ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
ЖУРНАЛ

Издается с мая 1930 года

Москва "Машиностроение"

УЧРЕДИТЕЛИ:
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ
И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ,
ОАО "АВТОСЕЛЬХОЗМАШ-ХОЛДИНГ"

АВТОМОБИЛЬНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

№ 3 • март • 2008

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 35.078.001.76

ТЕХНОПАРКИ КАК ОСНОВА ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА

Канд. техн. наук А.В. СИРОТКИНА

НАМИ

Научно-технические и технологические достижения в конце предыдущего столетия приобрели определяющее значение в национальной экономике всех промышленно развитых стран. Причем их основой стали новейшие идеи и разработки в ВПК двух противоборствующих политических систем. Созданные для решения задач ракетно-космической и атомной отраслей промышленности технологии требовали колоссальных интеллектуальных и производственных усилий, и их вполне правомерно стали называть высокими технологиями.

Однако если на Западе ВПК работал в условиях рыночной экономики, требующей быстрого внедрения достижений высоких технологий военного назначения в другие отрасли, в России же по целому ряду причин этого не происходило. В связи с чем некоторые отрасли (легкая, пищевая, обрабатывающая и др.), не получая "подпитки" высокими технологиями, не могли производить продукцию, востребованную на рынках других стран.

После окончания "холодной войны" значимость технологического лидерства приобрела еще большее значение в новых экономических "баталиях" за достижение высокой конкурентоспособности создаваемых изделий, лучшей возможности для экспортной экспансии и, как следствие, получение более высоких прибылей. В результате экспорт высокотехнологичной продукции стал определяющим фактором в экономическом развитии многих стран. Способность воспринимать инновации (нововведения) и правильно организовывать инновационный процесс (превращение идеи в реализуемый на рынке товар) становится доминирующим условием развития предприятий любого профиля.

Существенно возросшие темпы замещения старых технологий новыми потребовали внедрения наиболее эффективных форм организации инновационного процесса при наивысшей интеграции науки, производства и сбыта.

Реализация наукоемких проектов по разным причинам далеко не всегда завершается предполагаемым конечным результатом. По оценкам западных специалистов, более 50 % всех инновационных проектов, связанных с высокими технологиями, закончились провалом. Естественно, что финансирование таких проектов весьма рискованно, однако достигаемые при положительном результате дивиденды не идут ни в какое сравнение с традиционной прибылью. В то же время следует отметить, что наукоемкий бизнес среди других видов предпринимательства является самым сложным. Поэтому во всем мире его патронирует государство, видя в развитии инноваций залог конкурентоспособности национальной экономики.

Проводимые в России реформы принесли несомненный позитивный эффект, особенно в научной сфере: появился малый бизнес. Творческие инициативные люди, желающие довести свои разработки до рынка (коммерциализировать их), стали создавать малые предприятия. И именно появление малого бизнеса привело к масштабному переходу инновационной деятельности от крупных к малым предприятиям.

В принципе, это нормальное явление, поскольку в тех же США на малый бизнес приходится 50 % научно-технических разработок, а в электронной промышленности малые фирмы с численностью до 100 чел. составляют 90 %. Это следствие эффективности малых фирм: отношение числа нововведений к численности научного персонала в них в 4 раза выше, чем в крупных.

©ISSN 0005-2337. Издательство "Машиностроение", "Автомобильная промышленность", 2008 г.

Таковы предпосылки появления технопарков. И первые из низ возникли в США в начале 1950-х годов: тогда были созданы региональные образования, объединившие вузы, НИИ, производственные мощности и специальные структуры по поддержке предприятий инновационной направленности. Такие образования стали называть технополисами, и самым знаменитым из них стал парк Стэнфордского университета (штат Калифорния), предприятия которого ориентированы на выпуск электронной техники. Данный проект задумывался как долгосрочный, потребовал терпения и преданности делу. В итоге прославился феноменальными достижениями в развитии этого наукоемкого сектора промышленности и продемонстрировал эффективность новой структуры для развития высоких технологий. Поскольку базовым материалом для полупроводниковой электроники является кремний, то и местность стали называть "Кремниевой долиной".

Успех "Кремниевой долины" определяется не только перечисленным выше, но и тем, что именно там была разработана и применена особая схема финансирования высокотехнологичных проектов — венчурное финансирование, которое, если коротко, сводилось к следующему.

Университет нашел применение пустующему участку земли, который находился в его владении. Земля и помещения стали сдаваться в аренду автономным малым предприятиям и действующим компаниям, бурно развивающимся за счет военных заказов федерального правительства, для размещения ими своих подразделений, которые работают в области высоких технологий. Причем фирмы-арендаторы имели тесные рабочие контакты с университетом.

