обеспечение прав собственников, потребителей, регионов и т. п.).

В заключение следует отметить, что государство в последние годы рассматривает проблему автомобилестроения вообще и грузового автомобилестроения в частности как одну из важнейших. Именно по инициативе государственных органов были разработаны, к примеру, уже упоминавшиеся "Основные направления развития автомобильной промышленности России на период до 2005 г.", а также целевая программа под тем же названием, в которой определены основные мероприятия по созданию эффективной конкурентоспособной автомобильной промышленности, разработаны прогнозы развития рынка и производства грузовых автомобилей с учетом потребностей транспортного комплекса России, определен объем необходимых инвестиций (~250 млрд. руб.). К сожалению, программа не была утверждена. Но она — хороший ориентир для практики, позволяющий поставить знак равенства между понятиями "хозяйственные потребности страны" и "производственные возможности ее автомобилестроительной отрасли".

Продукция производственного объединения "Белорусский автомобильный завод", карьерные самосвалы особо большой грузоподъемности, широко известна в мире: они работают в странах СНГ, Германии, Голландии, Чили, ЮАР и ряде других стран дальнего зарубежья. Что касается б. СССР, то можно с уверенностью сказать: его горнодобывающая отрасль, во многом базировавшаяся на открытой добыче полезных ископаемых, без БелАЗов была бы вообще невозможной. Именно под нее строился автозавод в Жодино; именно для нее более 40 лет назад, в 1961 г., был спроектирован и поставлен на производство первый самосвал марки БелАЗ — 27-тонный БелАЗ-540, а затем — все новые и новые модели и модификации, общее число которых за прошедшее с того дня время превысило 400 наименований, а грузоподъемность охватила диапазон от 27 до 280 т. Причем все они, независимо от года разработки и поставки на производство, идеально соответствовали и соответствуют тем специфическим требованиям, которые предъявляются к карьерным транспортным средствам: имеют короткую базу (маневренность), гидро- или электромеханическую трансмиссию (легкость смены режима движения), пневмогидравлическую подвеску (приспособленность к работе на жестком неровном дорожном полотне), смещенную в сторону от продольной оси кабину (обзорность), платформу ковшового типа (разгрузка без использования дополнительных механизмов), двухконтурную тормозную систему и многое другое, что давно уже признано классическими техническими решениями для АТС данного предназначения.

К сожалению, распад СССР и начавшийся затем системный, прежде всего экономический, кризис в образовавшихся на его территории государствах привели к резкому падению спроса на промышленную продукцию, в том числе самосвалы БелАЗ. Чтобы сохранить уникальное производство, а главное, единственный в своем роде в странах СНГ творческий коллектив, предприятие вынуждено было пойти на резкое изменение стратегии и тактики своих действий. Во-первых, начало работать под конкретные заказы; во-вторых, увеличило объем выпуска запасных частей для БелАЗов, находящихся в эксплуатации; в-третьих, наладило производство "непрофильной" для него когда-то техники — фронтальных погрузчиков, колесных бульдозеров, поливооросительных машин, тягачей-эвакуаторов, шлаковозов для металлургических заводов, аэродромных тягачей, шахтных вагонов, механических крепей для подземных лавовых комплексов и т. п.; в-четвертых, увеличило темпы разработки и освоения в производстве модификаций самосвалов, удовлетворяющих требованиям потребителей в дальнем зарубежье.

Как показали последующие события, новая техническая политика автозавода полностью себя оправдала: БелАЗ выжил; его коллектив сумел, несмотря на неимоверные трудности, адаптироваться к новым условиям жизни, стал крепче, мудрее, опытнее и, как следствие, авторитетнее на рынках транспортных средств. И, что немаловажно, получил признание в мировых промышленных и финансовых кругах. Например, в 2000 г. координационный комитет международной программы "Партнерство ради прогресса" наградил ПО "БелАЗ" почетным призом "Хрустальная Ника", а его генеральный директор Павел Лукьянович Мариев "за профессионализм управления" получил звание "Директор года-2000". Успехи БелАЗа признаны и на родине: П. Л. Мариев удостоен высшей награды страны — "Герой Белоруссии". Как сказано в Указе Президента РБ, за самоотверженный труд, исключительные заслуги в развитии отечественного автомобилестроения. Это первая в странах СНГ столь высокая награда руководителю промышленного предприятия.

Обо всем, что происходило на БелАЗе в последние годы и происходит сейчас, по просьбе редакции рассказывает его руководитель, П. Л. Мариев.

УДК 629.65.016.7

ВТОРОЕ РОЖДЕНИЕ БЕЛАЗА

Белоруссию не напрасно в советское время называли сборочным цехом СССР: очень многое из выпускавшегося здесь шло в другие республики, а что касается БелАЗа — практически 100 % его продукции. Таким образом, с распадом большого государства завод из поставщика, работавшего по программам Госплана СССР, превратился в экспортера, работающего в соответствии со спросом на его продукцию со стороны конкретных ее потребителей. И одновременно — в импортера комплектующих, необходимых для произ-

водства этой продукции. Спрос же на последнюю, как правильно сказано выше, резко сократился. Поэтому, действительно, перед БелАЗом на первый план вышла проблема выживания. Но не только. Очевидно, что забота лишь о выживании — путь, если его рассматривать в долгосрочной перспективе, тупиковый. Нужны были решения, позволяющие автозаводу развиваться. Даже если для этого потребуются резкая смена производственных приоритетов. Что, в общем, БелАЗ и опробовал, существенно расширив номенклатуру выпуска.

Однако анализ парка карьерной техники, работающей в народном хозяйстве стран СНГ, показывал, что значительная ее часть либо уже выработала, либо до-

рабатывает свой ресурс. И, по оценкам независимых экспертов, емкость рынка данной техники в период 1998—2003 гг. должна увеличиться почти в 3 раза. Должен, по тем же оценкам, возрасти спрос на карьерные самосвалы и в странах дальнего зарубежья. Отсюда напрашивался вывод: основным объектом производства должны оставаться именно самосвалы. Но, учитывая конкурентные условия рынка, — обязательно соответствующие мировому уровню. Прежде всего по показателю "цена/качество". Другими словами, чтобы решить проблему устойчивого поступательного развития БелАЗа, нужно было развивать качество и технический уровень его основной продукции, что, как известно, напрямую зависит от двух факторов — качества кадров и качества технологии.

С первым у БелАЗа, к счастью, проблем не было: его инженерно-технические и рабочие кадры обладают поистине уникальными знаниями и опытом в области создания таких, по существу, не традиционных для мировой автомобильной промышленности транспортных средств, как сверхтяжелые карьерные самосвалы. Однако со вторым, т. е. качеством технологий, было гораздо труднее: сложившаяся обстановка была очень далека от благоприятной. Достаточно сказать, что износ оборудования, работающего на автозаводе, к середине 1990-х годов достиг 83 %, т. е. прошел критическую черту. Кроме того, даже то оборудование, которое еще не исчерпало свой ресурс, было пригодно в основном для изготовления деталей самосвалов грузоподъемностью 30—40 т, а не 100—220 т, чего требует нынешний рынок карьерной техники.

Исправить положение, т. е. обеспечить взаимосоответствие возможностей технологии и кадров, могла только радикальная реконструкция производства. Решение о ней и было принято в 1997 г., после выхода в декабре 1996 г. указа № 564 президента РБ, в рамках проведения эксперимента по экономическому оздоровлению предприятий промышленности страны.

Руководствуясь положениями данного указа, специалисты объединения разработали бизнес-план реконструкции предприятия, реализация которого позволяла вывести БелАЗ на конкурентоспособный уровень, т. е. придать ему способность: выпускать высококачественную, динамично обновляемую продукцию; иметь производство, в кратчайшие сроки осваивающее новые ее образцы; удерживать конкурентовысокую цену продукции за счет высокого ее качества, эффективных маркетинга и технического обслуживания в эксплуатации; снижать затраты за счет оптимизации конструкций и технологических процессов, минимизации запасов, эффективной закупочной деятельности; сокращать сроки выполнения заказов, уменьшая длительность инженерных, производственных и управленческих операций; создать условия для интеграции с промышленными предприятиями Западной Европы. При этом основными направлениями реконструкции должны были стать, согласно бизнес-плану, следующие: техническое перевооружение производства; мо-

дернизация информационной системы автозавода; совершенствование его организационной структуры, а также технологических и управленческих процессов на нем; повышение квалификации и мотивации персонала. Вся работа должна проводиться в три этапа, содержание которых определяется многими конкретными факторами и обстоятельствами — реальными графиками закупки и поставок оборудования, необходимостью вести реконструкцию в условиях действующего производства и сроками подготовки производственных площадей, приоритетностью задач с точки зрения сроков достижения названной выше цели, наличием финансовых средств и т. п.

Задачами первого этапа стали перевод на гибкие технологии, т. е. обрабатывающие центры и станки с ЧПУ, механообрабатывающего производства, обеспечивающего выпуск основной продукции БелАЗа, самосвалов грузоподъемностью 30, 42, 55 и 130 т; модернизация термического оборудования; внедрение оборудования по подготовке металла под окраску; оснащение процессов зубообработки конических шестерен программируемым оборудованием; компьютеризация производства.

Задачи второго этапа — это, по существу, распространение задач первого на другие производства и сферы деятельности. Так, на данном этапе станки с ЧПУ становятся основным оборудованием при изготовлении не только конических, но и цилиндрических шестерен; на новые технологии переводится производство силовых цилиндров подъема-опускания кузовов самосвалов, другой гидроаппаратуры; расширяются технологические возможности сварочного производства; внедряются новые, исключаящие коробление деталей виды технической и химико-термической обработки, а также программируемое оборудование для раскроя листового проката, гибки труб и листа; развиваются инструментальное производство и средства метрологического контроля, в том числе средства контроля материалов, комплектующих и технологического оборудования; компьютеризация производства доводится до уровня сквозной. Наконец, решается проблема, долгие годы не находившая своего решения: создается собственное производство ободьев колес с бескамерными шинами.

Наконец, третий этап завершает все то, что не завершено на двух первых, обеспечивая тем самым достижение цели, ради которой и задумывалась реконструкция: превращает БелАЗ в предприятие не только современного уровня, но и с большими резервами развития.

Бизнес-план был одобрен советом трудового коллектива. Не вызвал он особых возражений и со стороны специалистов министерств экономики, финансов и внешнеэкономических связей. Но для его реализации нужны были деньги, и немалые — почти 280 млн. амер. долл., которых, понятно, у автозавода в полном объеме не было. Одним из источников таких средств, наряду с собственными средствами предприятия, стали средства, остающиеся в распоряжении БелАЗа бла-

годаря налоговым льготам, которые предоставило правительство, оценив обоснованность решений, принятых на предприятии, и перспективы их влияния на экономику страны. Второй источник — зарубежные кредиты. И они есть. Здесь сказались два фактора: во-первых, зарубежные партнеры знают БелАЗ, его продукцию и его возможности; во-вторых, правительство республики выдало гарантии на эти кредиты.

Сейчас уже можно сказать: реконструкция идет успешно, в соответствии с планом. В частности, первый ее этап уже завершился в августе 2001 г. За те неполные два года, которые прошли с момента его начала, высвобождено 17,5 тыс. м² производственных площадей, выведены из эксплуатации более 300 ед. физически и морально устаревшего оборудования. Его место заняли 130 ед. нового оборудования (генеральный поставщик — чешская фирма "Алта"), изготовленного фирмами "Варнсдорф", "Ковосвит", "Глеасон", "Ипсен", "Галика", "ZPS Таймак", "Хулин", "Отеко", "Есва", а также Минским заводом автоматических линий, Гомельским государственным станкостроительным заводом имени С. М. Кирова, Витебским заводом имени Коминтерна и некоторыми другими предприятиями Белоруссии. Причем все оно — самое современное: 85 % станков и линий оснащены системами ЧПУ, что позволило создать ряд участков с групповой гибкой технологией механообработки, а новые дробеструйные и дробеметные установки — обеспечить высококачественную подготовку металлических деталей под покраску. Модернизация термических печей (улучшение их технического состояния и технических характеристик, установка современной системы подготовки и контроля газовой атмосферы) резко повысила качество обрабатываемых в них деталей. Новые сварочные автоматы стали основой мощностей по изготовлению сварных конструкций, в том числе конструкций, заказываемых зарубежными фирмами.

Главный результат первого этапа — трансформация мощностей по производству самосвалов грузоподъемностью 30—42 т в мощности по выпуску самосвалов грузоподъемностью 55 и 130 т. Причем трансформация, выполненная на принципиально новой базе. Например, в ходе этого этапа выполнен монтаж и сданы в эксплуатацию более 250 компьютеров. В настоящий момент в информационной системе работают 800 пользователей. Так, с помощью системы CADD5 уже спроектированы несколько сотен сложных деталей и узлов самосвалов; с помощью системы ROBCAD разрабатываются управляющие программы для робототехнического комплекса "Closs"; система "TechCard" помогает автоматизировать разработку (их уже свыше 350) технологических процессов; в промышленной эксплуатации находится система ANSYS, предназначенная для расчетов крупных узлов самосвалов на прочность, в опытной (режим архива конструкторской и технологической документации) — системы "Виндчилл" и "Оптегра"; прошла тестовую проверку система BAAN; работает сис-

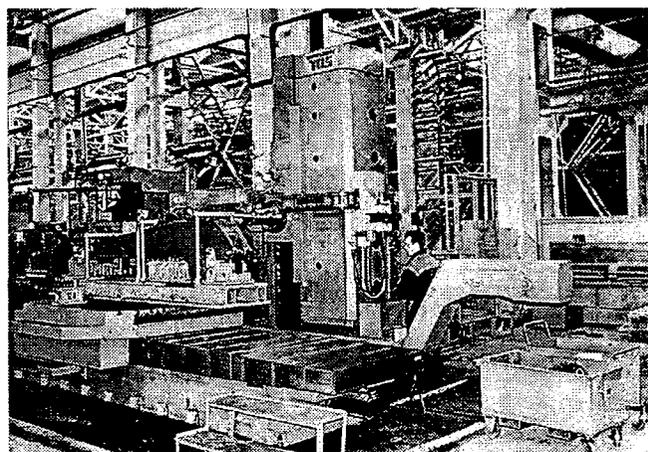


Рис. 1

тема OSE9400-GTX сканирования чертежей, выполненных на бумаге.

В качестве типичных примеров нового оборудования можно привести горизонтально-расточный (рис. 1) и координатно-расточный (рис. 2) станки.

Первый из них (мод. WHN130Q/N) — так называемого крестообразного исполнения: он оборудован поворотным столом, перемещаемым в поперечном направлении; станиной, перемещаемой в продольном направлении; выдвигным шпинделем; системой управления "Синуметик 840Д"; системой автоматической смены инструмента и патронов с заготовками; системой измерений ("Хайденхайн"); распределительным шкафом "Сименс"; конвейером для стружки; устройствами зачехления рабочего пространства и площадки оператора. Число свобод — шесть (четыре, по осям x , y , z , w , — линейные; две, по осям B и C , — вращения).

Второй станок, мод. WKV100, предназначен для разметки, расточки, сверления, фрезерования особо ответственных деталей и контроля точности их изготовления, а также нарезания метрических резьб и резьбы Витворта. Оборудован двумя бабками — вертикальной и горизонтальной, а также системой ЧПУ.

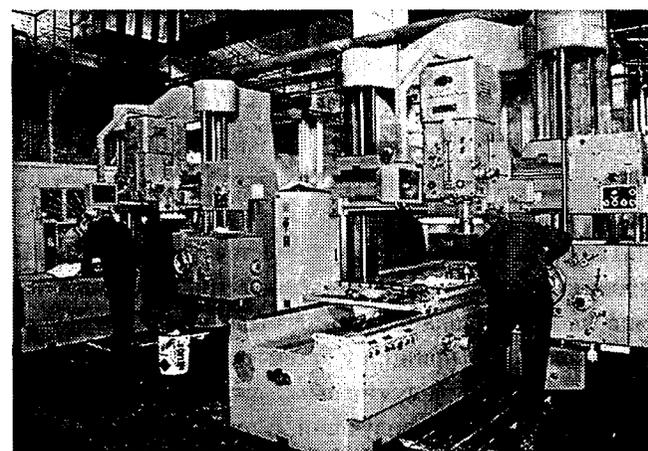


Рис. 2

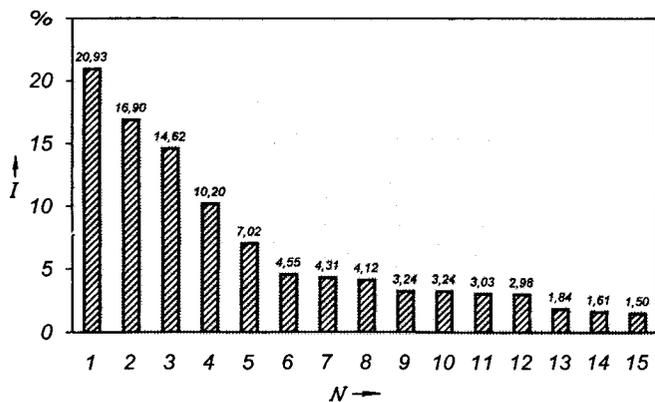


Рис. 3

Параллельно с работами первого этапа реконструкции выполнялась и подготовка к осуществлению ее второго (по плану, должен завершиться в текущем году) и третьего (срок завершения — 2003 г.) этапов. Сводилась она, в основном, к уточнению номенклатуры оборудования, его (с учетом опыта первого этапа) рабочих характеристик, цен, фирм-поставщиков и т. п. В итоге окончательно отработаны "дополнительные и измененные" второй (поставки в 2001 г.) и третий (поставки в 2002 г.) индивидуальные договоры с фирмой "Алта", а также окончательный план инвестиций в производство БелАЗа по 15 технологическим направлениям *N* (рис. 3) за счет кредита, предоставляемого Чешским экспортным банком.

При реконструкции автозавода наиболее существенная часть кредитов тратится на приобретение многооперационных станков (1); несколько меньше — оборудования для выполнения токарных и карусельных операций (2); третье, четвертое и пятое места занимают оборудование для литейного производства, зубообработки и цеха дизелей; шестое, седьмое и восьмое места — оборудование для обработки гидроцилиндров, сварочное и для инструментального производства; девятое, десятое, одиннадцатое и двенадцатое места — термическое оборудование, оборудование для цеха ободьев колес и раскройки листа, техника для САПР и АСУП; тринадцатое, четырнадцатое и пятнадцатое — контрольно-измерительная техника, гибочное оборудование и оборудование для изготовления гидроаппаратуры.

Такое распределение, разумеется, не случайно, а продиктовано реальными условиями: специалистам еще на стадии планирования было ясно, что нельзя действовать по принципу "всем сестрам по серьгам". Наоборот, средства нужно вкладывать в первую очередь там, где они дадут наилучший, с точки зрения главной цели, результат. Например, относительно много денег идет на компьютеризацию. И это — не дань моде, а на-

сущнейшая необходимость: если, скажем, конструкторы будут работать старыми методами, то разговор о высоких темпах обновления продукции, повышения ее потребительских свойств, как того требует современный динамичный рынок, становится бессмысленным. Без компьютерной техники невозможна автоматизация технологических процессов, а значит, и высокое качество деталей и узлов выпускаемой техники. Невозможна и соответствующая требованиям времени управленческая работа.

Автозавод не жалеет средств не только на обеспечение реконструкции технологических направлений, но и на переподготовку специалистов. Так, те, кто должны эксплуатировать новое оборудование, установленное и устанавливаемое в цехах и на производственных участках, прошли переподготовку в фирмах-поставщиках этого оборудования, т. е. в Германии, США, Чехии. И, как показывает опыт, все они хорошо справляются со своими новыми задачами. Прошли обучение и участники программы "Модернизация информационной системы предприятия", прежде всего — новые пользователи, т. е. руководители различных уровней.

Реконструкция БелАЗа еще, как говорится, на половине пути. Но уже сейчас можно утверждать: затраты труда, времени и средств начали окупаться. Например, в 2000 г. автозавод увеличил, по сравнению с 1998 г., выпуск продукции на 10 %; мощнейшие из имеющихся в республике станции трехмерного проектирования помогли в 2001 г. разработать и изготовить опытные образцы трех карьерных самосвалов — БелАЗ-7516 грузоподъемностью 135 т, БелАЗ-75133 грузоподъемностью 130 т и БелАЗ-7517 грузоподъемностью 156—160 т; самоходного шахтного вагона БелАЗ-7927 грузоподъемностью 15 т и механизированной крепи для лавового комплекса, которые предназначены для Солигорского калийного комбината, но найдут применение и при подземной добыче любых других полезных ископаемых. Сокращение в 2 раза потерь от брака в производстве и на 12 % числа отказов во время гарантийного срока эксплуатации самосвалов — тоже первый результат реконструкции предприятия. Как и то, что Госстандарт Республики Беларусь выдал ПО "БелАЗ" сертификат, удостоверяющий: "система качества при проектировании, производстве и обслуживании" карьерных самосвалов БелАЗ даже на нынешнем этапе реконструкции достигла уровня, соответствующего требованиям СТБ ИСО 9001-96 и международных стандартов серии ИСО 9000.

Сегодня реконструкция основных мощностей автозавода продолжается, и нет сомнения, что он в ближайшем будущем сможет решать задачи не только нынешнего дня, но и те, которые возникнут в будущем.



УДК 629.377:42

ПОЛУПРИЦЕП-СОРТИМЕНТОВОЗ МОД. 9312 (ЛК-30) НА КОНВЕЙЕРЕ

А. Ф. КУЛЬМИНСКИЙ, В. А. ПАВЛЮК, Л. Н. ЧЕРНЫХ
НПФ "НИОКР"

В Республике Коми намечается рост объемов заготовки лесоматериалов непосредственно на лесосеках: согласно программе реструктуризации лесного комплекса к 2005 г. заготовка сортиментами должна достигнуть 4 млн. м³, или 30—35 % общего объема лесозаготовок. Следовательно, необходимы АТС, которые могли бы перевезти такой объем древесины из лесосек во двор потребителя. Причем АТС повышенной проходимости и грузоподъемности. Но в стране, к сожалению, нет полноприводных автомобилей-сортиментовозов большой и особо большой грузоподъемности. Поэтому приходится рассчитывать лишь на серийные тягачи и создаваемые для них прицепные средства.

Пример такого средства — разработанный НПФ "НИОКР" полуприцеп-сортиментовоз мод. 9312 (ЛК-30) с управляемой тележкой (см. рисунок).

Техническая характеристика полуприцепа

Масса, кг:	
перевозимого груза	28000
снаряженная	8000
Длина перевозимых лесоматериалов, м	
	4,0—6,5
Число перевозимых пачек лесоматериалов.	
	2 — длиной 5,0—6,5 м
	3 — длиной 4,0—4,25 м
Габаритные размеры полуприцепа, мм:	
длина	14160
ширина	2500
высота	3800



Основной несущий элемент полуприцепа — рама. На ней устанавливаются ограждение и коники, которые могут перемещаться вдоль лонжеронов и фиксироваться в зависимости от длины сортиментов. Сама она опирается на седельно-сцепное устройство тягача и плиту основания поворотной тележки, которая играет роль подвижной опоры полуприцепа и состоит из основания, сборочных единиц и деталей тележки полуприцепа ЧМЗАП-99859. Управление тележкой — с помощью крестообразной сцепки и сцепного устройства, что обеспечивает движение ее колес по колею тягача. Полуприцеп оборудован устройством для закрепления груза, держателем запасного колеса.

Предварительные и приемочные испытания полуприцепа проведены на предприятиях Республики Коми. На основании данных, полученных при этом, его конструкция доработана. В итоге в 2001 г. на него получено "Одобрение типа транспортного средства".

В настоящее время опытные образцы полуприцепа эксплуатируются на лесозаготовительных предприятиях Республики Коми и используются для перевозки сортиментов с лесосек и нижних складов во двор потребителя или для перегрузки на железнодорожный транспорт. Как показал опыт, он может эксплуатироваться и по дорогам общей сети, и по лесовозным дорогам, состояние которых позволяет передвигаться без потери проходимости благодаря устройству управления тележкой. В качестве тягового средства для транспортирования полуприцепа при выполнении соответствующих условий эксплуатации могут быть использованы седельные тягачи, характеристики которых приведены в таблице.

Серийный выпуск полуприцепов организован в ОАО "Ухтагазстроймаш".

Показатель	Марка тягача			
	МАЗ-6430	МАЗ-64221, МАЗ-64224	МАЗ-64228	МАЗ-6425
Масса кг:				
перевозимого груза	28000	27000	26500	25000
полная полуприцепа	36000	35000	34500	33000
приходящая на седельное устройство	16000	15000	14500	13000
приходящая на дорогу через тележку полуприцепа	20000	20000	20000	20000

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ АВТОМОБИЛЕМ

Д-р техн. наук В. П. ТАРАСИК,
канд. техн. наук С. А. РЫНКЕВИЧ

Могилевский ГТУ

Давно уже доказано, что автоматизация управления любой сложной системой, в том числе автомобилем, существенно повышает качество процессов функционирования ее механизмов и подсистем, ее эффективность. С этой точки зрения интеллектуальные системы управления еще более привлекательны. Хотя бы потому, что работают не по жесткой (эталонной) программе, а по программе, самонастраивающейся под конкретно складывающиеся в данный момент условия. Причем условия, информация о которых, как правило, неполная и нечеткая. То есть интеллектуальная система, как и человек, в процессе принятия решения не только оперирует понятиями, описываемыми количественно, но и использует качественные оценки (типа "сильно", "слабо", "быстро", "медленно", "резко",

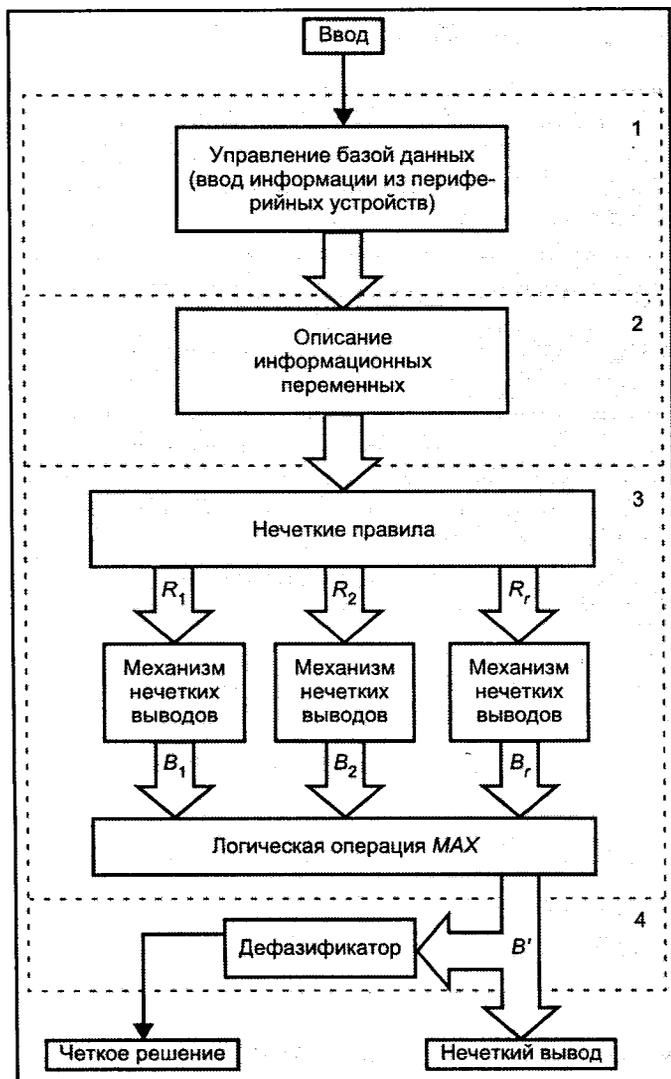


Рис. 1. Схема нечеткого контроллера

"плавно", "много", "мало" и т. д.). Поэтому при создании таких систем и рекомендуется (см. "АП", 2001, № 1) применять математический аппарат теории нечетких множеств.

Реализуется эта рекомендация с помощью так называемых нечетких контроллеров, состоящих (рис. 1) из четырех блоков-подсистем — управления базой данных, описания информационных переменных, нечеткого моделирования процесса принятия решений и дефазификатора.

При его построении использован принцип параллелизма.

Так, для одновременного выполнения r нечетких выводов параллельно установлены r блоков нечетких выводов, в которые из подсистемы управления базой данных одновременно (параллельно) вводятся нечеткие правила. Входная информация (информационные переменные) поступает через периферийные устройства в логический блок (блок нечеткой памяти), где записаны нормированные функции принадлежности, описывающие информационные переменные,

Подсистема нечеткого моделирования включает в себя нечеткие правила и механизм нечетких выводов.

Дефазификатор выдает четкое решение, служащее корректирующей величиной логической части интеллектуальной системы управления АТС.

При моделировании процесса поиска решений с использованием нечеткого контроллера проблемную область формализуют, а стратегию поиска строят так же, как это делает квалифицированный человек (водитель автомобиля). Причем формализация выполняется по тем же человеческим правилам вида R_j : (если \tilde{A}_j , то \tilde{B}_j), где \tilde{A}_j и \tilde{B}_j — нечеткие высказывания, которые формируются с помощью лингвистических переменных ("много", "мало" и т. п.) и их алгебраических и тригонометрических функций принадлежности. При моделировании нечетких заключений используются треугольные и трапециевидные функции принадлежности. И поскольку подзадачи выводятся посредством нечетких правил, а входные данные носят количественный характер, то перед использованием этих данных в качестве фактов необходимо произвести операцию фазификации.

Процедура получения выходного решения на основе приведенных выше правил нечеткого управления включает три следующие операции.

1. Получение нечетких выводов по каждому правилу в отдельности, для чего над функциями принадлежности выполняется необходимая логическая операция (сложение либо умножение). Полученное в ее результате значение функции принадлежности накладывается на функцию принадлежности заключения. В результате слияния этих двух нечетких множеств (логическая операция И, или взятие минимума) получается новая функция принадлежности.

2. Сложение результирующих функций, полученных на предыдущем этапе, по всем правилам одновременно (логическая операция ИЛИ, т. е. взятие максимума). В результате формируется результирующая функция принадлежности.

3. Получение четкого (однозначного) решения — дефазификация. Данная операция используется для оценки результата. Цель (выходное решение) принимает конкретное количественное или качественное выражение.

Эти операции выполняет нечеткий контроллер. В каждый момент времени он анализирует информационные переменные — положение педали акселератора и ускорение автомобиля. Например, водитель желает совершить динамичный разгон, для чего быстро нажимает педаль акселератора до упора. Датчик ускорения фиксирует положительную величину ускорения автомобиля. Контроллер в соответствии с заложенными в него правилами, учитывающими различные оттенки для различных сочетаний этих информационных переменных, выполняет необходимые логические операции. В результате получается несколько (по числу правил) результирующих функций принадлежности. Функции логически складываются. И, наконец, из итоговой функции формируется четкое однозначное решение, которое и служит командой исполнительному устройству интеллектуальной системы управления в данный момент времени.

Для разработки алгоритма управления используется системный подход.

Сначала проводят теоретические исследования, где объект автоматизации рассматривается как система с сосредоточенными параметрами, которая функционирует в условиях внешней среды, оказывающей на объект многофакторные случайные воздействия, а физические его свойства описываются системой обыкновенных нелинейных дифференциальных уравнений. Но сложность теоретической математической модели не позволяет в приемлемые сроки решать поставленные проблемы и не годится для создания алгоритма работы контроллера системы управления. Поэтому для построения алгоритма функционирования АСУ, оценки показателей качества и эффективности АТС целесообразнее использовать экспериментальные факторные модели, получаемые на основе теории планирования эксперимента.

Таким образом, первая операция сводится к планируемому вычислительному эксперименту на основе теоретической математической модели автомобиля. Полученные в итоге регрессионные модели затем используются для оптимизации характеристик АСУ. Эти характеристики и составляют основу интеллектуальной системы управления, ее ядро.

Вторая операция — трансформирование данного ядра, наполнение его интеллектуальными качествами, наделение способностью мыслить и принимать решения. Для этого используются принципы теории искусственного интеллекта и теории нечетких множеств, что позволяет создать простой алгоритм работы контроллера системы управления, обеспечивающий ее высокое быстродействие и функционирование в режиме реального времени.

Методология трансформации включает следующие процедуры: описание информационных переменных с помощью функций принадлежности; составление продукционных правил управления; составление про-

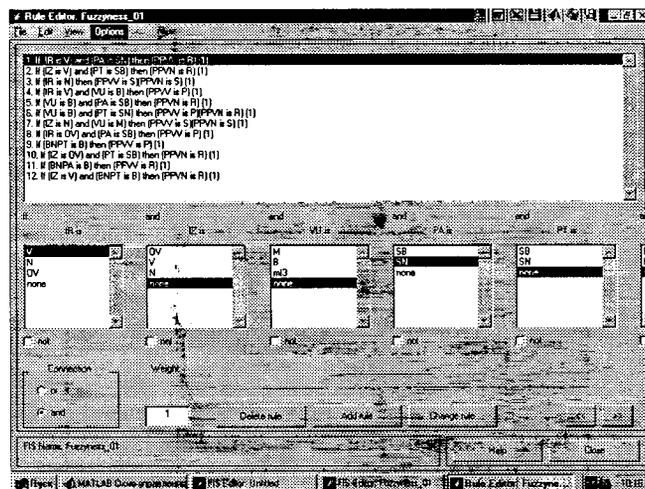


Рис. 2. Продукционные правила нечеткого управления, сформированные с помощью программы "fuzzy logic"

граммы для получения выходного решения на основе составленных правил.

В Могилевском ГТУ такие работы ведутся — по созданию интеллектуальных систем управления большегрузными автомобилями. В частности, для автомобиля-самосвала БелАЗ грузоподъемностью 45—60 т, оснащенного дизелем мощностью 537 кВт (730 л. с.) и гидромеханической коробкой передач с блокируемым гидротрансформатором, синтезирован алгоритм управления и создана программа для интеллектуального контроллера. При этом использованы следующие информационные переменные: угловая скорость ω_T турбинного колеса ГДТ, угловые положения γ_a педали акселератора и γ_T педали тормоза, номер включенной передачи, скорости $\dot{\gamma}_a$ и $\dot{\gamma}_T$ изменения положения педалей акселератора и тормоза, ускорение a (замедление) самосвала и величина i уклона продольного профиля опорной поверхности дороги.

С помощью функций принадлежности предпосылки IR (интенсивность разгона), IZ (интенсивность замедления), $BNPA$ (темп нажатия на педаль акселератора), $BNPT$ (темп нажатия на педаль тормоза) и VU (величина дорожного уклона) описаны информационные переменные γ_a , γ_T , a , $\dot{\gamma}_a$, $\dot{\gamma}_T$ и i . В качестве функций принадлежности заключений $PPVV$ и $PPVN$, т. е. программных значений переключений соответственно на высшие и низшие передачи, приняты Л-образные функции. В итоге составлены 12 продукционных правил, которые сформированы с помощью стандартной программы "fuzzy logic" (рис. 2). Кроме того, для реализации на ЭВМ процедуры трансформации синтезированного ядра алгоритма для АСУ разработана программа, алгоритм которой приведен на рис. 3.

Эффективность управления автомобилем с помощью этой программы проверяли путем моделирования на ЭВМ движения самосвала БелАЗ-7555А по типовому маршруту карьера "Гранит" (г. Микашевичи) протяженностью 3000 м, содержащему 22 характерных участка (прямолинейно-плоское движение, повороты, уклоны и единичные препятствия, требующие изменения скорости движения в соответствии с техниче-

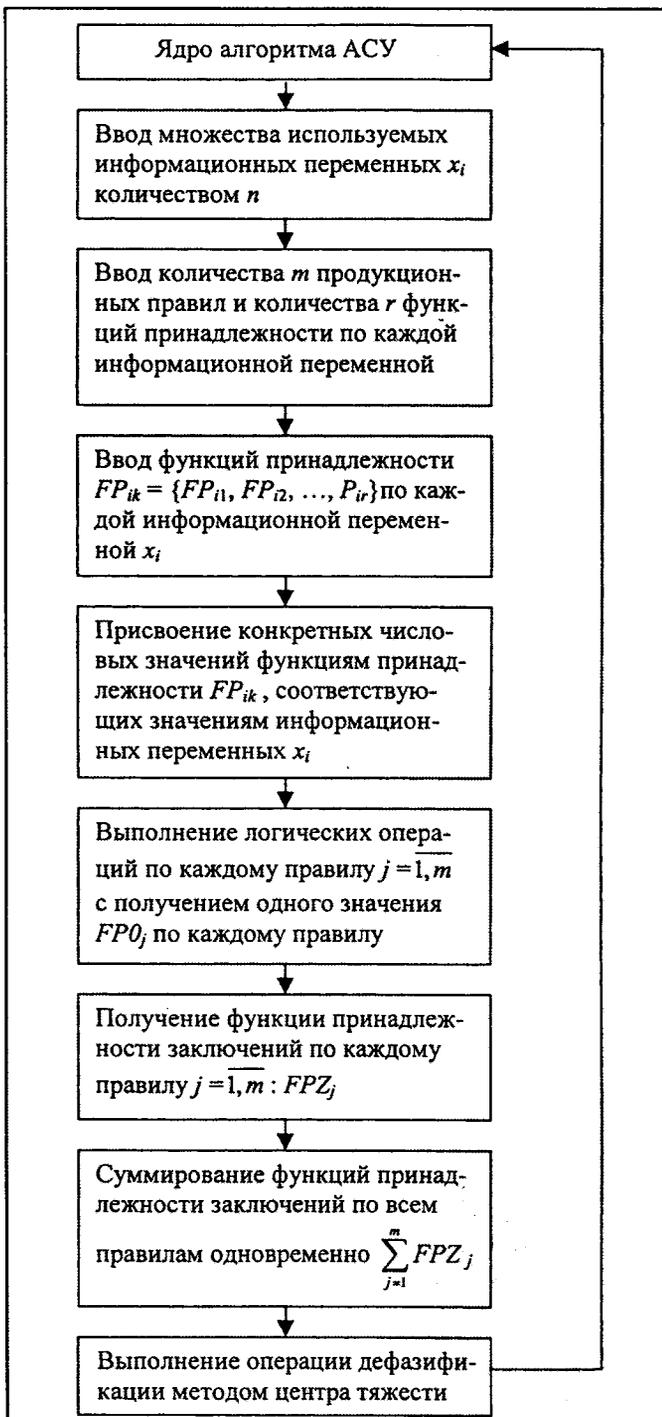


Рис. 3. Алгоритм программы (процедуры) трансформации синтезированного ядра алгоритма для АСУ

скими требованиями на эксплуатацию автомобиля). Данный маршрут в каждом направлении самосвал "преодолевал" дважды. При этом фиксировались: средняя скорость v_{cp} движения, путевой расход Q_2 топлива, число переключений передач, блокировок и разблокировок ГДТ, величина максимальных продольных ускорений на рабочем месте водителя. (Переключения передач, блокировки и разблокировки ГДТ выполнялись по так называемой "нормальной" программе.)

При моделировании учитывали логику действий водителя, т. е. логику его воздействий на педали акселератора и тормоза, определяющих степень разгона или замедления АТС. Причем водителя квалифицированного, работающего в типовых дорожных ситуациях (на поворотах и при преодолении единичных препятствий снижает скорость, слегка нажимая на тормозную педаль; не превышает допустимую скорость на спусках; разгоняется с максимальной интенсивностью и т. п.).

В качестве примера рассмотренной методики на рис. 4 показан результат формирования управляющего сигнала на переключение передачи при разгоне автомобиля программой "fuzzy". Из рисунка видно, что при разгоне автомобиля (допустим, при движении на второй передаче) с ускорением $1,58 \text{ м/с}^2$ (соответствует значению аргумента параметра $IR = 0,806$) и полном и быстром нажатии на педаль акселератора программа сформировала команду на более раннее переключение на высшую (третью) передачу, конкретно — на 15 % раньше, чем записано в эталонной программе.

Эффективность алгоритма интеллектуальной системы управления самосвалом оценивали, сравнивая оптимальные его характеристики (средние скорости движения, расходы топлива и т. д.) в двух случаях — при наличии и отсутствии элементов искусственного интеллекта. При этом установлено: смещение программных характеристик управления (более ранние переключения передач) при движении в условиях, приближенных к реальным, существенно улучшает технико-экономические показатели самосвала (например, его средняя скорость возросла на 4—5 %, а путевой расход топлива снизился на 5,5—6 %). Отсюда напрашивается и более "широкий" вывод: значит, и на серийном АТС при его разгоне или замедлении переключать передачи следует как можно раньше.

Выявлено также, что система с элементами интеллекта повышает безопасность движения и надежность управления, так как она, в отличие от человека, очень строго соблюдает предписания инструкции по эксплуатации. По той же причине, т. е. благодаря этой системе, максимальные значения продольных ускорений самосвала снижаются в 1,1—1,2 раза.

Результат формирования команды на переключение передач при разгоне самосвала БелАЗ-7555А

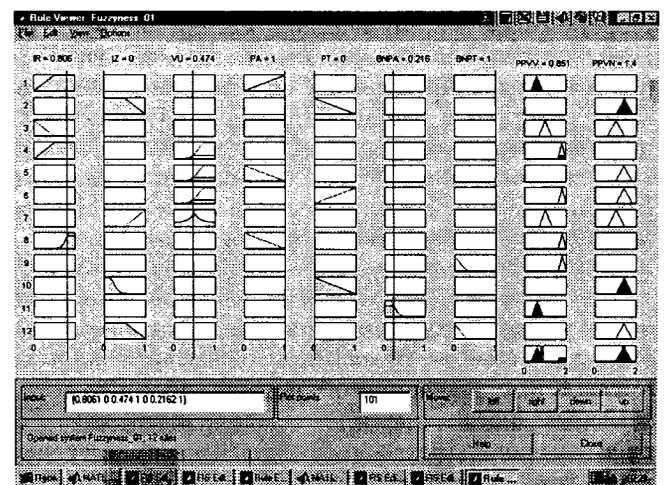


Рис. 4. Результат формирования команды на переключение передач при разгоне самосвала БелАЗ-7555А

В целом моделирование показало, что интеллектуальная система управления дает неоспоримый эффект практически во всех случаях движения АТС. Кроме уже упоминавшегося автоматического смещения оптимальных характеристик управления переключением передач при разгонах и замедлениях, приводящего к увеличению средней скорости движения и снижению путевого расхода топлива, она, например, исключает возможность перехода на высшие передачи в опасных ситуациях (на крутых спусках, при высоких скоростях движения, нажатии на педаль тормоза); снижает про-

должные ускорения при переключениях передач даже без манипуляций с педалью акселератора; обеспечивает торможение двигателем и более раннее переключение на низшие передачи.

В заключение отметим, что рассмотренный выше алгоритм управления самосвалом — разумеется, не единственный из возможных. Наоборот, для управления различными автомобилями потребуются свои алгоритмы. Однако принципы их разработки должны быть теми же, что и рассмотренные, или близкими к ним.

УДК 629.621.436.621.43

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДВС

Д-р техн. наук В. А. МАРКОВ, С. А. АНИКИН,
Е. А. СИРОТИН

МГТУ имени Н. Э. Баумана, ЗИЛ

В настоящее время дизели устанавливают не только на грузовых автомобилях и автобусах, но все чаще и на легковых автомобилях. Причины очевидны: дизель работает на сравнительно дешевом топливе и расходует его меньше, чем двигатель с искровым зажиганием. Однако вопрос о преимуществах того или другого с точки зрения экологических показателей пока остается дискуссионным. Например, специалисты НАМИ отдают предпочтение бензиновым двигателям с искровым зажиганием, а специалисты фирмы "Лукас" — напротив, дизелям. Иными словами, четкого и однозначного ответа на вопрос "какой из двигателей больше загрязняет среду обитания человека?" до сих пор нет. А он необходим, и получить его можно лишь путем сравнения составов отработавших газов. Точнее, составов вредной их части — монооксида углерода, углеводородов, оксидов азота, оксидов серы, альдегидов. Что, в общем, пытались сделать многие. В результате уже можно считать доказанным: содержание газообразных продуктов неполного сгорания топлива (монооксида углерода и углеводородов) в отработавших газах дизеля существенно ниже, чем у бензинового двигателя, меньше и альдегидов; доли оксидов азота у них примерно одинаковы; сажи и оксидов серы дизель дает больше. Если же учесть, что выбросы оксидов серы зависят не только от двигателя, а, главным образом, от содержания серы в топливе, то становится ясно: по выбросам монооксида углерода и углеводородов безопаснее двигателя с искровым зажиганием, по выбросам сажи опаснее дизель.

Вывод правильный. Но он не отвечает на поставленный выше вопрос, т. е. на вопрос о степени опасности каждого из типов двигателей в целом. Ответ может дать лишь сумма токсикологических эффектов отдельных компонентов отработавших газов. Причем сумма, так сказать, векторная. Потому что действуют эти компоненты на человеческий организм не только по-разному, но и зачастую влияя друг на друга. В итоге задача строго арифметического решения не имеет, и ее приходится решать инженерными методами. Например, методом сравнения с эталоном.

Правда, и с выбором эталонов сейчас не все благополучно. Так, в России эталонными считаются санитарные нормы СН 245-71, устанавливающие предельно допустимые концентрации (ПДК) токсичных компонентов в воздухе. Таких ПДК три — среднесуточная, максимальная разовая и в воздухе рабочей зоны. (Если их расшифровать, то среднесуточная — это концентрация вредного вещества, которая не оказывает прямого или косвенного вредного воздействия на человека при его круглосуточном пребывании в зоне нормирования; максимальная разовая — концентрация, не вызывающая рефлекторных реакций в организме человека в течение 30 мин; ПДК в воздухе рабочей зоны — концентрация, которая не вызывает заболеваний или отклонений в состоянии здоровья человека, ежедневно в течение всего рабочего стажа находящегося в зоне нормирования по 8 ч.

Все вроде логично, кроме того, что такое деление явно неудобно. При нем не совсем понятно, с какой ПДК сравнивать фактические выбросы автомобилей. Но не это главное: в конце концов, можно и со всеми тремя. Важнее другое: ПДК лимитирует вредное воздействие лишь отдельно взятого химического соединения. Тогда как в случае отработавших газов все вредные компоненты действуют на человека одновременно и, как сказано выше, зачастую взаимодействуют.

Чтобы сблизить теорию (ПДК) и реальность (выбросы), специалисты приводят массовые концентрации различных веществ по ПДК к одному веществу, выбранному за эталон (обычно к монооксиду углерода, токсикологические свойства которого хорошо изучены). При этом токсичность монооксида углерода во всех зонах принимается равной единице. Тогда приведенная среднесуточная ПДК для углеводородов оказывается равной 2,0; максимальная разовая — 1,0; в рабочей зоне — 0,0. Для оксидов азота: соответственно 75, 58,8 и 10; твердых частиц — 60; 33,3 и 5; оксидов серы — 60, 10 и 2. Сумма приведенных ПДК и дает общие ПДК отработавших газов, которых, как видим, тоже три. То есть мы возвратились к той же проблеме, что и в случае ПДК по СН 245-71.

Не полностью решает задачу и предложенный рядом академических и ведомственных НИИ коэффициент агрессивности компонентов отработавших газов, учитывающий не только отношения ПДК, но и вероятность накопления и вторичных химических превращений вредных веществ в атмосфере, оседание

твердых частиц на поверхность земли и их воздействие на сельскохозяйственные растения и животных.

Здесь тоже за единицу принимается агрессивность монооксида углерода и к ней приводятся все другие вещества. Но соотношение получается иным: монооксид углерода — 1,0; углеводороды — 3,16; оксиды азота — 41,1; твердые частицы (сажа) — 300 (для бензинов; для дизельных топлив — 200); оксиды серы — 22. Суммарная токсичность отработавших газов подсчитывается как сумма произведений удельных массовых выбросов компонента на коэффициенты их агрессивности. Результаты оценки, выполненной в НАМИ (В. Ф. Кутенев и др.), приведены в табл. 1. В ней, как видим, нет явной привязки данных к ПДК, но по ним уже можно судить, какой из двигателей экологически вреднее. В частности, из таблицы следует: двигатель с искровым зажиганием по экологическим показателям лучше дизеля, поскольку его приведенные выбросы равны 1810 г/кг топлива, тогда как у дизеля — 3384.