Потребовалось 30 лет, чтобы завершить строительство, формирование инфраструктуры и сдать в аренду всю свободную землю научного парка. Сегодня это один из самых процветающих регионов США (достаточно сказать, что средняя зарплата в "Кремниевой долине" в 5 раз выше, чем в среднем по стране). Кстати, именно в этом технополисе начинали свою жизнь такие известные теперь фирмы, как "Хьюлетт-Паккард", "Поляроид".

Вначале число технопарков в США росло медленно. Многие инициативы, предпринятые университетами и другими техническими вузами вслед за Стэнфордом, остались лишь инициативами. И только немногие из них, например "Исследовательский треугольник" (Северная Каролина), сумели реализовать свои цели (как минимум — влить свежую струю наукоемкого бизнеса в регионы, охваченные спадом и безработицей в традиционных отраслях промышленности). Тем не менее вклад технопарков в экономику США был замечен и оценен по достоинству на уровне администрации штатов, которые стали всемерно содействовать их формированию, и на сегодня в США насчитывается более 160 технопарков (свыше 30 % их общего числа в мире).

В Европе такие образования появились в начале 1970-х годов. Одними из первых были исследовательский парк университета "Хэриот-Уатт" в Эдинбурге; научный парк "Тринити колледж" в Кембридже; "Леувен-ла-Нев" в Бельгии; "София-Антиполис" в Ницце и "Зона научных и технических нововведений и производства" в Гренобле. Они повторили раннюю модель технопарков США, особенность которой — наличие одного учредителя, а основной вид деятельности — сдача земли в аренду собственникам наукоемких фирм. Однако такой подход разочаровал энтузиастов технопарков, поскольку дело шло медленно. Поэтому на их территории все чаще стали строить так называемые инкубаторы технологического бизнеса — здания для размещения начинающих только малых инновационных фирм. Инкубаторы предоставляли перспективным предпринимателям производственные помещения, набор услуг, обеспечивали связью с местным университетом или научным центром, а также с финансовыми кругами. Но далеко не все эти технопарки работали в области высоких технологий, потому большинство из них создавались для решения задач по снижению безработицы в районах, где по тем или иным причинам произошел экономический спад из-за нерентабельности предприятий. Тем не менее положение меняется: сейчас малым предприятиям или отдельным разработчикам, которые находятся на начальных стадиях инновационного процесса, региональные власти оказывают особое внимание. Для их поддержки в США, например, созданы специальные структуры "выращивания", которые получили название "технологическая теплица", "технологический инкубатор" или "бизнес-инкубатор".

Обычно в таких структурах малые предприятия первый год бесплатно занимают требующиеся им площади и получают юридические и финансовые консультации.

Но во всех этих действиях четко просматривается идея: развитие сети технопарков и инкубаторов — не благотворительность, а направленная политика государства и региональных властей на поддержку инновационных процессов, позволяющих занимать лидирующие позиции на мировом рынке технологий.

Современная европейская модель технопарка имеет две следующие особенности. Это наличие, во-первых, здания, предназначенного для размещения в нем десятков малых фирм, что способствует формированию большого числа новых малых и средних инновационных предприятий, пользующихся всеми преимуществами системы коллективных услуг, и, во-вторых, несколько учредителей (этот механизм управления значительно сложнее механизма с одним учредителем, однако намного эффективнее, например, с точки зрения доступа к финансированию). Ее бурное развитие, как и в США, началось в 1980-е годы.

Тогда же произошло довольно быстрое распространение идеи технопарка за пределы экономически развитых стран: их стали создавать в Канаде, Сингапуре, Австралии, Бразилии, Индии, Малайзии, Китае, Японии. Так, последняя, учитывая опыт США, приняла государственную программу развития технополисов. (Самый знаменитый из реализованных по этой программе — "Цукуба", расположенный в 70 милях от Токио.)

Объективности ради следует отметить, что в СССР первый прообраз технопарка тоже был создан практи-

чески одновременно с США, в 1956 г. Это Новосибирский научный городок (Академгородок), до сих пор остающийся образцом научного поселения, который претворял в жизнь некоторые существенные принципы инновационных технологий XXI века. Затем, в 1960-х годах, идея региональной концентрации науки и производства была реализована в виде наукоградов вокруг Москвы (Фрязино, Черноголовка, Обнинск, Дубна, Пущино, Зеленоград), которые демонстрировали определенную эффективность проводимых разработок. Однако они, к сожалению, были ориентированы только на выпуск определенной продукции для "оборонки", что, как сказано выше, не позволило не повлиять на уровень развития "мирных" отраслей.