Вывод правильный, если согласиться с тем, что коэффициенты агрессивности, базирующиеся на показателях ПДК, достаточно точно отражают токсическую значимость компонентов отработавших газов. Но в том-то и дело, что согласиться с этим трудно. Метод нормирования экологического состояния атмосферы с использованием ПДК предназначен для оценки выбросов токсичных веществ любыми объектами. То есть полученные с его помощью данные характеризуют не только экологические показатели двигателя, загрязняющего атмосферу, но и зону нормирования. Поэтому один и тот же двигатель может дать, в зависимости от места его установки и условий эксплуатации, и высокое содержание токсичных компо-

нентов отработавших газов в атмосфере, и сравнительно низкое. Иными словами, ручаться за достоверность оценок нельзя. Вот почему в последнее время в мировой практике используется еще один показатель — удельные массовые выбросы вредных веществ, отнесенные к мощности двигателя. Именно его и нормируют. Например, с 1999 г. — это нормы "Евро-3", предусматривающие ограничение предельных массовых выбросов основных токсичных компонентов — монооксида углерода, оксидов азота, углеводородов и твердых частиц. Для автомобилей полной массой до 3,5 т нормы введены Правилами № 83 ЕЭК ООН, а полной массой более 3,5 т — Правилами № 49 ЕЭК ООН. Видимо, целесообразно при определении коэффициента агрессивности использовать не показатели ПДК, а именно данные нормы. Тогда коэффициент агрессивности каждого конкретного токсичного компонента отработавших газов может быть представлен в виде отношения предельно допустимого массового выброса монооксида углерода к предельно допустимому выбросу конкретного компонента.

Что из этого получается, показано в табл. 2. Из нее, в частности, видно, что при соблюдении норм "Евро-3" коэффициенты агрессивности вредных компонентов отработавших газов зависят от полной массы АТС. Так, у наиболее массовых транспортных средств крупных городов — легковых и малотоннажных автомобилей — токсикологическая значимость монооксида углерода, углеводородов, оксидов азота и твердых частиц соотносится как 1 : 11,5 : 15,3 : 46, у АТС полной массой более 3,5 т — как 1 : 4 : 0,44 : 20. Другими словами, если судить по коэффициенту агрессивности, хорошо отрегулированные тяжелые грузовые автомо-

Таблица 1

Компонент отработавших газов	Выброс двигателей с искровым зажиганием, г/кг топлива			Выброс дизелей, г/кг топлива		
	удельный	приведенный с учетом коэффициента агрессивности	приведенный с учетом Правил № 83 ЕЭК ООН	удельный	приведенный с учетом коэффициента агрессивности	приведенный с учетом Правил № 83 ЕЭК ООН
Монооксид углерода	369,0	369	369	23,0	23	23
Углеводороды	30,0	95	345	10,5	33	121
Оксиды азота	21,0	863	321	41,0	1685	627
Твердые частицы (сажа)	1,5	450	69	7,6	1520	350
Оксиды серы	1,5	33	—	5,6	123	—
Итого	423,0	1810	1104	87,7	3384	1121

Таблица 2

Компонент отработавших газов	Предельно допустимые выбросы компонентов отработавших газов		Коэффициент агрессивности компонентов отработавших газов	
	автомобилями полной массой до 3,5 т (Правила № 83 ЕЭК ООН)	автомобилями полной массой более 3,5 т (Правила № 49 ЕЭК ООН)	с учетом Правил № 83-03 ЕЭК ООН	с учетом Правил № 49-03 ЕЭК ООН
Монооксид углерода	2,3	2,0	1,00	1,00
Углеводороды	0,2	0,5	11,50	4,00
Оксиды азота	0,15	4,5	15,30	0,44
Твердые частицы (сажа)	0,05	0,10	46,00	20,00
Итого	—	—	73,80	25,44

Таблица 3

Компонент отработавших газов	Выброс токсичных компонентов, г/кг топлива, двигателями с искровым зажиганием		Выброс токсичных компонентов, г/кг топлива, дизелями	
	удельный	приведенный	удельный	приведенный
Моноксид углерода	465,6	465,6	20,8	20,8
Углеводороды	23,3	268,0	4,2	48,3
Оксиды азота	15,8	241,7	18,0	275,4
Сажа	1,0	46,0	5,0	230,0
Оксиды серы	1,9	—	7,8	—
Альдегиды	0,9	—	0,8	—
Свинец	0,5	—	—	—
Итого	509	1021	51,6	575

били безопаснее хорошо отрегулированных легковых и малотоннажных грузовых. Что не совсем так: надо учитывать еще и удельный массовый выброс. Тогда получается (см. табл. 1), что приведенные выбросы соответствующих нормам "Евро-3" двигателей с искровым зажиганием и дизелей равны соответственно 1104 и

1121 г/кг топлива, т. е. очень близки по величине. Но, учитывая, что эффективный КПД дизелей в ~1,4 раза выше КПД двигателей с искровым зажиганием, будет правильнее сказать: экологические качества дизелей лучше.

Несколько иные, по сравнению с приведенными в табл. 1, данные получены в НИЦИАМТе при испытаниях двигателей в городском цикле движения автомобиля (табл. 3): 1021 и 575 г/кг топлива. Если же учесть разницу в эффективном КПД, то можно сделать вывод: по экологическим показателям дизель не просто превосходит двигатель с искровым зажиганием, а превосходит в 2,5 раза. Правда, это без учета оксидов серы. Но они составляют всего 2—4 % общей приведенной эмиссии токсичных компонентов отработавших газов, так что полученные результаты будут скорректированы незначительно.

Таким образом, дизель есть средство не только экономии жидких топлив, но и существенного улучшения экологической ситуации в крупных городах. В том числе потому, что положительные качества дизеля наиболее полно проявляются в режиме городского движения, т. е. при большой доле режимов малых нагрузок и холостого хода.

Форсунка — последний из цепи элементов топливной системы, определяющих вид характеристики впрыскивания топлива в камеру сгорания дизеля. И, пожалуй, один из важнейших. От конструкции ее распылителя (его проточной части) зависят мелкость распыливания топлива, структура топливного факела, распределение топлива по камере сгорания и т. д. В конечном счете — экономические и экологические показатели дизеля. В частности, еще в 1977 г. В. И. Трусов, В. П. Дмитриенко и Г. Д. Масляный доказали, что содержание углеводородов в отработавших газах, т. е. полнота сгорания топлива, определяется именно форсункой, точнее — объемом колодца распылителей. Правда, количественную сторону влияния этого объема на другие параметры дизеля они не установили. Поэтому предлагаемую вниманию читателей статью можно рассматривать как попытку завершить их работу.

УДК 629.621.43.038.8

КОНСТРУКЦИЯ ПРОТОЧНОЙ ЧАСТИ РАСПЫЛИТЕЛЯ ФОРСУНКИ И ПАРАМЕТРЫ ДИЗЕЛЯ¹

Кандидаты техн. наук А. Г. КОРОТНЕВ
и А. Р. КУЛЬЧИЦКИЙ, Ю. И. ЧЕСТНОВ

НИКТИД

Конструктивные особенности опытных распылителей, прошедших испытания на дизеле, приведены в табл. 1. Как из нее следует, испытанные распылители отличались диаметром, высотой (рис. 1) элементов иглы (и соответственно массой), а также размерами подыгольного канала (глубиной, диаметром и объемом). Были различия и по входу потока топлива в сопловые отверстия. Так, у распылителей № 1 и 2 топливо шло из предсоплового канала, у № 3 — из зазора между запирающими конусами иглы и седла корпуса.

Таблица 1

Параметр	Номер опытного распылителя		
	1	2	3
Масса иглы, г	6,44	8,36	7,34
Диаметр, мм:			
направляющей части иглы распылителя	5,026	6,028	5,020
сопловых отверстий распылителя	0,36	0,36	0,36
предсоплового колодца	1,23	1,19	0,65
Длина предсоплового колодца, мм	0,455	1,083	0,285
Площадь эффективного проходного сечения, мм ²	0,268	0,280	0,268
Углы запорных конусов иглы, град:			
1	81°40'	79°40'	—
2	61°32'	60°00'	60°00'
3	30°00'	46°54'	44°00'
Высота элементов запорных конусов иглы, мм:			
h_1	0,71	0,65	—
h_2	1,06	1,12	1,69
h_3	3,12	0,4	2,17

¹ В работе принимали участие В. Л. Петров и А. Н. Немцев.

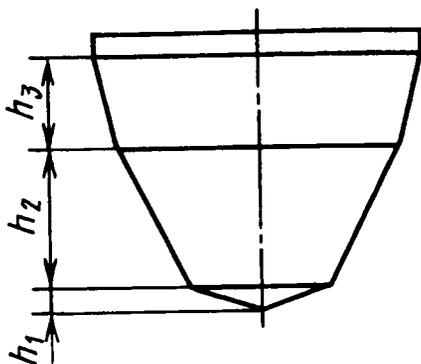


Рис. 1. Геометрия запорного конуса иглы распылителя форсунки

Различна и конструкция запирающего конуса иглы: у распылителей № 1 и 2 она — примерно с одинаковыми геометрическими размерами и дополнительным конусом на игле, у распылителя № 3 — без него. Эффективные проходные сечения всех распылителей были примерно одинаковыми и входили в одну размерную группу (0,265—0,280 мм²).

Эффективность работы дизеля с различными распылителями сравнивалась по удельному расходу топлива при работе на режиме эксплуатационной мощности, дымности отработавших газов на режимах эксплуатационной мощности и максимального крутящего момента, удельным выбросам вредных веществ.

Из результатов испытаний видно следующее.

Во-первых, подтвердился вывод исследователей, приведенный выше. Действительно, при распылителях с большим подыгольным объемом (распылители № 2), из которого топливо подвпрыскивается в камеру сгорания после посадки иглы, удельные выбросы суммарных углеводородов наибольшие (кривые 1 и 4 на рис. 2). В случае распылителей № 1 и 3 они меньше в ~1,5 раза (соответственно кривые 3, 6 и 2, 5). Хотя различия в их подыгольных объемах меньше соответственно в 2,1 и 12 раз. Правда, у распылителей № 1 и 3 поток топлива в сопловые отверстия входит по-разному: у № 1 — из предсоплового канала, у № 3 — из-за запорного конуса.

Отсюда можно сделать два вывода: уменьшение подыгольного объема снижает количество углеводородов в отработавших газах; перенос точки входа топлива из предсоплового канала за запорный конус на выбросе углеводородов практически не сказывается.

Во-вторых, доказано, что удельные выбросы монооксида углерода на большинстве режимов работы дизеля от конструкции распылителя зависят очень незначительно. Исключение — режим максимального крутящего момента (рис. 3), где при распылителях № 1 наблюдается наибольшая концентрация монооксида углерода. Причина последнего: дизель работает на нижнем пределе коэффициента избытка воздуха, и любое, даже незначительное нарушение распыливания топлива вызывает увеличение концентрации этой вредной составляющей и дымности отработавших газов. Короткий предсопловый канал распылителя и создает такое нарушение.

На это еще в 1972 г. обратил внимание И. А. Мичкин, который отмечал, что при выходе топлива из кольцевого зазора, образованного конусами иглы и корпуса распылителя, поток топлива отжимается от стенок предсоплового канала, образуя зону завихрения длиной L (рис. 4). Если расстояние L_g от поверхности рабочего конуса до верхней кромки соплового

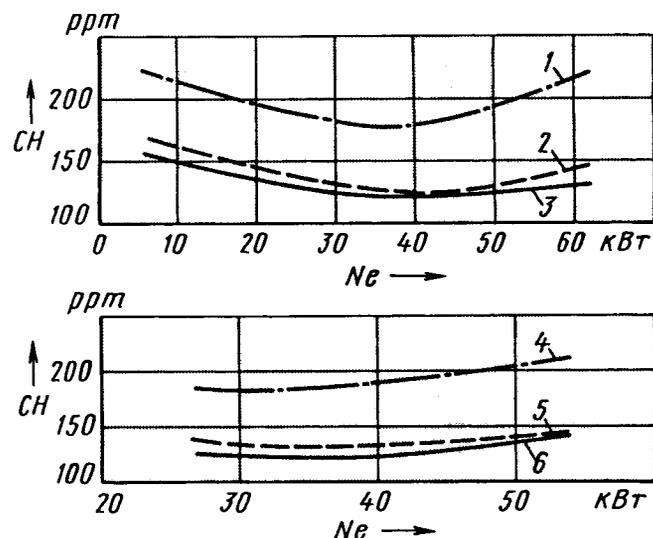


Рис. 2. Зависимость концентрации углеводородов в отработавших газах от режима работы дизеля и конструкции распылителей:

1 и 4 — распылитель № 2 при $n = 1800 \text{ мин}^{-1}$ и $n = 1350 \text{ мин}^{-1}$; 2 и 5 — распылитель № 3 при $n = 1800 \text{ мин}^{-1}$ и $n = 1350 \text{ мин}^{-1}$; 3 и 6 — распылитель № 1 при $n = 1800 \text{ мин}^{-1}$ и $n = 1350 \text{ мин}^{-1}$

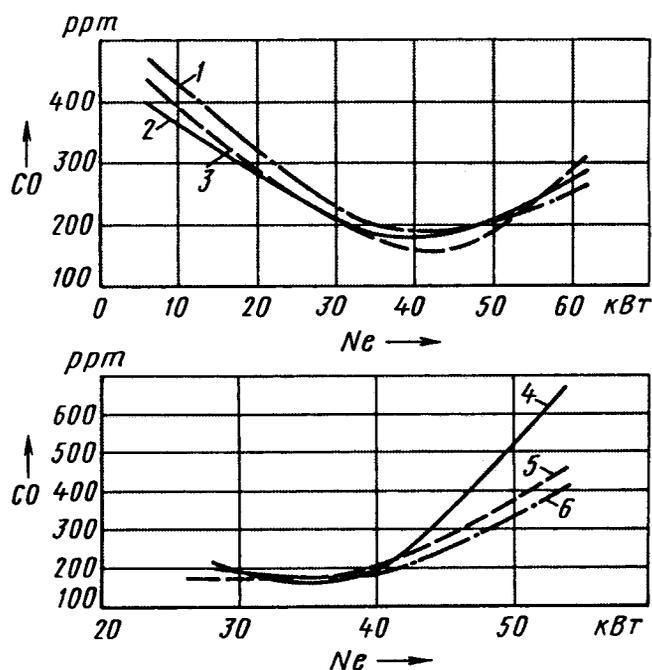


Рис. 3. Зависимость концентрации монооксида углерода в отработавших газах от режима работы дизеля и конструкции распылителей:

1 и 6 — распылитель № 2 при $n = 1800 \text{ мин}^{-1}$ и $n = 1350 \text{ мин}^{-1}$; 2 и 5 — распылитель № 2 при $n = 1800 \text{ мин}^{-1}$ и $n = 1350 \text{ мин}^{-1}$; 3 и 4 — распылитель № 1 при $n = 1800 \text{ мин}^{-1}$ и $n = 1350 \text{ мин}^{-1}$

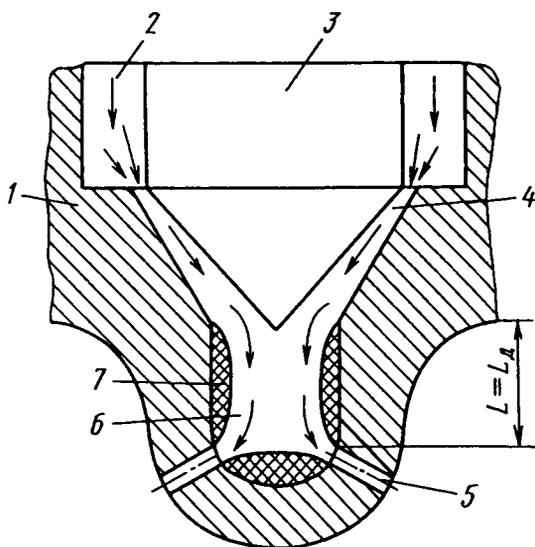


Рис. 4. Схема подыгольного канала носка распылителя:
1 — корпус; 2 — подводящий топливный канал; 3 — игла;
4 — кольцевой конический канал, образованный иглой и корпусом; 5 — сопловое отверстие; 6 — предсопловый колодец; 7 — зона завихрения топлива

отверстия меньше длины зоны завихрения L , то вход топлива в сопловое отверстие происходит из зоны завихрения, что ухудшает процесс истечения топлива из сопловых отверстий и тем самым способствует увеличению концентрации монооксида углерода.

В-третьих, установлено, что наименьшая дымность отработавших газов наблюдается у дизеля с распылителями № 2. Например, на режиме эксплуатационной мощности она в 1,29 раза меньше, чем при распылителях № 3, а на режиме максимального крутящего момента — в 1,27 раза меньше, чем с распылителями № 1. (В последнем случае она превышает нормы Правил № 24-03 ЕЭК ООН.) На частичных же режимах работы дизеля различие в дымностях не так велико, и при нагрузке 50 % дымность практически не зависит от образца распылителя (рис. 5).

Как отмечалось выше, длина предсоплового канала заметно влияет на процесс истечения топлива из сопловых отверстий форсунки. В итоге чем канал короче, тем дымность отработавших газов выше.

Выбросы оксидов азота дизеля зависят от образца распылителя незначительно (табл. 2). Однако в связи с тем, что распылитель № 2 обеспечивает самые низкие удельные расходы топлива, то выбросы оксидов

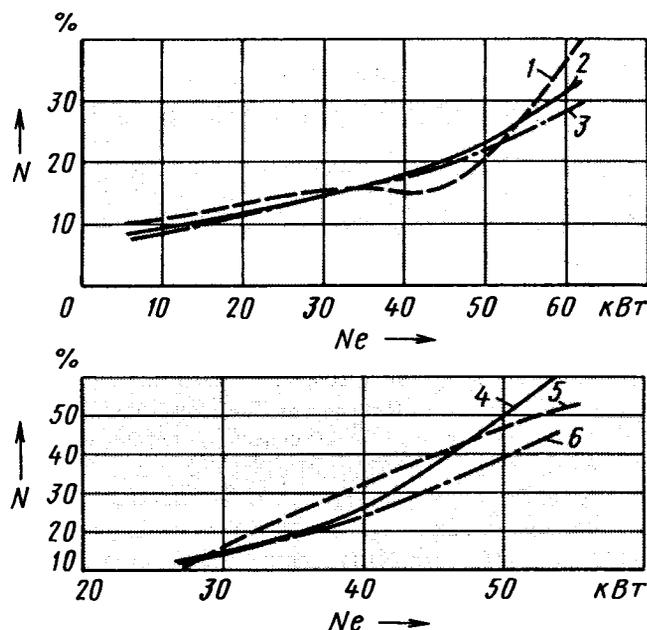


Рис. 5. Зависимость дымности отработавших газов от режима работы дизеля и конструкции распылителя:

1 и 5 — распылитель № 3 при $n = 1800 \text{ мин}^{-1}$ и $n = 1350 \text{ мин}^{-1}$; 2 и 4 — распылитель № 1 при $n = 1800 \text{ мин}^{-1}$ и $n = 1350 \text{ мин}^{-1}$; 3 и 6 — распылитель № 2 при $n = 1800 \text{ мин}^{-1}$ и $n = 1350 \text{ мин}^{-1}$

азота получают наибольшими из всех вариантов комплектации.

Таким образом, исследования позволяют сделать следующие важные в теоретическом и практическом планах выводы.

1. Дизель, оборудованный распылителями с увеличенной длиной предсоплового канала, имеет повышенные выбросы суммарных углеводородов, но минимальную дымность отработавших газов, концентрацию в них монооксида углерода и удельный расход топлива.

2. Распылители с уменьшенным подыгольным объемом и со входом потока топлива в сопловые отверстия с запорного конуса не снижают выбросы углеводородов.

3. Поскольку конструкции проточной части распылителя влияют на экологические и экономические параметры дизеля по-разному, то выбирать конкретное их исполнение нужно с учетом конкретной конструкции топливной системы.

Таблица 2

Номер распылителя	Удельный расход топлива, г/(кВт·ч)	Выброс монооксида углерода, г/(кВт·ч)		Выброс углеводородов, г/(кВт·ч)		Выброс оксидов азота, г/(кВт·ч)		Дымность, %, на режиме максимальной мощности		Дымность, %, на режиме максимального крутящего момента	
		норма (не более)	факт	норма (не более)	факт	норма (не более)	факт	норма (не более)	факт	норма (не более)	факт
1	253,6	6,5	2,74	1,3	0,61	9,2	7,84	52,5	33,0	57,2	60,0
2	248,7	6,5	2,56	1,3	0,92	9,2	7,93	52,5	29,5	57,2	45,5
3	259,4	6,5	2,54	1,3	0,65	9,2	7,64	52,5	39,5	57,2	52,0

ВЯЗКОСТНЫЕ МУФТЫ. РЕГУЛИРОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК

Канд. техн. наук А. Ю. БАРЫКИН

КамПИ

Вязкостные муфты в связи с их простотой, невысокой стоимостью, автоматичностью действия и эффективностью работы все более широко применяются в трансмиссиях полноприводных автомобилей: их используют как средство автоматического подключения одного из мостов (прямая схема включения) или как механизм блокировки межосевого и межколесного дифференциалов. Однако конструктор создает такую муфту, чаще всего ориентируясь на хорошо зарекомендовавшие себя аналоги, так как рекомендаций по этому вопросу в литературе практически нет. Такое положение, естественно, не позволяет находить оптимальные решения.

Специалисты КамПИ и научно-технического центра КамАЗа с целью исправить его выполнили большой объем испытаний дифференциалов, в том числе и вязкостных муфт различных конструкций. И не без успеха: удалось выявить и проанализировать связь между конструктивными параметрами муфт и происходящими в них процессами на режимах вязкого и полусухого трения, а также на переходных режимах. В частности, доказано, что жесткая блокировка дифференциала с помощью муфты, работающей только в режиме вязкого трения, невозможна и что блокировка дифференциала происходит при работе муфты в режиме полусухого трения. Другими словами, испытания дали результат, связывающий условия эксплуатации автомобиля с конструкцией муфты.

Так, установлено, что параметров, определяющих характеристики муфты на режиме вязкостного трения, не так уж и много. Это число Z дисков, их внутренний (r) и внешний (R) радиусы; особенности перфорации дисков (отверстия, прорезы и т. п.); зазоры (Δ) между дисками; относительное скольжение (разность $\Delta\omega$ частот вращения); степень заполнения жидкостью (силиконовое масло) корпуса муфты; кинематическая вязкость (ν) и плотность (ρ) жидкости (силиконового масла). На режиме полусухого трения к перечисленным параметрам добавляются еще три: давление рабочей жидкости (сила прижатия дисков друг к другу); качество поверхности дисков; их материал или материал, который нанесен на соприкасающиеся поверхности, т. е. факторы, определяющие величину коэффициента трения. Каждый из перечисленных параметров по-своему влияет на работу муфты (следовательно, и всей трансмиссии), но особенно сильно — свойства силиконового масла и степень заполнения им корпуса муфты. Дело в том, что данное масло относится к классу структурно-вязких жидкостей, у которых кинематическая вязкость изменяется по другому, чем у обычных масел, закону. Например, при вязкости $1000 \text{ мм}^2/\text{с}$ оно работает как идеальная (ньютонова) жидкость, т. е. имеет постоянную вязкость независимо от величины скольжения $\Delta\omega$. Но оно же, если номинальное значение его

вязкости $250000\text{—}1000000 \text{ мм}^2/\text{с}$, по мере увеличения скольжения вязкость снижает. Зависит его вязкость и от температуры. Поэтому при проектировании муфты кинематическую вязкость силиконового масла нужно определять с учетом скорости его структурной деформации ($d\omega/dt$) и изменения температуры, а плотность, как и плотность всех других масел, — с учетом только температуры.

И второе. При работе муфты ее диски из-за нагрева и расширения силиконового масла смещаются относительно друг друга. Чтобы этого избежать, диски нужно делать с перфорацией, через которую избыток масла легко перераспределяется между их рабочими поверхностями. Если же диски выполнять сплошными, то для масла остается один канал — шлицевые соединения, которые затрудняют перетекание, и зазоры между рабочими поверхностями дисков "уходят" от установленных при сборке муфты. Оценить величину данного "ухода" можно с помощью так называемого рабочего радиуса r_e дисков, физический смысл которого следующий.

При различном, но меньшем 100 % наполнении муфты масло под действием центробежных сил частично отбрасывается на периферию дисков. Причем тем в большей степени, чем меньше наполнение муфты, поскольку в таких случаях силы инерции превосходят силы трения в жидкости. В результате момент, который способна передать муфта, уменьшается, а при наполнении же, меньшем 50 %, и частоте вращения, которую можно назвать критической, он становится равным нулю, так как все масло располагается у внешних краев дисков.

Таким образом, величина крутящего момента, передаваемого муфтой, напрямую связана со степенью заполнения ее корпуса, т. е. рабочего радиуса дисков. Так, если корпус заполнен на 91—100 %, т. е. рабочий радиус дисков близок к максимальному, характеристика муфты получается "жесткой", малочувствительной к структурной деформации масла (кривая идет круто), при 50—90 % — характеристики "мягкие".

Данная "градация", очевидно, — инструмент для конструктора: меняя перфорацию дисков (круглые отверстия, радиальные прорезы, их сочетание), можно управлять процессами вязкого и полусухого трения. Причем любая перфорация улучшает процесс рассеивания тепловой энергии, способствует циркуляции рабочей жидкости внутри корпуса и минимизации температурных градиентов по объему муфты. Но радиальные прорезы, открытые со стороны внешнего радиуса дисков, с этой точки зрения предпочтительнее отверстий: они способствуют снижению температурных и механических напряжений в дисках за счет интенсивного перемещения рабочей жидкости между их рабочими поверхностями. Правда, на практике чаще всего применяется комбинированный вариант: внутренние (расположенные на валу муфты) диски выполняются с радиальными прорезями, а внешние (расположенные в корпусе муфты) — с отверстиями. Благодаря этому рабочая жидкость в двух междисковых объемах, разделяемая диском с радиальными прорезями, перераспределяется между объемами, причем как в осевом, так и радиальном направлениях. В междисковых же

объемах, разделенных диском с отверстиями, жидкость перераспределяется с еще большей интенсивностью, чему благоприятствует оптимальная (круглая) форма отверстий, а также большая, как правило, площадь перфораций. И если отверстия смещены в радиальном направлении, рассеивание теплоты в муфте несколько улучшается. Но то же самое дает и увеличение длины или ширины радиальных прорезей. Однако на момент трения муфты больше всего влияют все-таки относительная площадь перфорации дисков и ее тип. И если относительную площадь перфорации увеличить сверх некоторого оптимального значения, то эффект может получиться обратный: момент трения в муфте не только не возрастет, но даже снизится. Чрезмерное уменьшение относительной площади перфорации ниже оптимального значения тоже вредно: возрастают температурные нагрузки на муфту, а характеристика момента вязкого трения становится жесткой. По той же причине циркуляция рабочей жидкости становится недостаточной и не обеспечивает надежного перемещения дисков в осевом направлении. Результат — затрудненная блокировка муфты.

Аналогично обстоит дело и с влиянием типа перфорации: здесь тоже есть оптимальный вариант комбинаций. Этот оптимум можно найти, если ввести понятие "относительная площадь S_{π} ", которая представляет собой отношение суммарной площади перфораций к площади рабочей поверхности соответствующего диска. А еще лучше — по параметру $A_{\pi\delta}$ перфорации, производному от S_{π} и равному произведению коэффициентов $k_{s\pi}$ и $k_{m\pi}$, первый из которых напрямую зависит от S_{π} , а второй — от типа перфорации (см. таблицу).

Коэффициент $k_{s\pi}$ подсчитывается по формуле

$$k_{s\pi} = 7,6705 \cdot 10^{-1} + 2,5561 \cdot 10^{-2} \cdot S_{\pi} - 8,4741 \cdot 10^{-4} \cdot S_{\pi}^2;$$

второй берется из данных, полученных автором в итоге выполненных экспериментальных исследований.

Немаловажна и поверхность дисков — с покрытием (сульфационирование) или без него. Ее можно учитывать с помощью коэффициента k_c поверхности, предложенного Н. М. Исаковым. Для обычных дисков он равен единице, а для дисков с покрытием — 1,5. Тогда рассмотренный выше параметр $A_{\pi\delta}$ может быть преобразован в параметр свойств дисков:

$$A_{c\delta} = A_{\pi\delta} k_c = k_{s\pi} k_{m\pi} k_c.$$

Качество поверхности дисков особенно сильно влияет в случае комбинированного (вязкополусухого или полусухого) трения в муфте: такое трение сопровождается сильным повышением передаваемого муфтой крутящего момента (данное явление в зарубежной научной литературе получило название "хамп", т. е. "повышение", "прирост"). При этом в муфте происходит следующее. С возрастанием кинематического рассогласования между дисками силиконовая жидкость нагревается и расширяется. При определенной температуре наполнение корпуса муфты достигает 100 %, затем начинает расти давление, причем распределяться в муфте оно будет неравномерно. В итоге зазоры между дисками тоже становятся неодинаковыми, а па-

Тип перфорации дисков	Коэффициент типа перфорации ($k_{m\pi}$)
Без перфорации (сплошные диски)	0,85
Отверстия + прорези	1,0
Прорези + прорези	0,85
Отверстия + отверстия	0,9
Отверстия эллиптической формы	0,7

ры дисков прижимаются друг к другу. Результат — повышенный момент полусухого трения.

Основными параметрами, влияющими на процесс полусухого трения, являются число поверхностей полусухого трения, форма перфорации и состояние поверхности дисков. Большое значение имеют также время наступления процесса полусухого трения и время выхода из него при различных значениях параметров муфты (кинематическое рассогласование, температура, наполнение).

Анализ вероятности появления полусухого трения в процессе эксплуатации, в частности при поворотах АТС, показал: чтобы трансмиссия полноприводного автомобиля работала эффективно, конструктивные параметры вязкостных муфт нужно выбирать в определенной последовательности, как минимум в четыре этапа.

На первом выбираются перфорация дисков и степень наполнения силиконовым маслом внутреннего объема муфты, которое не должно, для обеспечения герметичности муфты при перегреве, превышать 92 %.

На втором — геометрические параметры муфты с учетом предельных ее габаритных размеров. При этом средний зазор между дисками должен составлять не менее 0,2 мм, а толщина дисков — не более 1,5 мм, так как эти величины, судя по результатам исследования, оптимальны с точки зрения распределения жидкости и снижения температурных градиентов.

Третий этап — выбор типа силиконового масла и внутреннего радиуса r дисков. Цель — обеспечить максимальный рациональный момент вязкого трения и прочность вала муфты.

На четвертом этапе выбирается способ обработки. При этом следует иметь в виду, что качество поверхности дисков не оказывает существенного влияния на характеристики муфты. Но, как уже упоминалось, влияет на величину максимального момента полусухого трения. Для повышения усталостной прочности, снижения износа дисков и момента жесткой блокировки муфты поверхность дисков желательно упрочнить закалкой и обрабатывать до шероховатости, обеспечивающей коэффициент трения скольжения в пределах 0,06—0,1.

В заключение — еще несколько конкретных рекомендаций.

1. Относительная площадь S_{π} перфорации пары (внешнего и внутреннего) дисков должна быть равной 8—22 %, потому что если она больше 22 %, передаваемый муфтой момент получается небольшим, меньше и вероятность блокировки; если площадь меньше 8 %, то момент тоже меньше оптимального и, кроме того,

возможно нарушение герметичности муфты вследствие значительных температурных градиентов.

2. Изменение параметра перфорации дисков позволяет предварительно выбрать температуру начала блокировки и соответственно время наступления полусухого трения (чтобы эта температура была минимальной, параметр $A_{пд}$ должен быть равным 0,9—1,0), а также минимальное время блокировки муфты (оно соответствует $A_{пд} = 0,95—1,0$). Если же нужно снизить вероятность наступления блокировки в диапазоне ра-

бочих температур и увеличить время блокировки муфты, то перфорация должна соответствовать $A_{пд} < 0,8$.

3. Чем больше исходная вязкость силиконового масла, тем меньше время блокировки муфты и тем больше момент полусухого трения. Чем меньше кинематическая вязкость масла, тем короче время разблокировки муфты.

4. Масло с вязкостью 0,1 м²/с и менее не меняет ее из-за структурной деформации. Соответственно постоянными остаются и характеристики муфты.



Ответы на письма читателей

В редакцию поступило письмо, автор которого, студент "МАМИ" В. Михальченко, интересуется, почему в последнее время со страниц технических изданий исчезает информация об автомобильных газотурбинных двигателях. Он считает, что все дело — в нынешней экономической ситуации: "Сейчас не до "экзотических" изделий. Тут хоть бы с производством обычных справиться". Но в конце письма все-таки задает вопрос: "Может, тому есть и чисто технические причины?"

Ответить на него мы попросили человека, не понаслышке знающего проблему АГТД.

УДК 629.621.426

ТРАНСПОРТНЫЕ ГАЗОТУРБИННЫЕ УСТАНОВКИ

Д-р техн. наук Ю. С. ЕЛИСЕЕВ
ММП "Салют"

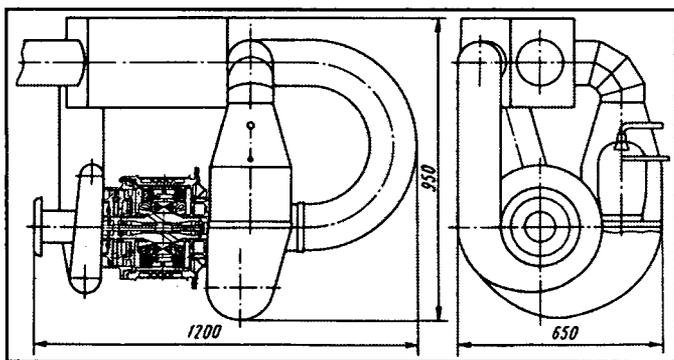
Газовая турбина — одна из наиболее эффективных силовых установок. Например, современные транспортные турбины имеют КПД, достигающий 36—38 %, а в системах комбинированного цикла он уже приблизился к 60 %. Если же перейти на когенерационный цикл, то его КПД, по расчетам, должен составить 80 %. Очень привлекательна газовая турбина и с экологической точки зрения. Прежде всего по выбросам монооксида углерода и оксидов азота, а также уровню шума. И потому когда говорят, что автомобильный газотурбинный двигатель (АГТД) может стать серьезной альтернативой двигателю поршневому, это не преувеличение. По мнению многих авторитетных специалистов, широкому распространению АГТД мешает только одно — необходимость перестройки, причем коренной, производства поршневых двигателей. Что требует, естественно, огромных капиталовложений. Тем не менее работа над АГТД идет: к настоящему времени созданы, судя по публикациям, более 30 опытных образцов таких двигателей в диапазоне мощностей от 75 до 1300 кВт (от 100 до 1760 л. с.). Некоторые из них даже выпускались серийно (правда, небольшими, до 100 шт. в год, сериями). Например, ГАЗ создал их модельный ряд (мощность от 150 до 330 кВт, или от 205 до 450 л. с.), ЯМЗ — двигатель мощностью 735 кВт (1000 л. с.). Есть свои разработки в НАМИ и у Калужского моторного завода.

Это что касается АГТД "гражданского" назначения. Но нельзя не учитывать и армейский опыт: АГТД не один десяток лет работают на танках и зарекомендо-

вали себя самым положительным образом. В том числе и в России. Значит, у нас есть и налаженное производство, и опыт их эксплуатации.

Все конструкции АГТД, в принципе, представляют собой модификации авиационных газотурбинных двигателей, приспособленные для работы на наземных машинах. Только назначение АГТД не в том, чтобы создавать тягу, а в том, чтобы создавать мощность и передавать ее в трансмиссию АТС. Поэтому у него отсутствует реактивное сопло, но есть свободная газовая турбина, оборудованная устройством отбора мощности; обязательно предусмотрен и весьма эффективный теплообменник. Во всем остальном принципиальных отличий нет. Нет их и с точки зрения преимуществ перед поршневыми двигателями. А таких преимуществ как минимум шесть. Во-первых, как уже упоминалось, более высокая экологическая чистота АГТД. Во-вторых, их топливная "всеядность" (бензин, керосин, дизельное топливо, газоконденсаты и т. д.). В-третьих, способность запускаться электро-стартером при температурах 243—248 К (–30 ÷ –25 °С) и ниже, не нуждаясь в предварительном подогреве, и принимать нагрузку через 1—2 мин после запуска. В-четвертых, очень благоприятное протекание нагрузочной характеристики: крутящий момент у АГТД максимален на малых частотах вращения ротора свободной турбины, что существенно упрощает трансмиссию АТС. В-пятых, чем ниже температура наружного воздуха, тем больше мощность, развиваемая турбиной, что положительно сказывается на работе автомобиля в зимних условиях. В-шестых, масса, габаритные размеры и трудоемкость технического обслуживания АГТД в 2—3 раза меньше, чем у поршневых двигателей той же мощности, а межремонтный ресурс достигает 10 тыс. ч.

Правда, АГТД, судя по расчетам и опыту, пока кое в чем уступает поршневым двигателям. Так, даже в слу-



чае крупносерийного производства его себестоимость на 10—15 %, удельный расход топлива — на 20—25 % выше, чем у дизеля (но ниже, чем у двигателя с искровым зажиганием). Однако, если проточная часть будет выполняться из керамики, АГТД может стать на ~12 % экономичнее дизеля. Уже сегодня, как показали выполненные в НАМИ сравнительные испытания автомобилей, оснащенных дизелями и АГТД, средний путевой расход топлива у газотурбинных АТС оказывается на 6—15 % меньше, чем у дизельных, а средняя скорость движения по одному и тому же маршруту на 15 % выше.

Но особенно велики перспективы газовой турбины в гибридных силовых установках, в состав которых кроме нее входят электрогенератор и накопитель электрической энергии.

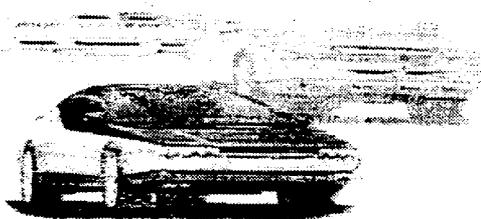
О достоинствах гибридных установок с обычными двигателями сказано и написано, в том числе в "АП", достаточно много. Все это в полной мере относится и

к гибридным установкам на основе АГТД. Добавить следует лишь одно: преимущества АГТД перед поршневыми двигателями полностью сохраняются и в гибридной схеме.

Учитывая это, многие зарубежные фирмы ("Эллайд Сигнал", "Эллиот энеджи", "Кэпстоун" и др.), специализирующиеся на выпуске стационарных дизель-генераторов, давно и усиленно работают над установками газотурбинными. Итог работы — установки мощностью от 45 до 250 кВт (от 61 до 340 л. с.) последнего поколения, успешно конкурирующие на рынке с дизель-генераторами. Например, у одной из них, мощностью 75 кВт (102 л. с.), габаритные размеры составляют 1800 × 1500 × 900 мм, масса — втрое меньше массы дизель-генератора, ресурс — 30—80 тыс. ч.

В России тоже есть аналогичные машины. Например, на рисунке приведена схема установки, созданной специалистами ММП "Салют" и МГТУ имени Н. Э. Баумана.

Особый интерес представляют гибридные установки с АГТД, предназначенные для городского транспорта. Прежде всего — городских автобусов. Вопрос "упирается" лишь в накопители электроэнергии. Но и он, похоже, решается. Например, исследованиями установлено, что для большого городского автобуса нужен накопитель удельной мощностью не менее 75—100 Вт/кг. И такой накопитель есть. Это литий-полимерные батареи фирмы "Даути" (кстати, подойдут они и для развозных грузовых автомобилей), которые способны развивать мощность 250—400 Вт/кг, а кратковременно — даже 2000 Вт/кг. Значит, дело за АГТД, способным восстанавливать эту мощность.



MIMS-2002

7-я Московская международная
автомобильная выставка

21 – 25 августа 2002 г.

Выставочный комплекс ЗАО "Экспоцентр"
на Красной Пресне, Москва, Россия

Организаторы: ОАО "АСМ-холдинг" (Москва) и ITE (Лондон)

На выставке будут представлены :

автомобили — легковые, спортивные, специальные, грузовые; автобусы, прицепы, двигатели, запасные части, аксессуары, оборудование для автосервиса, шины, инструменты, информационные услуги и др.

С заявками на участие в "MIMS-2002" обращаться в Центр международных автомобильных выставок:

101999, г. Москва, Кузнецкий Мост, 21/5.
ОАО "АСМ-холдинг", офис 5-076

Тел. (095) 925-5179, 928-9464;
факс (095) 926-0619



УДК 629.681.518

ИНТЕРАКТИВНЫЙ ИНФОРМАТОР О ЗАМЕДЛЕНИИ ДВИЖЕНИЯ АТС

Д-р техн. наук Н. Н. ЯЦЕНКО, канд. техн. наук Т. А. ЛИТВИНОВА,
Ф. В. ЗЕМЯНКЕВИЧ

НАМИ, МАДИ (ТУ), ЦКБ "Алмаз"

О безопасности движения много и постоянно говорят во всем мире. Но эта тема особенно актуальна для России. Потому что статистика дорожно-транспортных происшествий свидетельствует: Россия — одна из самых аварийных стран мира с точки зрения как числа ДТП, так и тяжести их последствий. Например, по сравнению с Германией у нас в расчете на 1 тыс. автомобилей людей погибает в 1,75 раза больше, а доля пострадавших — больше в 8 раз.

Вывод очевиден: все, что работает на безопасность элементов системы "водитель—автомобиль—дорога—среда", должно не только изучаться, но и внедряться. Причем, подчеркиваем, на безопасность любого из элементов данной системы. Что на практике, к сожалению, далеко не так.

Например, у нас многое делается для повышения надежности и эффективности тормозных систем, улучшения устойчивости и управляемости АТС; постепенно совершенствуются дороги. Но связи элементов "водитель—среда" остаются без должного внимания. Хотя, как показывает та же статистика, эти связи чрезвычайно важны: число ДТП, в которых участвуют два автомобиля и более, в 4—5 раз выше, чем с участием одного автомобиля. Причины очевидны: водитель с автомобилем взаимодействует лучше, чем со средой, часть которой — другие АТС. Второе: 70 % групповых ДТП — наезды сзади. И, что весьма характерно, лишь 10 % таких случаев связаны с неправильной реализацией решения, которое принял водитель автомобиля, совершившего наезд, или неполадками в органах управления. Большинство — из-за незамеченной информации, поступающей от впереди идущего автомобиля (49 %), или неверной ее оценки (41 %).

Очевидно, что здесь и лежат точки, на которые следует воздействовать с целью повышения безопасности движения. Другими словами, при движении в потоке водителю нужны средства информации о замедлении впереди идущего автомобиля. Они, на первый взгляд, есть — это так называемые "стоп-сигналы". Но они должны зажигаться, как того требуют ГОСТ Р 41.48—98 и Правила № 48.01 ЕЭК ООН, при приведении в действие рабочего тормоза. А как быть, если замедление впереди идущего автомобиля не связано с использованием рабочей тормозной системы? Ведь таких ситуаций — огромное число, и наиболее типичная из них — "сброс газа", т. е. резкий перевод двигателя в режим

принудительного холостого хода. Так, недавно выполненное исследование автомобилей многоцелевого назначения показало, что при прекращении подачи топлива замедление такого автомобиля составляет 1—2 м/с². Более того, значительная часть грузовых АТС, в том числе автомобили КамАЗ, КрАЗ, "Урал-4320" и др., оснащаются моторным тормозом, т. е. заслонкой в выпускном газопроводе, благодаря чему автомобиль тормозится без нажатия на педаль тормоза (скажем, на крутых спусках) и, естественно, при неработающем "стоп-сигнале". Без воздействия водителя на педаль тормоза работают и системы рекуперации энергии торможения. И т. д., и т. п. Между тем давно доказано: 95 % информации о дорожной ситуации — информация зрительная. Причем на открытой местности водитель в состоянии наблюдать движение впереди идущего транспорта на расстоянии до 600 м, в условиях уличного движения — на расстоянии не более 60 м, а в условиях плотного транспортного потока на магистралях — еще на порядок меньше. Кроме того, угол зрения водителя в горизонтальной плоскости на скорости 20 км/ч составляет ±18°, а на 70 км/ч — лишь 4—5°. Поэтому при внезапном замедлении впереди идущего АТС, не сопровождающемся отчетливо видимым сигналом, у водителя сзади следующего автомобиля возникает дефицит времени на предотвращение наезда. Тем более что в потоке, как показали эксперименты, он для наблюдения за автомобилем-лидером может уделить не больше 15 % времени, которого у него и так очень мало. Дело в том, что кочующая по учебникам и пособиям цифра 0,8 с, выдаваемая за время t_p реакции водителя, ошибочна. Р. В. Ротенберг доказал экспериментально: в среднем это время равно 1,28 с, т. е. на 60 % больше. Кроме того, процесс попутного сближения автомобилей зависит (рис. 1) не только от времени реакции водителя заднего автомобиля, но и от первоначальной скорости, времени $t_{зи}$ запаздывания информации о начале малого (менее 2 м/с²) замедления автомобиля-лидера и первоначального расстояния S_0 между автомобилями.

Исследования влияния всех этих параметров дали весьма любопытный результат. Оказывается, существует такой порог замедления автомобиля-лидера, при котором задержка поступления информации об этом водителю заднего автомобиля приводит к неизбежному наезду. Даже при условии, что водитель второго точно соблюдает рекомендуемую "Правилами дорожного движения" дистанцию, а максимальное замедление автомобиля-преследователя соответствует требованиям Правил ЕЭК ООН. Причем этот порог ниже замедления, возникающего при "сбросе газа". Кроме того, порог запаздывания информации, при котором попутный наезд становится неизбежным, снижается значительно интенсивнее, чем дистанция между авто-

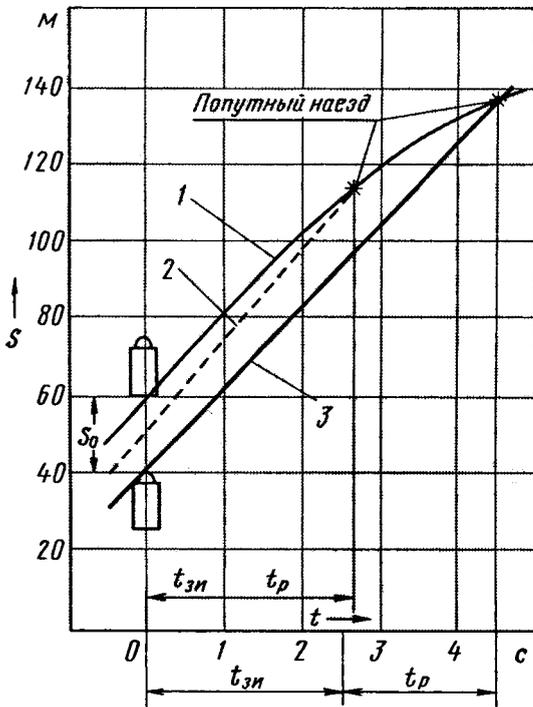


Рис. 1. Зависимости $S = f(t)$ для водителей автомобиля-лидера и следующего за ним автомобиля при скорости движения, равной 80 км/ч:

1 — автомобиль-лидер; 2 — ведомый автомобиль при $S_0 = 10$ м; 3 — ведомый автомобиль при $S_0 = 20$ м

мобилями: при уменьшении дистанции в 2 раза запаздывание информации о замедлении, приводящее к неизбежности наезда, снижается в 3,5 раза.

Из этого вытекает очевидная необходимость информирования водителя, следующего в потоке или в колонне, не только о нажатии педали тормоза на автомобиле-лидере, но и о фактическом начале его движения с определенным замедлением. А так как в потоке каждый автомобиль одновременно и ведомый, и ведущий, то ясно, что все автомобили нужно дооборудовать устройством, автоматически включающим "стоп-сигналы" в момент, когда замедление превысит определенную величину.

Такое устройство уже есть. Это датчик замедления, диселерометр (рис. 2), разработанный в ЦКБ "Алмаз" специально для автомобилей военного назначения, для которых, как известно, основной способ передвижения — в колонне. Но он при нынешних плотных потоках на дорогах незаменим и для АТС общего назначения. Тем более, что его конструкция (пат. № 2093384, РФ) разработана в соответствии с требованиями отечественных и международных стандартов к осветительным и светосигнальным приборам и системам электрооборудования автомобилей.

Датчик надежен, прост по устройству, дешев в производстве, не требует обслуживания в эксплуатации, на его работу не влияют конструктивные особенности автомобилей, квалификация водителей, дорожные условия, характер движения (одиночный автомобиль, колонна, транспортный поток), режимы движения (начальная скорость замедления, включенная передача,

ча), способы изменения скорости (торможение двигателем, внезапное изменение коэффициента сопротивления движению). Он исправно функционирует при изменении температуры внешней среды в диапазоне 223—333 К ($-50 \div +60$ °С), нечувствителен к влажности, запыленности воздуха, вибрациям.

Все это подтверждено и сертификационными испытаниями в НИЦИАМТе, и тем, что на Брюссельской выставке 1995 г. среди автомобильных "ноу-хау" датчик отмечен медалью. Годичная его проверка в опытной эксплуатации на автомобилях "Москвич" прошла безупречно, а опытная партия сразу же была раскуплена владельцами автомобилей. Они поняли, что такое устройство — хорошее профилактическое средство от наезда, удара, разбирательств с участием ГИБДД, затрат на ремонт двух, а то и более автомобилей.

Небезынтересно отметить, что испытания эффективности автоматического включения "стоп-сигнала" были организованы, и в значительно большем масштабе, чем у нас, техническим центром безопасности фирмы "Дженерал Моторс". В испытаниях участвовали 45 автомобилей, каждый из которых совершил четыре заезда, причем в двух из заездов датчик срабатывал при замедлении 2 м/с^2 , а в двух — при $0,7 \text{ м/с}^2$. Результаты оказались настолько убедительными, что фирма обратилась в Национальную администрацию безопасности дорожного движения США (NHTSA) с просьбой внести в стандарт TMVSS 108, регламентирующий требования к тормозным системам, такую запись: "Лампы "стоп-сигнала" на каждом транспортном средстве должны быть активированы, когда замедление транспортного средства равно или больше чем $0,7 \text{ м/с}^2$ ". Документ в феврале 2000 г. направлен также в КВТ ЕЭК ООН.

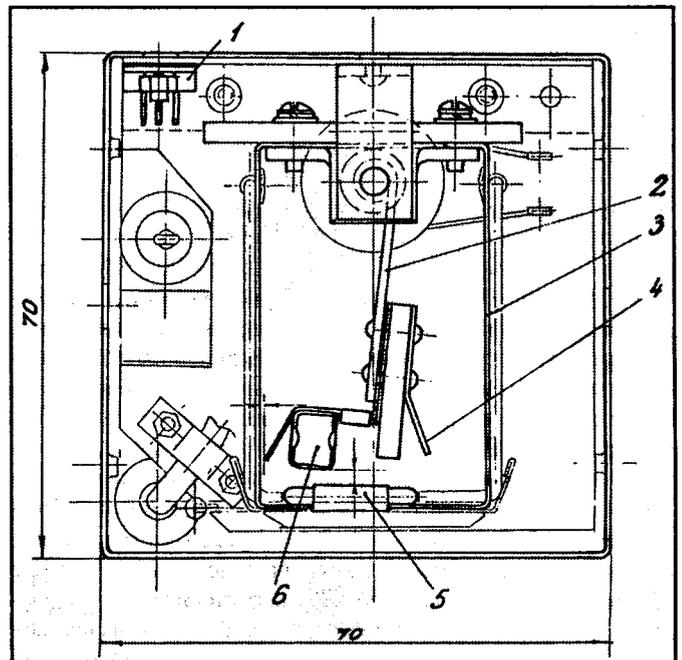


Рис. 2. Датчик замедления ДИ-2:

1 — транзистор; 2 — маятник; 3 — стабилизированная платформа; 4 — ограничитель хода; 5 — геркон; 6 — постоянный магнит

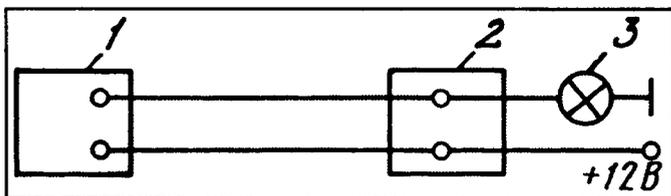


Рис. 3. Схема подключения ДИ-2 к бортовой сети автомобиля: 1 — датчик ДИ-2; 2 — контакты выключателя "стоп-сигнала"; 3 — лампа "стоп-сигнала"

У нас же сложилась странная ситуация. Казалось бы, появилась возможность повысить безопасность дорожного движения, предотвращать самый распространенный вид ДТП, наезд сзади, за счет более ранней и независимой информации о замедлении впереди идущего автомобиля; есть надежный и дешевый прибор, датчик ДИ-2, стоимость которого не превышает стоимости 20-литровой канистры бензина; есть изготовитель и технологическая оснастка, готовые к массовому производству данного устройства; есть спрос потребителей. Тем не менее ни один из отечественных производителей автомобилей не проявил желания комплектовать свою продукцию этим эффективным средством повышения ее безопасности, а следовательно, и конкурентоспособности. Отговорка обычная: недостаток средств и необязательность требований по

сертификации. Иногда добавляется: на зарубежных автомобилях таких устройств пока нет.

Все эти доводы не выдерживают критики. Достаточно сказать, например, что ГОСТ Р 41.48—98 не препятствует автоматическому управлению "стоп-сигналами". Более того, ГОСТ 22895—77 включает обязательное требование: АТС категории N₃ должны иметь вспомогательную тормозную систему, которая включается без нажатия на педаль тормоза. И то, что значительное замедление такого транспортного средства никак не обозначается световой сигнализацией, — это явное упущение. Видимо, Госстандарту пора его ликвидировать.

В заключение — о технической стороне вопроса.

Габаритные размеры датчика ДИ-2 — 70×70×35 мм. Устанавливается он (рис. 3) параллельно штатному выключателю "стоп-сигнала" и, по существу, дублирует его при отказе, т. е. повышает надежность сигнализации. Построен датчик на двух маятниках, один из которых — с магнитом, замыкающим контакты геркона, управляющего лампами "стоп-сигнала", минуя штатный выключатель. Порог срабатывания датчика — продольное замедление 0,6 м/с². (Именно замедление: на положительное ускорение датчик не реагирует. Так же, как на вертикальные и боковые ускорения.) Устанавливается датчик ориентированно по продольной и вертикальной осям автомобиля.



ТЕХНОЛОГИЯ, ОБОРУДОВАНИЕ, МАТЕРИАЛЫ

УДК 629.114.5:621.791

СВАРОЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В АВТОБУССТРОЕНИИ БЕЛОРУССИИ

В. Н. ПРОКОПОВИЧ

Филиал МАЗа по производству автобусов

Сварка в современном автобусостроении, как известно, — один из основных, определяющих качество, надежность и эксплуатационную долговечность выпускаемой техники технологических процессов. Уже хотя бы потому, что удельный вес сварных металлоконструкций в готовых изделиях очень высок, и значит, сварочные технологии существенно влияют на эффективность всего производственного цикла. Кроме того, специфика автобусного производства такова, что в нем используются самые разные виды и способы сварки, так как номенклатура материалов, применяемых при изготовлении каркаса автобуса, узлов его передней и задней подвески, деталей наружной и внутренней облицовки, очень широка: высококачественные низкоуглеродистые, низколегированные (сталь 20, сталь 30, 09ГС, 10ХСНД) и нержавеющие стали,

алюминиевые сплавы и многие другие материалы. На технологии сварки влияют также конструктивные и технологические особенности автобусов. Например, у автобусов МАЗ — безрамный свободонесущий каркас, а кузов выполняется по бесштамповой технологии, что требует высокотехнологичных методов и способов производства, современного высокопроизводительного технологического оборудования для всего производственного цикла.

Так, в сварочно-заготовительном производстве широко применяется не традиционная газокислородная, а воздушно-плазменная резка с помощью установок "Киев-1", "Киев-2" и "Киев-5", позволившая резко снизить трудоемкость, повысить качество работ по раскрою металла, а также резать не только углеродистые, но и нержавеющие стали и цветные металлы.

При изготовлении деталей особо сложной конструкции, к которым предъявляются высокие требования в отношении точности и качества реза, широко применение получила резка с помощью лазерного комплекса ЛТК1-0,1 (лазер ТП-1,5 мощностью 1,3 кВт), оборудованного ЧПУ "Синумерик-840Д". Такой комплекс способен выполнять высококачественный раскрой металла толщиной до 4 мм. Причем он — быстроперенастраиваемый, дающий возможность с мини-

мальными затратами осваивать изготовление новых деталей.

При производстве каркаса автобуса основной способ сварки — полуавтоматическая, в среде углекислого газа, сплошной проволокой. Он, как показал опыт, в случае низкоуглеродистых и низколегированных конструкционных сталей оказался производительным, позволяющим получать сварные соединения приемлемо высокого качества. Однако исследования, проведенные техническими службами филиала совместно с отделом главного сварщика МАЗа, показали: резервы повышения качества сварных автобусных конструкций еще не исчерпаны. Например, на данный момент наиболее перспективной рассматривается сварка в аргоноуглекислотной смеси. Поэтому технологические службы филиала ею сейчас и занимаются.

Как уже упоминалось, наряду со сталями в конструкции автобусов МАЗ все более широкое применение находят сплавы на основе алюминия. Это многие детали внутренней и наружной облицовки, двери, воздухопроводы и т. д. Традиционным способом изготовления таких элементов было и пока остается аргонно-дуговая сварка неплавящимся электродом. Но данный способ сварки, хотя и позволяет получать сварные соединения высокого качества, имеет ряд недостатков: он низкопроизводителен, энергозатратен, сопровождается сильным нагревом свариваемого материала и, как следствие, ведет к повышенным деформациям конструкции. В связи с этим филиал по производству автобусов вынужден был закупить многофункциональное программируемое оборудование и внедрить технологию полуавтоматической сварки плавящимся электродом в среде защитных газов. Оно обеспечивает импульсный режим сварки с управляемым переносом электродного металла в дуге, позволяет резко увеличить производительность (скорость) процесса и повысить качество сварных соединений, избавиться от излишнего

тепловложения в сварную конструкцию и тем самым снизить до минимума сварочные деформации.

Оригинальная технология используется при изготовлении крышек багажного отделения автобуса МАЗ-152, выполненных из магнийалюминиевого сплава $AlMg_5$; сварка осуществляется с помощью ударно-конденсаторного пистолета РМН-10. При этом соединение "крышка—усилитель" выполнено комбинированным ("клей + шпилька"), что значительно повысило его прочность.

При изготовлении автобусов МАЗ применяется также и пайка. В частности, таких элементов систем отопления автобуса и охлаждения двигателя, как расширительные бачки, радиаторы и другие узлы, выполненные из латуни и требующие абсолютной герметичности. Здесь особое внимание уделяется подготовке деталей (сопрягаемости соединяемых элементов) и материалам, используемым для пайки (горючий газ, флюс, припой). Например, чтобы обеспечить высокое качество паяных швов на латунных трубопроводах системы отопления, намечено внедрить высокопроизводительный механизированный инструмент "Т-Drill 55", который за один проход сверлит и отбортовывает кромки стыков перед пайкой и имеет комплект сменных насадок, позволяющий вести обработку стыков трубопроводов диаметром от 10 до 60 мм. При нем в качестве источника теплоты используется природный газ; в качестве припоев, в зависимости от требований, предъявляемых к паяному соединению, — легко- и среднеплавкие припои (ПОССу, ПСр, ПМЦ) и соответствующие им флюсы.

Применение прогрессивных технологий и современного оборудования сварки и пайки заметно сказывается на качестве выпускаемой продукции. Доказательство тому — итоги Московского международного автосалона 2001 г.: автобус МАЗ-107 признан на нем лучшим в СНГ автобусом 2001 г.

УДК 621.892.004.12

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СМАЗКИ И ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ, ОБРАБОТАННОЙ ДЕФОРМИРУЮЩИМ ПРОТЯГИВАНИЕМ

Канд. техн. наук Е. А. БУЙЛОВ
МГТУ "МАМИ"

Давно доказано, что поверхность отверстия, обработанная деформирующим протягиванием с металлоплакирующими смазками, имеет меньшие, по сравнению с поверхностью, обработанной с сульфозрезолом, шероховатость, усадку и глубину упрочнения, большую точность обработки полимерной медьсодержащей пленки. Поэтому она должна обладать и более высокими эксплуатационными качествами, в частности, медленнее изнашиваться.

Так говорит теория. Чтобы проверить, подтверждается ли она на практике, в МГТУ "МАМИ" провели серию экспериментов на машине СМЦ-2. Объект иссле-

дования — образцы, изготовленные из стали 45. Истирающий валик — из чугуна СЧ-21-40. В качестве критерия износостойкости поверхности в период приработки были приняты величина износа Δq образца в процессе приработки, продолжительность $t_{пр}$ приработки и интенсивность I_q установившегося износа, равная отношению Δq к пути L трения и номинальной площади S_a контакта образца с истирающим валиком.

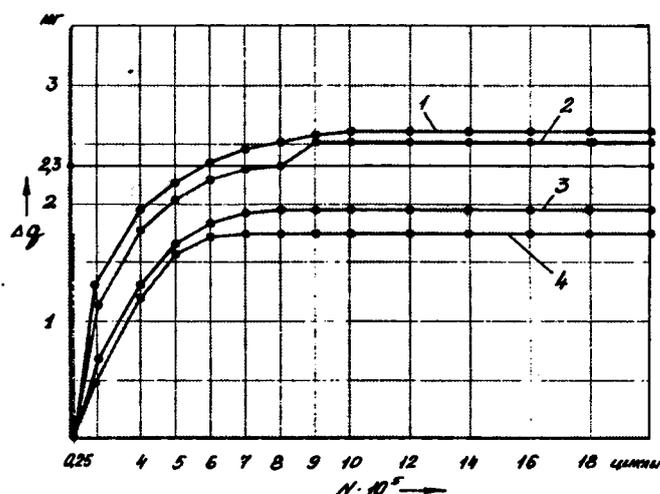
Длительность испытаний составляла $2 \cdot 10^6$ циклов (оборотов валика), или ~42 ч, и включала 20 ч приработки и часть периода установившегося износа, достаточную, чтобы судить об интенсивности установившегося износа.

Результаты испытаний сведены в таблицу, а также построенный на ее основе рисунок.

Из них, в частности, видно, что при испытании образцов в чистом сульфозрезоле (граничное трение) характер протекания кривой I , соответствующей этому испытанию, практически тот, который и заставил в свое время обратиться к методу деформирующего протягивания. То есть образцы, обработанные в среде

Среда, в которой выполнялось деформирующее протягивание	Условия испытаний	Износ образца в процессе приработки, мг	Продолжительность приработки, ч	Интенсивность износа	Ra_0 , мкм
Сульфозфрезол	Смазка М6312Г ₁	2,6	19,0	10,4	0,32
	Смазка М6312Г ₁ + МК-18У	2,5—2,3	19,0—17,0	10,3—10,2	0,28
Металлоплакирующие смазки	Смазка М6312Г ₁	1,9	14,7	9,2	0,32
	Смазка М6312Г ₁ + МК-18У	1,7	12,6	7,1	0,23

сульфозфрезол, имеют наибольшие износы и большой период времени приработки. Образцы же, обработанные в среде металлоплакирующих смазок и прошедшие испытание в чистой масляной ванне (кривая 2), при одинаковых циклах испытания изнашиваются на 5 % меньше, а период приработки у них меньше на 10 %. Это доказывает, что полимерная медьсодержащая пленка, образовавшаяся после обработки методом де-



формирующего протягивания в данной среде, в период приработки оказывает положительное влияние на переход от граничного трения к трению в условиях избирательного переноса. Однако малая толщина пленки и отсутствие соответствующей присадки не позволяют существенно снизить износы, так как процесс безызносности не поддерживается извне, поэтому процесс вновь переходит к граничному трению (ступенька на кривой 2).

Образцы, обработанные с сульфозфрезолом и испытанные в масляной ванне с добавлением присадки (кривая 3), имеют еще меньшие периоды приработки (по циклам — на 27 % и по времени — на 30 %). Образцы, обработанные с металлоплакирующими смазками (кривая 4), имеют меньший на 35 % износ приработки, а время приработки — меньшее на 50 %.

Как видим, разница между износом приработки (по кривым 3 и 4) составляет 10 % в пользу кривой 4. Этот результат можно объяснить только тем, что в местах трения работает механизм избирательного переноса.

Таким образом, можно сделать вывод: обработка деформирующим протягиванием с применением металлоплакирующих смазок гораздо выгоднее той же обработки в среде сульфозфрезол. Она на ~12 % сокращает период приработки, т. е. переход к безызносному трению.

УДК 629.488.27.001.4

СТЕНДОВЫЕ ИСПЫТАНИЯ КУЗОВОВ ЛЕГКОВОГО АВТОМОБИЛЯ ОСОБО МАЛОГО КЛАССА

Канд. техн. наук П. Д. ПАВЛЕНКО, А. Н. ШАМИН

КамАЗ

Для сокращения сроков разработки и постановки на производство новых, а также совершенствования выпускаемых моделей автомобилей, как правило, приходится увеличивать объемы стендовых испытаний их деталей и узлов. С тем, чтобы еще на стадиях проектирования и опытного производства выявить и устранить основные конструктивные и технологические недоработки. Но повышение роли таких испытаний ведет к их усложнению как в технологическом, так и методическом аспектах: с одной стороны, необходимо разрабатывать способы, позволяющие воспроизводить эксплуатационную нагруженность объекта испытаний, с другой — изобретать критерии и методы однозначной и быстрой оценки работоспособности его конструкции. Тем не менее стендовые испытания, по-

вторяем, — все-таки дело выгодное. Поэтому их и использовали на КамАЗе при создании и доводке несущего кузова легкового автомобиля ВАЗ-1111 "Ока". Примененный в данном случае испытательный стенд — электрогидравлический четырехточечный пульсатор фирмы "Инстрон" (рис. 1), способный нагружать кузов силами, действующими как статически, так и циклически. Причем по различным программам.

Кузов был подвергнут полномасштабной проверке, включающей статические испытания на изгиб и кручение, а также испытания на усталость.

Что касается первых, то они особой сложности не представляют. Отметим лишь, что прогибы кузова не должны превышать 0,5 мм на 1 м пролета. У вторых внимания заслуживает методика испытаний, которая несколько сложнее: к кузову, по идее, должен прикладываться максимально возможный в условиях эксплуатации (одно колесо отрывается от дороги или два диагонально расположенных колеса одновременно наезжают на выступы дороги) крутящий момент. Но его прикладывали не сразу, а приближались к нему постепенно, ступенчато, способом "от меньшего к боль-

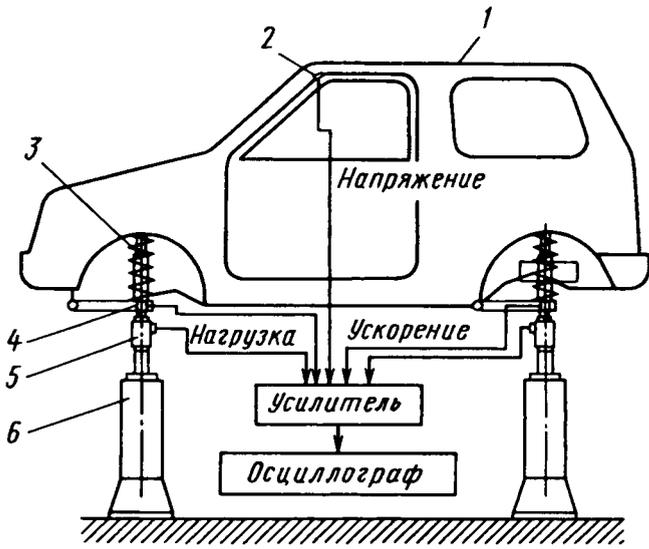


Рис. 1. Стенд с установленным на нем кузовом:

1 — кузов; 2 — датчик напряжений; 3 — подвеска автомобиля; 4 — акселерометр; 5 — датчик нагрузки; 6 — гидроцилиндр

шему". В рассматриваемом случае ступенек было пять: 0,25; 0,5; 0,75; 1; 1,25 — от $M_{кр\ max}$, равного 30 кН·м (306 кгс·м).

На каждой такой ступеньке измеряли углы φ поворота одних и тех же пяти поперечных сечений кузова и по полученным данным строили (рис. 2) диаграммы $\varphi = f(M_{кр})$. Затем по диаграммам подсчитывали осредненную величину жесткости C_φ кузова на кручение, которая равна отношению разности углов поворота поперечного сечения кузова над передней (φ_n) и задней (φ_3) осями автомобиля к среднему крутящему моменту M , прикладываемому к кузову, и не должна выходить за пределы 5500—6500 кН·м/град (315—372 кН·м/рад). Если она больше или меньше, кузов дорабатывают.

С кузовом автомобиля ВАЗ-1111 таких проблем не оказалось. Поэтому было решено перейти к испытаниям на циклическое нагружение. Тем более что статистика по эксплуатационным повреждениям кузовов этого автомобиля свидетельствует: усталостные трещины — основной вид их повреждений. Причем трещины чаще всего (более чем в 50 % случаев) появляются в трех областях: точках электросварки, на кромках листов и в местах концентрации напряжений, вызванной резким изменением формы при штамповке (местах сгибов). В связи с этим испытывали именно данные области. Цель — получить кривые усталости,

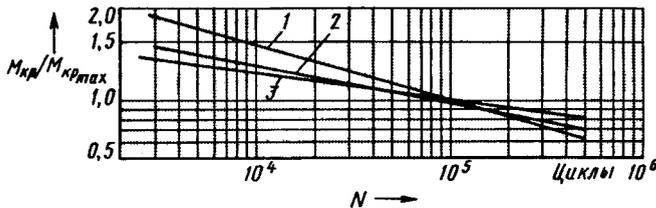


Рис. 3. Кривые усталости наиболее часто повреждающихся в эксплуатации зон кузова:

1 — области сварных точек; 2 — кромки листов; 3 — места глубокой штамповки

позволяющие рассчитать циклическую долговечность кузова, технология — знакопеременное ступенчатое кручение. Но в качестве ступенек использовали не величины крутящего момента, а углы закручивания кузова, полученные при статических испытаниях на кручение на каждой из ступенек по моменту. (Такая подмена упрощает процесс, поскольку измерять крутящий момент сложнее, чем угол. И она вполне правомерна, так как $M_{кр} = \varphi C_\varphi$.)

Кривые усталости, полученные по результатам испытаний, приведены на рис. 3. Они, как видно из рисунка, показывают связь между относительной величиной крутящего момента, вызывающего трещины в материале кузова, и числом циклов нагружения. Связь эта разная, зависящая от области кузова (сварная точка и т. д.), поскольку разные углы наклона кривых (ведь котангенсы этих углов есть не что иное как показатели в уравнениях кривых: у кривой 1 он равен 0,16, у кривой 2 — 0,1, у кривой 3 — 0,13).

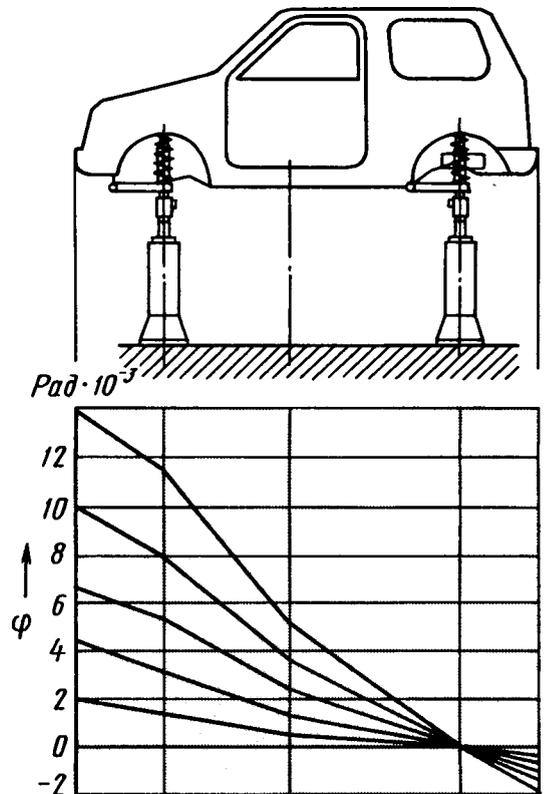


Рис. 2. Диаграмма углов поворота поперечных сечений кузова при различных величинах (ступеньках) крутящего момента

Чтобы оценить ресурс (долговечность) кузова по критерию "сопротивление усталости", была составлена и реализована программа ускоренных (форсированных) его испытаний в условиях того же стенда (см. таблицу). Исходными данными стали полученные экспериментально (на дорогах низкого качества и "бельгийской мостовой" НИЦИАМТа) амплитудно-частотные характеристики поддресоренных масс всего автомобиля (ускорения a), на его передней (a_n) и задней (a_3) осях.

При составлении программы выдерживались следующие условия: $a_n = 3a_3$ (цифра "3" — коэффициент, зависящий от жесткости кузова на кручение);

№ ступени нагружения	Относительные ускорения			Относительное число циклов нагружения до разрушения (n_1/n_5)	Степень повреждения, %
	эксплуатационные, a/g	стендовые на передней оси, a_n/g	стендовые на задней оси, a_3/g		
1	0,25	0,38	0,13	2000	33
2	0,42	0,63	0,21	830	30
3	0,53	0,8	0,27	230	27
4	0,75	1,13	0,38	50	7
5	1,0	1,5	0,5	10	3

$a = (a_n + a_3)/2$; степень повреждения кузова подсчитывается по гипотезе линейного накопления усталостных повреждений с учетом кривой усталости материала кузова на каждой ступени его нагружения; последовательность ступеней нагружения с амплитудами различной величины выбирают так, чтобы избежать начального повреждения кузова вследствие возможной неправильной его установки и чтобы упростить определение начала образования трещины. Нагрузочный блок программы состоял (рис. 4) из двух (восходящей и ниспадающей) ветвей, каждая из которых, в свою очередь, включала пять ступенек (т. е. в сумме из 10 ступенек на блок). Число циклов нагружения в одном блоке нагрузочной программы определили равным $6 \cdot 10^3$, что составляет 1/20 числа циклов нагружения, соответствующего заданной долговечности кузова.

В ходе испытаний было установлено (см. таблицу), что степень повреждения кузова даже при высоких уровнях ускорений (нагрузок) сравнительно невели-

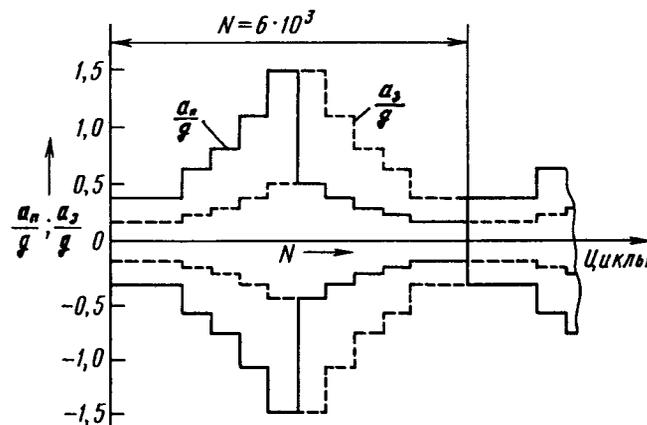


Рис. 4. Блок нагрузочной программы стендовых испытаний кузова

ка. Но в нагружении большими амплитудами смысл есть: оно позволяет наблюдать, как деформируется кузов.

И еще одно. Поскольку конструкция кузова состоит из многих элементов, имеющих различные частоты собственных колебаний, то частоту вынужденных колебаний выбирали такой, чтобы ни один из элементов кузова не входил в резонанс. Для кузова автомобиля ВАЗ-1111 она, в зависимости от амплитуд ускорений a_n и a_3 , составляла от 5 до 25 Гц.

Результаты ускоренных стендовых испытаний кузовов сопоставили с усталостными натурными испытаниями кузовов на "бельгийской мостовой" НИЦИАМТа. Установлено: совпадение — вполне удовлетворительное.

УДК 621.74.04(62-242)

МОДИФИЦИРОВАНИЕ СПЛАВОВ СИСТЕМЫ Al—Si—Cu ПРИ ЛИТЬЕ ПОРШНЕЙ

Б. А. ФОЧЕНКОВ, И. В. РЯБОВ
МГТУ "МАМИ"

В последние годы существенно возрос интерес к силицидам — сплавам системы Al—Si, диаграмма состояния которых относится, как известно, к эвтектическому типу. В них в равновесии находятся твердый раствор кремния в алюминии и твердый раствор алюминия в кремнии. То есть система — бинарная. Она — основа большинства современных алюминиевых литейных сплавов и обладает исключительно благоприятным сочетанием литейных, механических и эксплуатационных свойств.

Эти сплавы, их свойства и методы обработки для получения оптимальной структуры, за некоторым исключением, достаточно хорошо изучены и широко используются в фасонном литье деталей для легковых автомобилей. Причем наибольшее распространение получили сплавы, легированные магнием (AK7, AK9 и AK12) и медью (AK5M7, AK9M2, AK12M2, AK21M2,5), которые могут быть доэвтектического, эвтектического

и заэвтектического составов. В частности, особое место среди сплавов системы Al—Si—Cu занимают сплавы поршневые, заливаемые в кокиль. Их и рассмотрим.

Начнем с того общеизвестного факта, что поршень — одна из самых ответственных и наиболее нагруженных деталей ДВС. Во-первых, он работает в условиях циклического нагружения; во-вторых, действующее на него среднее эффективное давление достигает (при форсированном двигателе) 1,7—1,8 МПа, или 17—18 кгс/см²; в-третьих, все это — при температуре до 1070 К (800 °С). Отсюда и требования к материалу: он должен иметь низкий коэффициент линейного расширения, высокие плотность, стабильность структуры в процессе эксплуатации, коррозионную стойкость и др.

К сожалению, сплавы доэвтектического и эвтектического составов (AK10M2H и сплавы группы AK12M2), наиболее широко применяемые для изготовления поршней различных типоразмеров отечественных автомобильных и тракторных двигателей, этим требованиям отвечают не в полной мере. Они хорошо обрабатываются резанием, но у них большие коэффициенты линейного расширения, склонность к объемным изменениям в процессе эксплуатации, пониженная коррозионная стойкость. Не случайно в последние годы самое пристальное внимание уделяется сплаву заэв-

тектического состава АК21М2,5Н2,5 и сплавов с содержанием кремния 18 и 26 %, которые обладают не только хорошими литейными свойствами, но и низким ($17,5-21,5 \cdot 10^{-6} \text{ град}^{-1}$) коэффициентом линейного расширения, высокими модулем упругости, износостойкостью и жаропрочностью. В частности, делаются попытки применять их для поршней высокоскоростных дизелей и форсированных двигателей с искровым зажиганием. Попытки, прямо скажем, не всегда удачные. Дело в том, что материал литых заготовок поршней часто имеет неоднородную структуру: в нем образуются скопления крупных кристаллов первичного кремния и газоусадочная пористость, что снижает прочностные его свойства во всем диапазоне рабочих температур и ухудшает обрабатываемость заготовок из него.

Выход из создавшегося положения кроется, как показывают результаты исследований, в комплексном легировании сплавов медью, никелем и марганцем (хромом или кобальтом). Благодаря такому легированию значительно повышается жаропрочность сплава АК21, а также АК26. Например, по жаропрочности сплав АК21 начинает превосходить сплав АЛ10В, а сплав АК26 — еще более существенно. (Последнее обусловлено тем, что твердый раствор легируется элементами с низкими коэффициентами диффузии, а также тем, что границы зерен твердого раствора упрочняются частицами вторых фаз, $\text{Al}_3\text{Mg}_2\text{Cu}_4\text{Si}_4$, $\text{Al}_6\text{Cu}_3\text{Ni}$ и др., которые до 570 К, или 300 °С, мало взаимодействуют с α -твердым раствором. Кроме того, мелких частиц кремния, склонных к коагуляции, в расплаве АК26 меньше.)

Что касается коэффициента линейного расширения, то у сплавов АК21 и АК26 он меньше, так как у них в 2 раза меньше, чем у сплава АЛ10В, содержание меди (табл. 1).

Приведенные в таблице сплавы — гетерофазные. Их свойства во многом определяются формой включений эвтектического кремния и железосодержащих фаз. Структура данных сплавов включает зерна твердого раствора с прослойками эвтектики и изолированных хрупких кристаллов первичного кремния, а также интерметаллидные составляющие, такие, как β -фаза (Al_5SiFe), которые, наряду с примесью железа, представляют собой наибольшую опасность, поскольку кристаллизуются в виде пластин, снижающих механические и другие свойства силуминов. Поэтому важнейшими задачами исследователей и технологов-литейщиков стали изыскание эффективных методов и средств модифицирования эвтектики и железосодержащей фазы, разработка рациональной технологии модифицирования силуминов. Многие уже сделано. В частности, найдены способы варьирования содержания в сплавах легирующих компонентов (микролегирование тугоплавкими и модифицирующими добавками). Причем способы настолько убедительные, что их включили в ГОСТ "Сплавы алюминиевые литейные".

Что же применяется в качестве модификаторов эвтектики и железосодержащей фазы силуминов? Это натрий, калий, висмут, свинец, кадмий, сурьма, каль-

Сплав	Содержание элементов в сплаве, %						
	Si	Cu	Mg	Ni	Mn	Ti	Fe (примесь), не более
AK5M7 (АЛ10В)	5,5	7,0	0,4	—	—	—	1,2
AK10M2H	10	1,5	0,6	1,1	—	—	1,0
AK12MMrH (АЛ30)	12	1,3	1,2	1,1	—	—	0,7
AK12M2MrH (АЛ25)	12	2,3	1,2	1,1	0,4	1,25	0,8
AK21M2,5H2,5 (ВКЖЛС-2)	21	2,6	0,4	2,4	0,3	0,2	1,1
AK26	24,5	2,0	0,4	Cr—0,4	0,4	—	1,0

ций, литий, магний, хром, марганец, цинк, сера, никель, ванадий, цирконий, стронций и др. Причем если вопрос модифицирования эвтектики силуминов в какой-то степени изучен, то по β - и железосодержащей фазам много неясного. Например, Б. М. Немененко установил, что при введении в расплав марганца (легирующий компонент), а также хрома, молибдена и серы железосодержащие фазы измельчаются, а β -фаза нейтрализуется. Однако, как отмечает Г. Б. Строганов, такая комплексная обработка не оказывает модифицирующего действия на эвтектику. Совместная обработка сплава 0,04 % стронция и 0,03 % серы не только рафинирует расплав, но и резко измельчает кристаллы первичного кремния и одновременно модифицирует эвтектику ($\alpha + \text{Si}$). Результат — плотные отливки. При этом жидкотекучесть расплава увеличивается на 10—15 %, а δ — в 3—4 раза.

Положительные результаты получены также при обработке сплава АК9М2СХ металлической сурьмой и сурьмой с серой (в виде соединения Sb_2S_3).

Так, В. В. Гусева установила, что кальций, который вводится лигатурой Al—Ca, влияет на размер первичных кристаллов кремния, и предложила ограничить содержание кальция в поршневых заэвтектических сплавах величиной 0,05 %.

Элементы-модификаторы вводят в расплав, как правило, в виде смеси солей, двойных или тройных лигатур с матрицей из основного элемента модифицируемого сплава. Но эффективность модифицирования этих элементов различна. Например, натрийсодержащие флюсы не дают стабильно модифицированной структуры доэвтектических и эвтектических сплавов. К тому же они обладают существенным недостатком — кратковременностью модифицирующего эффекта. Порошкообразный фосфор, различные неорганические соединения фосфора, термитные смеси, некоторые соли фосфора, главным образом NaPO_3 , наоборот, достаточно эффективны. За рубежом для модифицирования заэвтектических сплавов применяют сложные препараты, содержащие фтортитанат, фторцирконат калия и другие вещества. Причем эффект модифицирования, судя по публикациям, может быть усилен за счет применения двух модификаторов — фосфора и

водорода. В частности, обработка расплава смесью фосфористой меди и гидрида лития, за счет модифицирования выделений кремнистой фазы, считается очень сильным средством повышения механических свойств. К примеру, сплав Al—25 % Si, обработанный 0,1 % смеси 55 % Cu₃P + 45 % LiH, позволяет получить σ_b , равное 142 МПа (1420 кгс/см²), δ , равное 0,8 %, и средний размер первичных выделений кремнистой фазы на уровне 15—25 мкм.

Эксперименты по модифицированию заэвтектических сплавов трифениловым эфиром ортофосфорной кислоты — трифенилфосфатом (C₆H₅O₃)PO, хлорофосом C₄H₈O₄PCl₃ и другими фосфорсодержащими органическими соединениями показали, что введение фосфора и углерода (в виде фосфорорганического соединения) в расплав позволяет резко измельчать кристаллы первичного кремния и одновременно модифицировать эвтектику. На основе этого были предложены комбинированные модификаторы, содержащие фосфор и углерод (в виде фосфорорганических соединений).

Эксперименты показали также, что комбинированные фосфорорганические модификаторы более эффективны, чем другие известные в настоящее время модификаторы, в том числе препараты "Альфозит", "Фораль" и др. Однако у них есть и существенный недостаток — кратковременность эффекта модифицирования. Поэтому на машиностроительных, в том числе автомобилестроительных заводах, при литье фасонных отливок из силуминов системы Al—Si—Cu применяют модифицирующие лигатуры длительного действия — Al—Sr, Al—P, Al—Ti—B, Al—Fe—P и Al—Cu—P. Правда, технология их изготовления имеет некоторые особенности.

Так, лигатура Al—Sr используется для модифицирования доэвтектических и эвтектических сплавов ответственного назначения, причем успех или неуспех такого использования зависит от ее качества. Это хорошо поняли основные ее производители — фирмы "Кавески" (Англия) и LSM (Англия—Голландия). Поэтому и применяют не традиционный способ ее изготовления (заливка в чушки), а способы оригинальные. Прежде всего прессование литой заготовки в прутки, что позволяет в несколько раз уменьшить размерность интерметаллидов SrAl₄ (Al₃Sr), изменить их морфологию, добиться равномерного распределения по массе лигатурного сплава и тем самым резко повысить мо-

дифицирующую способность лигатур и механические свойства конструкционных алюминиевых сплавов.

Такую же промышленную лигатуру Al—Sr с содержанием 30 % стронция изготавливает и Исфаринский гидрометаллургический комбинат (Таджикистан). Но она, как сообщалось в печати, отличается повышенным газосодержанием и плохим усвоением. Дело в том, что оптимальное содержание стронция в лигатуре, используемой для модификации доэвтектических и эвтектических сплавов, не должно превышать 5—10 %, причем количество стронция должно составлять 10 % от количества алюминия. Однако лигатуру Исфаринского ГМК легко улучшить путем заливки в кокиль пластин толщиной 5 мм со скоростью охлаждения 80 К. В итоге средний размер включений SrAl₄ оказывается равным 20 мкм — против исходных 480 мкм. Следует, однако, отметить, что этой лигатуры поступает из Таджикистана в Россию немного, и потому, наряду с применением лигатуры Al—Sr, целесообразно использовать в шихте отходы собственного производства, уже содержащие определенное количество стронция. Обязательное его накопление надо учитывать так, как рекомендует А. П. Бежок (Минск).

Данных по технологии приготовления лигатур Al—Sr с использованием других стронцийсодержащих материалов (например, солей стронция) в литературе мало. Известно только, что в качестве основного "легирующего" компонента этой лигатуры иногда применяется карбонат стронция SrCO₃ — материал, редкий в России.

Как видим, изготовление лигатуры Al—Sr у нас — дело непростое. Однако потребность в ней, несмотря на общий спад производства, постоянно растет, так что разработка технологии изготовления этой лигатуры и организация ее выпуска даже в небольших объемах — задача, решение которой позволит облегчить производство поршней и других ответственных отливок, используемых на автомобильных и тракторных заводах. То есть дело перспективное.

Лигатуру Al—Ti—B (модифицирующая способность — 10000 зерен/см² и более) выпускают в основном те же фирмы — "Кавески" и LSM. Ее (в виде прутков) закупают некоторые предприятия России. Но технология ее изготовления отработана и у нас, хотя специализированное производство организовано только на предприятии "КиК", причем в небольших объемах.

Способы получения этой лигатуры основаны главным образом на алюмотермическом восстановлении титана и бора из оксидов и фтористых солей. Однако разработана и опробована также технология, базирующаяся на высокоскоростных экзотермических СВС-реакциях.

Лигатура Al—Ti—B, судя по публикациям, заметно улучшает качество и свойства таких сплавов, как АК7ч, АК9ч и поршневого АК12М2MгH.

Наиболее эффективным средством модифицирования заэвтектических алюминиевых сплавов считается, как известно, фосфор, вводимый в расплав в виде лигатур Cu—P (лигатура марки МФ), Fe—P (лигатура марки ФФ), Al—Fe—P, Al—Cu—P и т. д. Из них особенно эффективны лигатуры тройные — Al—Fe—P и

Таблица 2

Лигатура	Температура, К (°С), ликвидуса при содержании фосфора, %					
	0	0,005	0,01	0,02	0,4	0,8
Al—Fe—P (ВИЛС)	998 (725)	—	1050 (747)	1048 (745)	1048 (745)	1043 (740)
Al—Cu—P (США)	998 (725)	1011 (738)	1010 (737)	—	1045 (742)	—

Al—Cu—P. Кроме того, доказано, что эффект модифицирования мало зависит от количества и размеров активных фосфорсодержащих элементов, но повышенное содержание водорода в расплаве сильно снижает этот эффект.

Что касается лигатуры Fe—P с содержанием фосфора, равным 9, 15 и 25 (марки ФФ15 и ФФ25), а также лигатуры Cu—P (марки МФ1—МФ4) в чушках с его содержанием от 7,0 до 10,0 %, то эффективность модифицирования ими заэвтектических силуминов во многом зависит от крупности (оптимальная — 1—3 мм) вводимого модификатора, температуры обрабатываемого расплава (не ниже 1120 К, или 880 °С) и интенсивности его перемешивания. При таких значениях обеспечивается гомогенизация расплава по температуре и химическому составу, феррофосфор и фосфористая медь хорошо растворяются в алюминии. Однако надо иметь в виду, что скорость растворения лигатуры ФФ25 заметно меньше, чем лигатуры ФФ15, хотя модифицирующее действие приготовленных на основе ФФ25 и ФФ15 тройных лигатур (Al—Fe—P) одинаково. Нельзя забывать и о том, что железо — примесь вредная, поэтому предпочтение следует отдавать лигатуре ФФ25.

Если сравнивать качество измельчения кремния в лигатурах ФФ25 и МФ1, то предельное измельчение, как установлено, в обоих случаях соответствует содержанию фосфора в сплаве, равному 0,1—0,12 %. При введении же фосфора с помощью тройных лигатур для такого же эффекта модифицирования его нужно в 3—4 раза меньше (0,03—0,04 %), поскольку модифицирующие частицы заставляют работать практически весь вводимый фосфор.

Лигатуры Al—Fe—P и Al—Cu—P по своему модифицирующему действию примерно одинаковы. Однако применительно к каждой можно сказать: одна и та же по химическому составу, но полученная из разных источников лигатура может оказаться различной по модифицирующему эффекту. Главное — количество введенных активных модифицирующих частиц, а не общее содержание присаженного в сплав фосфора.

"Активность" модифицирующей лигатуры зависит также от технологии ее приготовления. Например, неправильно выбранная (заниженная) температура приготовления лигатуры не обеспечивает растворение фазы фосфида алюминия (AlP) в жидком алюминии и ее дальнейшую кристаллизацию в дисперсном виде. Тройные лигатуры не рекомендуется готовить с содер-

жанием фосфора выше 1 %, так как уже при его содержании 0,8 % лигатурный сплав становится очень вязким, что затрудняет разливку и требует повышения температуры приготовления и литья лигатуры до 1470 К (1200 °С) и выше, что приводит к выгоранию фосфора.

Наконец, последнее. Большой интерес для практики должен представлять, на наш взгляд, разработанный в ходе исследований экспресс-метод качественной оценки эффекта модифицирования алюминиевых сплавов. Его суть — установление факта усвоения расплавом необходимого для модифицирования количества фосфора по кривым охлаждения, т. е. по косвенным признакам. Дело в том, что при наличии в расплаве фосфора происходит повышение температуры ликвидуса, которое и фиксируется кривой охлаждения как "стояние ликвидуса" (табл. 2).

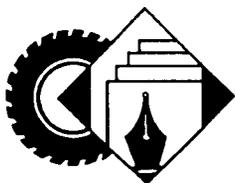
Вот, пожалуй, и все, что на сегодня известно о механизме модифицирования заэвтектических сплавов алюминия фосфором. Но даже здесь единого мнения у специалистов пока нет. Например, многие считают, что по параметрам решетки к кремнию ($A = 0,543$ нм) наиболее близок фосфид алюминия ($A = 0,545$ нм), имеющий, как и кремний, кубический тип решетки. Но, если судить по размерам орторомбической решетки ($A = 0,690$, $B = 0,940$ нм, $C = 0,768$), фосфид кремния не может быть модификатором. Поэтому при введении в заэвтектические силумины лигатур ФФ и МФ часть фосфора, взаимодействуя с кремнием, будет выводиться из процесса модифицирования. И т. д., и т. п.

Однако теория теорией, а практика доказывает: лигатуры длительного действия, такие как Al—Sr, Al—(Cu, Fe)—P, должны найти самое широкое применение на машиностроительных, в том числе автомобилестроительных, заводах. Потому что именно они решают проблему фасонного литья отливок из алюминиевых сплавов, причем в случае как эвтектических (диски колес, различные корпусные детали и др.), так и заэвтектических (поршни ДВС) силуминов. Решают потому, что повышают свойства и качество сплавов: измельчают первичный кремний, улучшают жидкотекучесть расплава, уменьшают склонность к образованию усадочных дефектов в литых изделиях и коэффициент линейного расширения материала, обеспечивают хорошую обрабатываемость сплавов резанием, в 1,5—2 раза увеличивают их пластичность и в 2—2,5 раза — относительное удлинение.

ВНИМАНИЕ!

Для предприятий отечественной автомобильной промышленности, производителей и разработчиков комплектующих, материалов и оборудования в журнале "Автомобильная промышленность" действуют специальные расценки на размещение рекламных материалов.

По всем вопросам обращайтесь по телефону (095) 269-54-98



УДК 529.061.4

"НАМИ-Экспо"

Канд. техн. наук А. Л. ЭЙДЕЛЬМАН

В ГНЦ РФ "НАМИ" реализуется новый выставочный проект, получивший название "НАМИ-Экспо". Дважды в год (летом и зимой) для специалистов, ученых и практиков автомобильной промышленности здесь будут проводиться выставки, тематика которых обусловлена проблемами и задачами отрасли, потребностями общества в целом. В феврале 2002 г. — это выставка "Транспорт для городов, курортов и зон отдыха", в августе — "Транспортные средства для инвалидов", в дальнейшем — "Автомобили для экстремальных природных условий", "Композитные материалы и пластики в автомобилестроении", "Электромобили" и др. "Премьера" же проекта "НАМИ-Экспо" состоялась в сентябре 2001 г., ею стала выставка "Приборы и методы исследований автомобилей и двигателей".

Тема данной выставки выбрана не случайно. За период стагнации, распада промышленности и научной базы страны исследовательское оборудование, имеющееся в распоряжении заводов и НИИ, морально и физически устарело, что признают сейчас многие специалисты и руководители. В то же время наметившийся подъем автомобильной промышленности требует разработки и внедрения качественно новой конкурентоспособной продукции, абсолютно невозможных без серьезных экспериментальных исследований.

Таким образом, актуальность заявленной темы очевидна. И это подтвердили результаты выставки: в ней приняли участие 15 фирм из России, Германии, США и Украины; число посетивших экспозицию специалистов превысило 400 чел., причем представители предприятий автомобильной промышленности составили ~60 %, учебных заведений ~15, специалисты других отраслей ~25 %; 30 % приехали из разных регионов России.

Особенно большой интерес у посетителей вызвали разработки отечественных ученых и инженеров. В частности, серия приборов для диагностики и контроля экологической безопасности автомобилей и двигателей, созданная под руководством д-ра техн. наук В. А. Звонова и выпускаемая луганским предприятием "Спецтехника".

Например, тех, кто работает в условиях, где возможны утечки или накопление в атмосфере горючих газов (метана и пропан-бутана), заинтересовал прибор "Люкс ТМ-1", дающий возможность обнаруживать течи газа из коммуникационных элементов и оборудования, а также проверять герметичность систем питания газобаллонных автомобилей и контролировать наличие метана в шахтах и подземных коммуникациях.



Для специалистов, занимающихся стендовыми испытаниями и доводкой экологических характеристик дизелей, предназначен стационарный прибор ИДС-3С, позволяющий контролировать дымность отработавших газов не только автомобильных, но и любых других (тепловозных, судовых, стационарных) дизелей путем измерения коэффициента светопропускания столба газов длиной 0,43 м с преобразованием сигнала фотоприемника в единицы дымности (в аналоговой и цифровой формах). Прибор выполнен с учетом стандарта ИСО 11614 и уже включен в Госреестры СИТ Украины и Белоруссии.

Включен в них и другой дымомер, ИДП-2, который может использоваться как при стендовых испытаниях дизелей, так и при контроле технического состояния АТС (по ГОСТ 21393). Он тоже оптический, замеряет ослабление светового потока (коэффициент или натуральный показатель) и "приводит" результаты к "нормализованным" фотометрической базе (как у прибора ИДС-3С) и температуре (373 К, или 100 °С). На сегодня, по мнению специалистов, ИДП-2 — самый эффективный из имеющихся на рынке СНГ прибор.

Специалистов по ремонту, оценке, идентификации АТС, а также сотрудников органов внутренних дел заинтересовал индикатор неоднородностей металла — УСЕ-2000, позволяющий выявлять нарушения структуры металла в его поверхностном слое, вызванные различного рода дефектами. В частности, с его помощью легко установить факт изменения маркировки кузова автотранспортного средства, обнаружить замаскированные пропилы в элементах конструкции (наличие под лакокрасочным покрытием сварного шва, стыка металлических поверхностей, стыка металлической и неметаллической поверхностей), вкрапления цветного металла в стальную поверхность, следы рихтовки и термической обработки, изменение толщины лакокрасочного покрытия. Действие прибора основано на возбуждении вихревых токов и регистрации изменений вторичного электромагнитного поля, вызванных изменением структуры металла.

Интересна также разработка отдела бензиновых двигателей НАМИ: микропроцессорная система управления двигателем с впрыскиванием топлива, уже внедренная на автомобилях ГАЗ и адаптируемая сейчас к УАЗам, "Москвичу" и др. Ее блоки управления, построенные на базе современных 16-разрядных микроконтроллеров, выпускаются двумя российскими предприятиями (АОЗТ "СОАТЭ" и ОАО "ЧНПП-Элара").

Эта система, так же как и другие, подобные ей, нуждается в соответствующих средствах диагностики. При участии НАМИ такие средства созданы: диагностические тестеры "Гамма +", СТМ-2,3 и "Элара", способные считывать содержащуюся в памяти блоков управления информацию о неисправностях и текущих параметрах работы двигателя.

Внимание многих привлекла совместная разработка НАМИ и научно-технической фирмы ЗАО "Иркон" — метод и аппаратура для измерения сопротивлений качению шин в стендовых и дорожных условиях, предназначенная для шиноиспытательных лабораторий и крайне необходимая им в связи с вводом в действие требований отечественных стандартов к уровню сопротивления качению. (Кстати, интерес к измерению данного показателя в последнее время растет во всем мире, так как, по статистике, суммарная мощность сопротивления качению шин интенсивно увеличивается. Например, подсчитано, что в развитых странах она уже превысила мощность имеющихся там электростанций.)

Основу системы составляют приборы "Иркон-11" и "Иркон-111". Оба измеряют сопротивление качению с

помощью новой разновидности метода выбега в переменных "путь—время", созданного на базе новых физико-математических соотношений между параметрами движения системы "барабанный стенд—колесо с шиной", не содержащих скорости и ускорения (замедления) выбега. Тем самым разработчикам системы удалось резко уменьшить погрешность измерений, что особенно важно в случае малых сил сопротивления "на фоне" на два порядка больших сил нагрузки на шину.

Очень важно и то, что система позволяет использовать для шин разных типов обычные шинообкатные станки, избавляя шинные заводы от расходов на дорогие специальные стенды.

Не остались незамеченными эффективное программное обеспечение для расчета тягово-скоростных и экономических характеристик автомобиля (разработка В. В. Московкина), новые разработки лаборатории НАМИ по

системам АБС для грузовых автомобилей, автобусов прицепной техники, гамма приборов и датчиков (в том числе для акустических и вибрационных измерений) российской фирмы "Октава + МС" и многое другое.

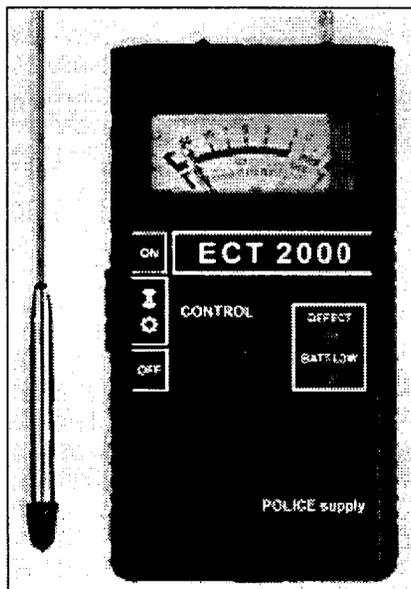
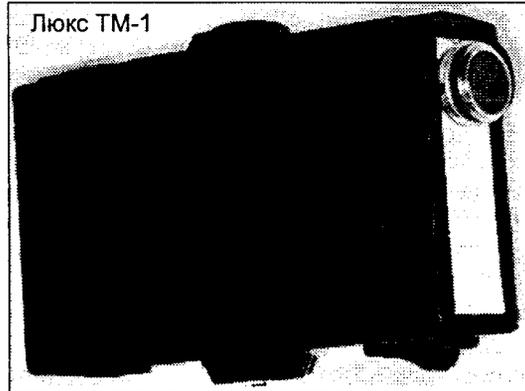
В области аппаратного и программного обеспечения для измерения, анализа и регистрации механических величин интересные разработки представила немецкая фирма "ESA Мессетехник". Это компактный многоканальный измерительный комплекс, обеспечивающий работу с термопарами, тензорезисторными, индуктивными, пьезоэлектрическими и терморезистивными датчиками.

Его программное обеспечение позволяет производить анализ во временной и частотной областях, имеет много дополнительных возможностей для работы с измеренными величинами.

Другая немецкая фирма — "РАТ", мировой лидер в области измерения и оценки транспортных потоков и движения, наряду со своей традиционной продукцией представила новую разработку в области измерения скорости движущихся автомобилей — систему "Оптоспид", принцип действия которой основан на "пассивном световом барьере" (при измерении не требуется источник света).

Система обладает рядом преимуществ перед радаром и видеоконтролем скорости, что было по достоинству оценено специалистами.

И последнее. Уже во время первой выставки "НАМИ-Экспо" началась работа по организации второй — "Транспорт для городов, курортов и зон отдыха", призванной способствовать решению важнейших для общества проблем экологии.





УДК 629.1.078

АМЕРИКАНСКИЕ СКОРОСТНЫЕ АМФИБИЙНЫЕ МАШИНЫ

Д-р техн. наук А. П. СТЕПАНОВ, М. Ю. ТИМОФЕЕВ
МАДИ (ТУ)

Амфибийные машины различного типа и назначения имеют многие страны. Причем большинство таких машин — водоизмещающего типа, скорости движения которых по воде не превышают 8—12 км/ч. Поэтому в последние годы фирмы-изготовители резко увеличили масштабы поисковых научно-исследовательских работ по созданию скоростных машин, способных одинаково быстро передвигаться как по суше, так и по воде. Характерный пример — американские опытные амфибийные машины.

Первая из них — транспортная амфибия LVHX-1 на подводных крыльях (рис. 1) грузоподъемностью 5 т и полной массой 13,6 т. Мощность ее газотурбинного двигателя (установлен в передней части корпуса) — 902 кВт, или 1225 л. с., что обеспечивает удельную мощность 66,32 кВт/т, или 90 л. с./т. От двигателя мощностью посредством карданной передачи подводится к раздаточной коробке, а от нее, также карданными передачами, — к колесам с шинами размера 18.00-25 и к двум гребным винтам, первый из которых, диаметром 736 мм, обеспечивает движение машины на подводных крыльях, а второй, диаметром 572 мм, — движение в водоизмещающем режиме. (Этот винт может поворачиваться в горизонтальной плоскости на 90°, т. е. служит и для управления машиной.)

На амфибии установлены два крыла — носовое (размах 5340 мм) и кормовое (размах 4577 мм). Первое

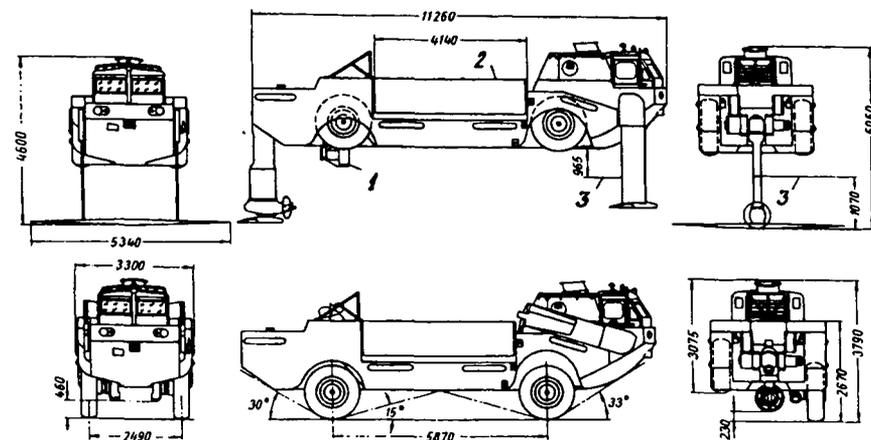


Рис. 1. LVHX-1 на подводных крыльях:

1 — поворотный гребной винт для движения в водоизмещающем режиме; 2 — съемные борта грузовой платформы; 3 — уровень спокойной воды при движении на крыльях

крепится к корпусу машины на двух стойках, второе — на одной.

В стойках первого крыла размещаются элементы гидравлической системы привода его закрылков, обеспечивающих стабилизацию амфибии по сигналам ультразвукового датчика, который измеряет высоту и период волны. Стабилизация — автоматическая: по сигналам датчика исполнительный привод устанавливает закрылки в положение, учитывающее влияние волнения на глубину погружения крыльев, крен и дифферент амфибии.

В стойке заднего крыла проходит привод гребного винта.

Крыльевые системы имеют устройства для подъема крыльев из воды. Эти устройства поворачивают крылья вокруг их поперечных осей, а затем укладывают в специальные ниши (соответственно позади кабины управления и на корме), уменьшая размах крыльев до ширины амфибии.

При движении на крыльях днище корпуса амфибии поднимается над поверхностью воды на 900—1000 мм, но крылья остаются под водой, на глубине ~900 мм, создавая удельную гидродинамическую подъемную силу, в среднем равную 17,3 кН/м², или 1,76 тс/м², вполне достаточную для удержания корпуса грузовой амфибии выше поверхности воды.

Максимальная скорость движения на крыльях по спокойной воде — 55 км/ч, что соответствует числу Фруда по водоизмещению, равному 3,16. При движении на волнении в три балла скорость уменьшается на ~20% и не превышает 44 км/ч. В водоизмещающем режиме, т. е. при поднятых крыльях и убранных в ниши колесах, она достигает 22 км/ч, что соответствует числу Фруда, равному 1,26. Диаметр циркуляции в этом режиме — 30 м, что соответствует относительному диаметру циркуляции 2,73. Тогда как при движении на крыльях диаметр циркуляции составляет 195 м, а относительный ее диаметр — 17,7.

Амфибия оборудована открытой грузовой платформой размера 4,15 × 3,1 м, расположенной в средней части корпуса, что сводит к минимуму влияние несимметричного расположения грузов на устойчивость положения и движения машины. Погрузочно-разгрузочные операции на суше облегчаются за счет втягивания колес в ниши корпуса и посадки амфибии днищем на грунт (на это затрачивается 12 с): погрузочная высота снижается до 800—850 мм, а откидные борта грузовой платформы можно использовать в качестве сходней.

Как видим, конструкция амфибии на подводных крыльях сложнее обычной водоизмещающей амфибии. Несколько сложнее и ее эксплуатация. Например, при входе в воду и выходе на берег, движении по мелководным участкам всегда велика вероятность повреждения крыльев; на переход от водоизмещающего режима к скоростному, при котором корпус амфибии полностью выходит из воды, нужно значительное время. Вместе с тем такая амфибия при убранных крыльях и колесах, как уже говорилось, способна развить скорость до 22 км/ч, что недостижимо для амфибий чисто водоизмещающего типа.

Второй пример — глиссирующая транспортная амфибия LVW (рис. 2), способная с одинаковой максимальной скоростью, равной 56 км/ч, передвигаться по суше и воде. Ее длина — 11 м, ширина — 3,555 и высота — 3,3 м; полная масса — 14 т, грузоподъемность — 5 т; мощность газотурбинного двигателя — 1104 кВт, или 1500 л. с., удельная мощность — 78,85 кВт/т, или 107 л. с./т. К двигателю непосредственно подсоединена коробка передач. От нее мощность поступает на раздаточную коробку, затем с помощью карданных передач — на оба ведущих моста и два вращающихся в противоположные стороны гребных винта диаметром 610 мм.

Нижняя часть корпуса амфибии, изготовленного из высокопрочных алюминиевых листов, имеет глиссирующую формы. По бортам выполнены ниши, в которые при движении амфибии по воде с помощью гидрпривода убираются все колеса, поворачиваясь при этом на 180°. Ниши после поворота колес закрываются снизу створками.

Подвеска колес — без упругих элементов, шины — размерности 18.00-25.

При движении в режиме глиссирования со скоростью 56 км/ч амфибия имеет число Фруда по водоизмещению, равное 3,2; при движении в условиях трехбалльного волнения максимальная скорость из-за перегрузок уменьшается на 35 %, т. е. до 36,5 км/ч.

Управление при движении по воде — с помощью двух водяных рулей, расположенных за гребными винтами. Диаметр циркуляции в водоизмещающем режи-

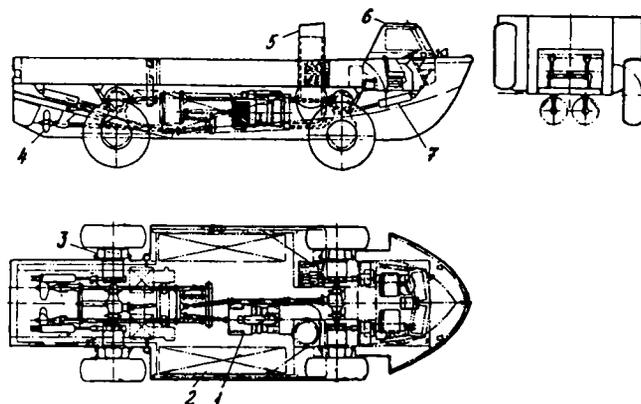


Рис. 2. Глиссирующая LVW:

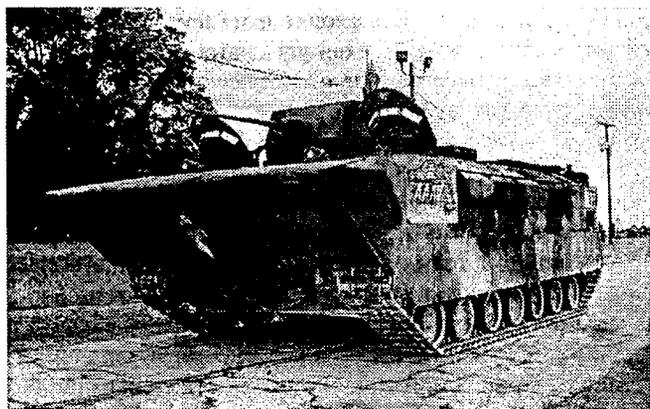
1 — газотурбинный двигатель; 2 — топливный бак; 3 — рычаг подъема и опускания колес; 4 — убирающиеся гребные винты; 5 — труба для забора воздуха и выпуска отработавших газов; 6 — двухместная кабина; 7 — гидроцилиндр подъема и опускания колес

ме в прибойной зоне составляет, в зависимости от скорости, 25—46 м, что соответствует относительному диаметру циркуляции, равному 2,2—4,1. Диаметр циркуляции при движении с максимальной скоростью в режиме глиссирования — 200—265 м, а относительный ее диаметр — 20—25. При этом период циркуляции равен 50—60 с.

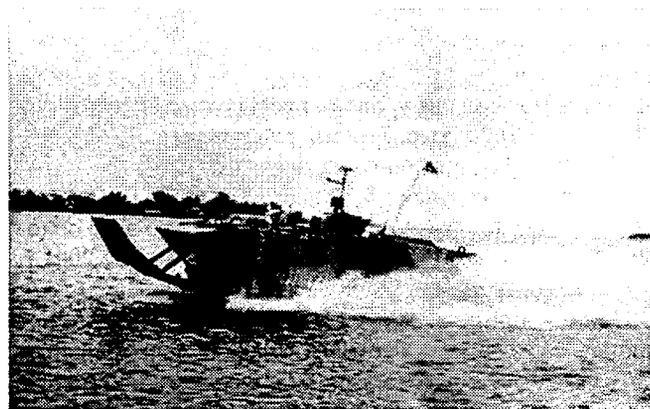
Для движения по суше гребные винты и рули убираются в корпус, а колеса возвращаются в нижнее положение.

Третий пример — плавающий гусеничный бронетранспортер AAAV (рис. 3), который от рассмотренной выше транспортной глиссирующей амфибии отличается, в принципе, двигателем: на нем установлен 12-цилиндровый турбонаддувный дизель (мощность при движении по воде — 1914 кВт, или 2600 л. с., а при движении по суше — 630 кВт, или 856 л. с.; удельная мощность — соответственно 59,44 кВт/т, или 80,8 л. с./т, и 19,55 кВт/т, или 26,6 л. с./т; рабочий объем — 27 л).

Скорости движения по воде на режиме глиссирования в зависимости от погодных условий — 37—53 км/ч.



а)



б)

Рис. 3. Бронетранспортер AAAV на суше (а) и воде (б)

При этом число Фруда лежит в пределах 1,84—2,64, что обеспечивается увеличением поверхностей глассирования за счет установки на корпусе носового, двух

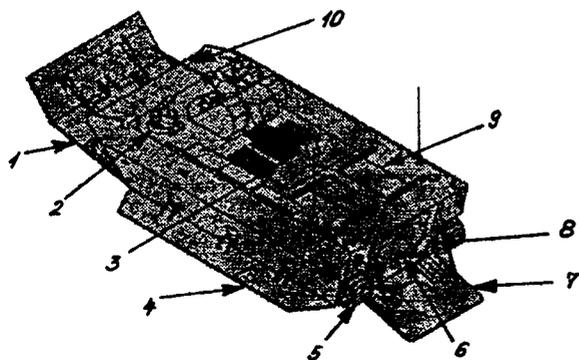


Рис. 4. ААУВ в положении для глассирования:

1 — носовая полость; 2 — место водителя; 3 — моторный отсек; 4 — откидные бортовые полости; 5 — убирающиеся гусеницы; 6 — задний десантный люк; 7 — откидной задний щит; 8 — водометы; 9 — верхние десантные люки

бортовых и кормового щитов (рис. 4) и подтягивания нижних ветвей гусениц заподлицо с днищем машины. В результате суммарная условная площадь глассирования становится равной $52,3 \text{ м}^2$, что дает удельную нагрузку на поверхность глассирования, равную $\sim 6,04 \text{ кН/м}^2$.

Для создания сил тяги по бортам в кормовой части корпуса смонтированы два водометных движителя с рабочими колесами диаметром 584 мм. Тяга водометов в режиме швартовых составляет 101,52 кН, или 10,3 тс, что обеспечивает в этом режиме удельную тягу, отнесенную к суммарной площади рабочих колес водометов, равной $189,6 \text{ кН/м}^2$, или $19,3 \text{ тс/м}^2$.

Таким образом, приведенные примеры показывают: создать амфибийные машины со скоростями движения по воде, достигающими 60 км/ч и более, для нынешнего уровня развития силовых установок и машиностроительных технологий — дело вполне реальное.

УДК 629.113.658.8

ПРОДАЖИ АВТОМОБИЛЕЙ НА РЫНКЕ США

Канд. экон. наук Д. М. ЭТКИН

На фоне нестабильности общего экономического положения в США "залихорадило" и на американском автомобильном рынке: впервые за последние 10 лет нарушилась устойчивая тенденция роста от года к году объемов продаж автомобилей. Началось это в октябре 2000 г., а уже в декабре продажи сократились, по сравнению с декабрем 1999 г., более чем на 10 %. Некоторые эксперты заговорили о прекращении "бума" и наступлении спада. Но активно взятый в начале 2000 г. старт, вызванный существовавшим тогда повышенным потребительским спросом, сумел вывести суммарный объем продаж на рекордный за все 100 лет существования местного авторынка уровень — 17,4 млн. автомобилей. Федеральные власти США, уловив эту тенденцию, приняли ряд мер, в том числе и мониторингового характера, направленных на стабилизацию экономики страны, а также меры по стимулированию потребителей к приобретению автомобилей. И результаты не замедлили сказаться: уже в январе 2001 г. отставание продаж АТС от их продаж за январь 2000 г. составило всего лишь 3 %, в марте — 2,5 %, а в июне продажи превзошли уровень предыдущего года (июнь 2001 г. — 1625 тыс., июнь рекордного 2000 г. — 1621 тыс.). Тем не менее за первое полугодие 2001 г. объем продаж составил 8,7 млн. шт., т. е. стал на 4,6 % меньше, чем в первом полугодии 2000 г. Это дало основания многим экспертам оценить ожидаемый в 2001 г. объем продаж на уровне 16,6 млн. шт.

Однако причин для таких высокооптимистичных прогнозов нет. Дело в том, что аналогичные прогнозы в США часто строятся на анализе текущего изменения объемов продаж, на которые существенно влияют временные конъюнктурные факторы, не всегда отражаю-

щие долгосрочные объективные процессы развития спроса. Например, ясно, что достигнутый объем продаж автомобилей в 2001 г., равно как и его высокий уровень за последние годы, активно стимулировался и производителями, и дилерами. Причем данный резерв с каждым годом уменьшается. Чтобы убедиться в этом, достаточно проследить ежегодный темп роста базовой цены продаваемых на рынке США автомобилей. Если в 1970-е и 1980-е годы ее ежегодное увеличение доходило до 10 %, то во второй половине 1990-х годов составляло уже 3—4 %, а в первой половине 2001 г., по сравнению с аналогичным периодом 2000 г., — только 1,5 %. Что не превышает показатель роста инфляции и отстает от роста доходов населения. (Судя по публикациям, средняя цена нового автомобиля в 2000 г. соответствовала доходу среднего домашнего хозяйства за ~18—19 недель, а раньше — за 22—25 недель.) При этом надо учесть, что на многих моделях значительно расширился стандартный набор всевозможного оборудования, повышающего комфортабельность и безопасность, которое прежде устанавливалось за дополнительную плату. Кроме того, под влиянием проводимого федеральной резервной системой США сокращения процентной ставки происходят и изменения условий предоставления займов на покупку автомобиля: в 2001 г. более половины банков дают кредит с оплатой менее 8 % годовых, а в 2000 г. такие условия предоставляли менее трети банков. Вместе с тем банки Чикаго, например, ранее предоставляли заем, требуя первоначальный взнос в размере 20 % цены автомобиля, в 2001 г. — 10 %. Финансовые же организации производителей автомобильной техники часто предлагают еще более льготные условия: иногда вообще не требуют первоначальный взнос и годовую ставку снижают до 0,9 %. Расширили они и практику применения и увеличили размер возвращаемой покупателю части цены приобретенного автомобиля: в 2001 г. такая практика распространяется на более широкую номенклатуру моде-

лей, а сумма возврата иногда доходит до 2 тыс. долл. Участились также случаи объявляемых дилерами распродаж автомобилей, сопровождаемых временным снижением цен.

Все это, а также ряд других мер прямо снижают, причем в ощутимых размерах, затраты покупателей, стимулируя повышенный спрос. Однако продолжение и тем более усиление стимулирования спроса в будущем вряд ли возможно: снижается прибыльность предприятий по производству и продаже автомобилей, что угрожает самому существованию предприятий, поскольку прибыль многих из них уже сейчас не превышает 3 % от общего оборота. Более того, даже в крупных дилерствах разница между запрашиваемой ценой, которая указывается на ярлыке автомобиля, и затратами продавца, включающими оптовую цену, затраты на доставку, предпродажную подготовку, хранение и т. п., раньше стабильно составлявшая несколько тысяч долларов, теперь часто ограничивается сотнями.

В будущем существенный рост продаж автомобилей ограничивается еще как минимум двумя факторами: во-первых, достигнутым в США высоким, близким к предельному, уровнем автомобилизации (в среднем на каждое домашнее хозяйство, насчитывающее не более 2,5 чел., приходится почти два автомобиля, а на каждого жителя с "правами" на управление — более одного) и, во-вторых, интенсивным ростом долговечности автомобильной техники, обусловленным интересами конкурентной борьбы.

На объемах продаж отражаются, кроме того, тенденции структурного характера. Так, в первом полугодии 2001 г. продано 4,5 млн. легковых автомобилей и 4,2 млн. легких грузовых, к категории которых относят многоцелевые автомобили общего назначения, минивэны и пикапы. Это значит, что в 2000 г. относительное распределение их продаж сохранилось на уровне 52 : 48 %. Но уже в июне 2001 г. доля грузовых АТС опять стала возрастать, причем и среди них наибольшим спросом пользуются многоцелевые автомобили. Несмотря на то, что они, по сравнению с легковыми, имеют больший расход топлива и в силу своих конструктивных особенностей (высоко расположенный центр масс) обладают повышенным риском бокового опрокидывания. Причем некоторые эксперты считают, что такая тенденция сохранится до тех пор, пока цена бензина не превысит 2 долл. за галлон.

Наблюдается также тенденция к увеличению доли зарубежных моделей (как импортных, так и производимых расположенными в США предприятиями зарубежных фирм): в первой половине 2001 г. она составила 36 %, а доля американских фирм, входящих в большую детройтскую тройку ("Дженерал Моторс", "Форд" и "Крайслер"), — 64 %. Причем упомянутое выше снижение продаж автомобилей за эти полгода пришлось преимущественно именно на продукцию старых американских фирм, а продажи ряда зарубежных моделей даже возросли. К тому же интересно отметить, что если раньше доля зарубежных фирм увеличивалась преимущественно по легковым автомобилям, достигнув ее половины, то в последние несколько лет "центр тяжести" перемещается в сторону легких

грузовых. Зарубежные фирмы ежегодно расширяют номенклатуру именно таких автомобилей, поставляемых на рынок США, постоянно улучшают их качество, в первую очередь, комфортабельность, удобство управления, надежность. Это касается всех трех типов, но особенно — автомобилей многоцелевых. Их даже стали выпускать и поставлять на американский рынок фирмы, ранее специализировавшиеся исключительно на высококомфортабельных легковых автомобилях (БМВ, "Мерседес-Бенц", "Акура", "Лексус" и др.). В результате на долю продукции зарубежных фирм в первом полугодии 2001 г. пришлось уже 22,5 % всего объема продажи легких грузовых АТС, тогда как в 2000 г. она не превышала 20 %. Следовательно, наряду с успешно происходившим с 1990-х годов проникновением продукции зарубежных фирм на американский рынок легковых автомобилей в XXI веке началось интенсивное вытеснение с местного рынка старых американских фирм и в отношении АТС рассматриваемого класса. Причем первенствуют здесь фирмы японские: начав в 1958 г. с экспорта в США 1 тыс. экономичных легковых автомобилей малого класса ("Датсун"), японцы сейчас поставляют всю пользующуюся спросом номенклатуру своих автомобилей, причем объем продаж в первом полугодии 2001 г. составил 2,3 млн. шт., т. е. превысил 26 % всего объема продаж на американском рынке. (Только за период с 1998 г. продажа японских моделей на авторынке США возросла на 23 %, в том числе легковых автомобилей — на 10 %, а легких грузовых — более чем в 1,5 раза.)

Очень интенсивно наращивают объемы продаж и европейские фирмы: за три последних года их доля по всем типам автомобилей увеличилась на 54 %, в том числе по легковым — на 34 %, а по легким грузовым — почти в 5 раз. (Последнее связано с тем, что чрезвычайно престижные в мире фирмы "Мерседес" и БМВ создали, освоили производство и наращивают выпуск высококомфортабельных многоцелевых автомобилей, которые, как сказано выше, пользуются в США устойчивым спросом.)

Значительное место на американском рынке заняли и корейские автомобили: за последние три года их продажи возросли в 4 раза, составив в первой половине 2001 г. почти 300 тыс. шт., что вызвано в первую очередь существенным повышением качества, особенно надежности, продукции корейских производителей.

Несколько иначе, как уже упоминалось выше, складываются дела у старых американских фирм.

Так, более чем на 160 тыс. шт. уменьшились объемы продаж продукции "Дженерал Моторс". Причем это коснулось не только легковых автомобилей (снижение на 125 тыс. шт.), что наблюдалось и ранее, но и легких грузовых (на 40 тыс. шт.), что происходит впервые. Общая доля этой крупнейшей в мире фирмы снизилась до 28 %, хотя еще совсем недавно стабильно составляла не менее трети всех продаж автомобилей в стране. Поэтому руководители намечают частично сократить производство, в основном легковых автомобилей, и "сузить" номенклатуру их моделей. В частности, объявлено, что скоро прекратит выпуск легковых автомобилей фирма "Олдсмобил", одна из старейших,

существующих более 100 лет американских фирм, продукция которой долгое время пользовалась устойчивым спросом, особенно среди преуспевающей и несколько консервативной части средних слоев американского общества.

На 250 тыс. шт. сократил продажи автомобилей концерн "Форд", в том числе входящая в него английская фирма "Ягуар". Уменьшение затронуло как легковые автомобили (на 140 тыс. шт.), так и легкие грузовые (более чем на 100 тыс. шт.). Это снизило долю продукции концерна на американском рынке до 23 %, хотя в течение нескольких предыдущих лет она была не ниже 25 %. Почти на 150 тыс. шт. сократились продажи продукции американской части концерна "Даймлер Крайслер", в середине 1980-х годов начавшей и потом наращивавшей производство многоцелевых автомобилей и мини-вэнов. Теперь она сокращает выпуск легковых автомобилей, а в 2001 г. вообще прекращает изготавливать автомобили "Плимут".

Крупнейшая из японских фирм, "Тойота", совместно с дочерним предприятием "Лексус" увеличили продажи своей продукции на американском рынке почти на 50 тыс. автомобилей. Но при этом: на 10 тыс. шт. уменьшив продажи легковых автомобилей, почти на 60 тыс. шт. увеличили продажи легких грузовых. Это результат планомерно проводимой фирмой политики расширения номенклатуры всех входящих в данную категорию типов АТС: в 2000 г. на рынке появились пикап "Тойота Тундра" и мини-вэн "Тойота Сиенна", а в 2001 г. — два новых многоцелевых автомобиля — "Хайлендер" и "Секвойя".

Одной из немногих фирм, которой удалось увеличить продажу как легковых автомобилей, так и легких грузовых, стала "Хонда": она вместе с принадлежащей ей фирмой "Акура" продала в США почти 600 тыс. автомобилей всех типов, и их доля на рынке составила почти 7 %.

Без существенных изменений сохранились в США объемы продаж продукции японских фирм "Ниссан", "Мицубиси" и "Мазда".

Значительно укрепила свои позиции корейская фирма "Хендэ", продукция которой характеризуется постоянным расширением номенклатуры, очень существенным повышением надежности, применением разнообразного оборудования, повышающего комфортабельность и безопасность: объемы продаж в первой половине 2001 г. превысили 150 тыс. шт.

Основными поставщиками европейской продукции на американский рынок остаются германские "Фольксваген" и БМВ: первая за рассматриваемый период реализовала 217 тыс. шт., вторая — более 100 тыс. шт., т. е. больше, чем за соответствующий период 2000 г. Что касается фирмы "Мерседес-Бенц", то ее продажи, как и в 2000 г., составили 100 тыс. шт.

И последнее. В числе 10 наиболее продаваемых в США моделей в первом полугодии 2001 г. были: легковые "Хонда Аккорд" (216 тыс. шт.), "Тойота Камри" (198 тыс.), "Форд Таурус" (195 тыс.), "Хонда Сивик" (162 тыс.); пикапы "Форд F-серис" (436 тыс.), "Шевроле Сильверado" (343 тыс.), "Додж Рэм" (172 тыс.), "Форд-Рейнджер" (152 тыс.); многоцелевой "Форд Эксплорер" (197 тыс.) и мини-вэн "Додж Караван" (137 тыс. шт.).

ГАННОВЕРСКАЯ ЯРМАРКА-2002

Крупнейшая в мире промышленная ярмарка "Ганновер Мессе" вновь состоится 15—20 апреля 2002 г.

Ганноверская ярмарка ведет свою историю с 1947 г., когда было зарегистрировано выставочное общество "Дойче Мессе". Тогда же в пяти уцелевших цехах разрушенного завода состоялась первая послевоенная промышленная ярмарка, которую посетили свыше 730 тыс. человек из 53 стран. Ярмарка послужила символом экономического возрождения Германии и стала традиционной, а вскоре приобрела статус международной.

В последние годы площадь выставочных павильонов ярмарки достигла 645,8 тыс. м²; в ней ежегодно принимают участие более 7 тыс. экспонентов из 70 стран мира и 250 тыс. посетителей. Здесь новейшие технологии, отвечающие современным и перспективным требованиям мирового рынка, демонстрируются на семи специализированных, взаимно дополняющих друг друга выставках, каждая из которых считается ведущей в своей отрасли.

"Автоматизация производства" ("Factory Automation") — это самые современные автоматизированные системы управления и сборки ("роботы с пониманием") для автомобильной промышленности, машинострое-

ния, фармацевтической индустрии, электротехники и других отраслей; высокотехнологичные специальные решения в области коммуникации и управления данными, включая как возможности управления производством в режиме "online", так и "гибкое" оборудование. В особый раздел выделены "Промышленные информационные технологии и программное обеспечение" ("Industrial IT & Software"), что объясняется бурным ростом использования сетей в промышленности и усилением роли программных средств в механическом оборудовании (уже сейчас они управляют 40 % машинных функций).

"Микротехнология" ("MicroTechnology") — это микросистемные технологии для таких областей, как автоматизация производства, телекоммуникации, транспорт, энергетика, прикладная наука. В центре внимания предстоящей выставки — связь микросистемных технологий с другими технологиями, представленными на ярмарке, особенно в разделе "Industrial IT & Software".

"Выставка логистики и управления материалопотоками" ("CeMat") проходит на ярмарке один раз в два года. В ее экспозиции — подъемники, краны, транспортеры, автоматические транспортные системы, оборудование для упаковки, хранения и складирования, а также услуги, программные продукты и решения "под

ключ" для управления материало- и грузопотоками как внутри производства, так и между отдельными предприятиями. В рамках выставки пройдет форум "Logistik Chain City", на котором будут представлены комплексные решения в области логистики, а также возможности их технологического дополнения "интеллектуальными" системами автоматизации.

Выставка "Технология обработки поверхности" ("Surface Technology") — средства оптимизации функциональных поверхностей в машино- и автомобилестроении, электротехнике, оптике, медицинской технике, средства защиты окружающей среды, использования солнечной энергии, высокотемпературные технологии и контроль качества в процессе производства.

"Выставка энергетического хозяйства и технологий для энергетики" ("Energy") вызывает в этом году особый интерес в связи со стремительной либерализацией рынков электроэнергии и газа, предстоящей либерализацией рынка водных ресурсов и растущим значением возобновляемых источников энергии. В ее экспозиции — строительство новых и модернизация существующих электростанций, передача и распределение энергии, газо- и энергоснабжение, вопросы

энергосбережения, локальные энергетические сети, проектирование и эксплуатация объектов энергетического хозяйства, методы получения энергии на основе молекулярных и ядерных технологий. Шесть дней будет работать форум "Генерация экологически чистой энергии", посвященный перспективным технологиям и продуктам возобновляемых источников энергии.

"Субпоставки и материалы" ("Subsup Technology") — форум поставщиков материалов и комплектующих. "Технические пластмассы", "Инженерные, керамические и композитные материалы", "Монтажные услуги" — вот лишь несколько тем этой выставки.

Выставка "Исследования и технология" ("Research & Technology") — мост между наукой и техникой, крупнейший показ инноваций в области исследований и технологий для промышленного применения. В центре ее внимания на сей раз, несомненно, будут новейшие аэрокосмические достижения, исследования в области нанотехнологий и промышленного использования водорода, лазеры, оптоволоконная техника, оптические компоненты, а также специальная экспозиция, посвященная прикладной науке, трансферу технологий и их промышленному применению.

Содержание

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Сорокин Н. Т. — Грузовой автотранспорт России. Потребности и возможности. 1

Маринов П. Л. — Второе рождение БелАЗа. 5

КОНСТРУКЦИИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Кульминский А. Ф., Павлюк В. А., Черных Л. Н. — Полуприцеп-сортиментовоз мод. 9312 (ЛК-30) на конвейере. 9

Тарасик В. П., Рынкевич С. А. — Интеллектуальная система управления автомобилем. 10

Марков В. А., Аникин С. А., Сиротин Е. А. — Экологические показатели ДВС. 13

Коротнев А. Г., Кульчицкий А. Р., Честнов Ю. И. — Конструкция проточной части распылителя форсунок и параметры дизеля. 15

Барыкин А. Р. — Вязкостные муфты. Регулирование характеристик. 18

Отчеты на письма читателей

Елисеев Ю. С. — Транспортные газотурбинные установки. 20

В НИИ, КБ и на заводах. 21

АВТОТЕХОБСЛУЖИВАНИЕ

Яценко Н. Н., Литвинова Т. А., Земляквич Ф. В. — Интерактивный информатор о замедлении движения АТС. 22

ТЕХНОЛОГИЯ, ОБОРУДОВАНИЕ, МАТЕРИАЛЫ

Прокопович В. Н. — Сварочные технологии, применяемые в автобусостроении Белоруссии. 24

Буйлов Е. А. — Технологические смазки и износостойкость поверхности, обработанной деформирующим протягиванием. 25

Павленко П. Д., Шамин А. Н. — Стендовые испытания кузовов легкового автомобиля особо малого класса. 26

Фоченков Б. А., Рябов И. В. — Модифицирование сплавов системы Al—Si—Cu при литье поршней. 28

ИНФОРМАЦИЯ

Эйдельман А. Л. — "НАМИ-Экспо". 32

За рубежом

Степанов А. П., Тимофеев М. Ю. — Американские скоростные амфибийные машины. 34

Эткин Д. М. — Продажи автомобилей на рынке США. 36

Ганноверская ярмарка — 2002. 38

Памяти друга. 40

Главный редактор Н. А. ПУГИН

Заместитель главного редактора В. Н. ФИЛИМОНОВ

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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

Белорусский региональный редакционный совет:

М. С. Высоцкий (председатель), Л. Г. Красневский (зам. председателя), П. Л. Маринов, А. Г. Палагин, А. П. Ракомсин, К. И. Ремишевский, И. С. Сазонов, В. Е. Чвялев

Ордена Трудового Красного Знамени
ФГУП «Издательство "Машиностроение"»

Художественный редактор Т. Н. Погорелова
Корректор Л. Е. Сонюшкина

Сдано в набор 4.12.2001. Подписано в печать 17.01.2002.
Формат 60×88 1/8. Бумага офсетная. Печать офсетная.
Усл.-печ. л. 4,9. Усл.-кр. отт. 11,76. Уч.-изд. л. 6,57. Зак. 39

Адрес редакции: 107076, Москва, Стромынский пер., 4
комн. 210 и 214

Телефон 269-54-98. Факс 269-48-97

E-mail: Mash.Publ@g23.relcom.ru

Отпечатано в Подольской типографии
Чеховского полиграфического комбината Комитета РФ
по печати, 142100, г. Подольск, ул. Кирова, 25

Прошел год со дня смерти Льва Владимировича Гуревича, но чувство огромной утраты у нас, его товарищей, не проходит. Ведь столько лет он был нашим коллегой и другом, советником и учителем, инициатором многих совместных начинаний и разработок, решений и дел. Всесторонне образованный, знаток физики рабочих процессов, происходящих в автомобильной технике, опытный, отличающийся поразительной работоспособностью экспериментатор, который прошел школу ведущих НИИ страны (НАМИ, НИИАТ, НИИТавтопром), один из больших ученых страны — таким он запомнился тысячам инженеров-исследователей отрасли. Инженеры-практики помнят его как специалиста в области нагруженности тормозов автотранспортных средств, первого из создателей российских конструкций антиблокировочных систем, пневматических и электропневматических тормозных приводов. И те и другие — как автора десятков изобретений, отмеченных авторскими свидетельствами СССР. Даже общепринятый ныне термин "тормозное управление АТС" — его детище.

Л. В. Гуревич — разработчик многих отечественных ГОСТов и ОСТов по автомобильной тематике, многие из которых действуют до сих пор; он же — автор множества брошюр — выпусков НИИТавтопрома, нескольких монографий, две из которых, "Тормозное управление автомобиля" (1978 г.) и "Автоматический привод АТС" (1988 г.), остаются одними из лучших в данной области.

Он был не только ученым, аналитиком и практиком, но и обладал такими привлекающими к нему качествами, как дружелюбие, готовность к диалогу "на равных", компромиссу, умение сопереживать, стремление помочь. У него было много не только учеников, но и друзей во всех уголках страны; к его мнению прислушивались члены ученых советов НИИ и вузов, научно-технического совета Минавтопрома СССР и, конечно же, создатели и производители автомобильной техники. Потому что был он прекрасным оратором и лектором, умел коротко и ясно сформулировать самую сложную идею, четко, лаконично, остроумно защитить свое предложение. Его, например, постоянно приглашали читать лекции в вузах многих регионов страны, чего в то время удавалось немногие. Он бескорыстно предоставлял сотни страниц докторских и кандидатских диссертаций, предоставлял соискателям материалы из своего личного архива. Очень многие из авторитетных ученых до сих пор испытывают к нему чувство благодарности за глубину и объективность выполненного им анализа их научных работ.

Лев Владимирович легко общался с любой аудиторией. Ни одна его лекция или выступление не обходились без острого слова, юмористического примера, он умел, как говорится, на лету подхватить и развить реплику из зала; во время отдыха был душой компании: играл, пел, в том числе песни собственного сочинения — такие, как знаменитый в среде испытателей "Гимн тормозников НАМИ" ("На Ахуне или в Крыму...") и не менее известное "Эссе про АБеСе".

Крушение автомобильной промышленности и автомобильной науки в 1990-е годы стало для Л. В. Гуревича личной трагедией. Дело, которому он служил всю свою жизнь, стало никому не нужным. Невостребованными оказались даже такие не имеющие аналогов работы, как электропневматический тормозной привод и "Классификатор работ по торможению АТС", содержащий аннотации всей изданной за 50 лет у нас и за рубежом литературы и патентов в этой области. В итоге — отъезд за рубеж, а затем, очень скоро, — добровольный уход из жизни...

А на совещаниях, встречах и научных конференциях, возрождающихся вместе с возрождением отрасли, снова звучит имя Льва Владимировича Гуревича. К сожалению, в воспоминаниях.

*О. И. Гируцкий,
Л. С. Гаронин,
Р. А. Меламуд,
Э. Н. Никульников,
В. А. Топалиди*

Семь крупнейших промышленных выставок



за одну поездку в Ганновер 15 - 20 апреля 2002 года

7200 фирм-экспонентов • 80 стран • 250000 посетителей

- Автоматизация производства • 2100 фирм-экспонентов
- Материалопотоки и логистика • 1000 фирм-экспонентов
- Прикладные микротехнологии • 350 фирм-экспонентов
- Промышленная обработка поверхности • 550 фирм-экспонентов
- Энергетика и энергетическое хозяйство • 860 фирм-экспонентов
- Комплектующие и материалы • 1740 фирм-экспонентов
- Исследования и технологии • 600 фирм-экспонентов



**HANNOVER
MESSE**

www.hf-russia.com

Москва: (095) 229-2657; факс: (095) 928-9178; info-msk@hf-russia.com
Санкт-Петербург: (812) 320-6345; факс: (812) 320-6346; info-spb@hf-russia.com
Новосибирск: (3832) 22-0701; факс: (3832) 79-5425; info-nsk@hf-russia.com
Киев: (044) 413-3211; факс: (044) 413-9456; info@hf-ukraine.com
Минск: (172) 23-7130; факс: (172) 26-9921; info@hf-belarus.com

Вологодская областная универсальная научная библиотека

www.booksite.ru

ГЛАВНАЯ ВЫСТАВКА ГОДА НА ЮГЕ РОССИИ

6-й международный автосалон

АВТОФОРМУЛА

2002

17-21 апреля

Ростов-на-Дону

АВТОМОБИЛИ
ЛЕГКОВЫЕ,
ГРУЗОВЫЕ, АВТОБУСЫ,
ПРИЦЕПЫ

ДВИГАТЕЛИ,
ОБОРУДОВАНИЕ
И СИСТЕМЫ
ДВИГАТЕЛЕЙ

МОТОЦИКЛЫ И
МОТОЦИКЛЕТНАЯ
ТЕХНИКА,
ВЕЛОСИПЕДЫ

АВТОМОБИЛЬНАЯ
ЭЛЕКТРИКА
И ЭЛЕКТРОНИКА

ШИНЫ,
АККУМУЛЯТОРЫ,
ПОДШИПНИКИ



АВТОМОБИЛЬНЫЕ
МАТЕРИАЛЫ
И КОМПОНЕНТЫ

АВТОХИМИЯ И
АВТОКОСМЕТИКА

ГАРАЖНОЕ
ОБОРУДОВАНИЕ,
ИНСТРУМЕНТЫ,
ДИАГНОСТИЧЕСКОЕ
И РЕМОНТНОЕ
ОБОРУДОВАНИЕ

ЗАПАСНЫЕ ЧАСТИ,
УЗЛЫ
И АГРЕГАТЫ К
АВТОМОБИЛЬНОЙ
ТЕХНИКЕ
И МОТОЦИКЛАМ

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ
АЗС, АЗК

Организатор: **ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР "Бизнес-АРТ" ТПП РО**
Вологодская областная универсальная научная библиотека
тел./факс: (8632)65-41-46, 65-42-21, 65-53-14
www.booksite.ru