Перестройка и последовавшие за тем реформы нанесли тяжелый удар по научно-технической сфере России. НИИ РАН и отраслевые институты министерств оказались не готовы к разработке конкурентоспособной продукции не только на зарубежных рынках, но даже и на отечественном. Громоздкость, консерватизм, низкий профессионализм управленческого аппарата существенно усложняли процедуру использования перспективных разработок, что при неуклонном снижении государственного финансирования привело целый ряд организаций к финансовому краху. Тем не менее именно в конце 1980-х — начале 1990-х годов началось серьезное формирование первой волны российских технопарков, причем бóльшая их часть — в вузах. Правда, они не имели развитой инфраструктуры, недвижимости, подготовленных команд менеджеров и часто рассматривались как одно из подразделений вуза. Поэтому в своем большинстве не представляли собой реально действующие структуры, инициирующие, создающие и поддерживающие малые инновационные предприятия. Это, по сути, была пока еще лишь заявка на создание технопарка.

В 1990 г. Госкомитетом СССР по народному образованию формируется и начинает реализовываться программа создания и развития технопарков. Тогда же начинает работу Ассоциация "Технопарк", главными целями которой были изучение и адаптация к российским условиям зарубежного опыта; разработка концепции российских технопарков; пропаганда и разъяснение их сущности как наиболее эффективной формы обеспечения развития малого инновационного предпринимательства; подготовка кадров для технопарков и малых инновационных фирм, в том числе с привлечением ведущих зарубежных специалистов; работа в регионах. В итоге начинается бурный рост числа организованных и зарегистрированных технопарков.

Так, если в 1990 г. появился лишь один, "Томский научно-технологический", то в 1991 г. — уже два, в 1992 г. — 24, в 1993 г. — 43, а в середине 1990-х годов происходит процесс уже их "расслоения". Под влиянием как объективных обстоятельств, так и в немалой степени субъективных факторов некоторые из технопарков (Москва, Томск, Санкт-Петербург, Зеленоград, Уфа) существенно опережают в своем развитии другие. Одновременно численность технопарков, инкубаторов бизнеса и подобных им структур возрастает. Появляются, пока еще в небольшом количестве, технопарки, организуемые не при университетах, а на базе крупных научных центров, в академических городках, наукоградах, в ранее закрытых поселениях (московские технопарки "Технопарк-Центр", "Аэрокон", технопарки в подмосковных наукоградах Пущино, Черноголовка, Троицк, Дубна, Обнинск).

Идеи технопарка становятся понятными и популярными в российских регионах. Создаются первые региональные технопарки, в организации которых значительную роль играют региональные и местные органы управления.

Сейчас по числу технопарков Россия занимает пятое место в мире: в 35 ее регионах их более 60. Но это явно недостаточно: их численность, а главное, материальная и финансовая базы не обеспечивают реализацию даже имеющегося интеллектуального потенциала и спроса на инновационную продукцию. Фактом является и то, что для развития технопарков необходимо существенное внимание государственных и местных органов власти. Ведь технопарк — не та организация, которая приносит немедленную прибыль (кроме социальной). Отдача от вложений получается от фирм, выращенных в технопарке, а срок становления фирм обычно равен 3—4 годам. Поэтому без существенных финансовых инвестиций и другой материальной помощи реализовать технопарковую технологию весьма сложно.

Следует обратить особое внимание на такой момент из зарубежного опыта: именно кризис в экономике всегда был толчком к созданию технопарков (США, Великобритания, Франция, Германия и др.). Они — эффективный механизм возрождения и выхода из кризисных ситуаций, результат их деятельности — экономически благополучные регионы, сотни тысяч новых рабочих мест. В идее технопарков в условиях рыночных отношений мы имеем новые формы и структуры интеграции высшего образования, науки, промышленности, предпринимательства, источников финансирования, региональных и местных органов управления и власти, что позволяет эффективно реализовать технологии, присущие индустриально развитой стране XXI века.

ВНИМАНИЕ!

Напоминаем: направлять статьи и вести переписку с редакцией
быстрее и удобнее с помощью электронной почты.
Наш адрес: avtoprom@mashin.ru

УДК 629.113/.115:339.187.62

Лизинг на российском автомобильном рынке

Ю.В. БОЧКОВ, канд. техн. наук В.Е. БОЧКОВ, Д.Л. ШЕГОЛЕВ

Университет "Лойола Маримоунт" (США),
МГИУ

Ключевой характеристикой деятельности российских лизинговых фирм является информация о видах объектов, передаваемых в лизинг. И автомобиль с данной точки зрения, по мнению практиков, представляет собой идеальный объект для развития лизингового бизнеса: в наиболее развитых сегментах российского рынка лизинга, начиная с 2004 г., он занимает положение ведущего канала сбыта. К примеру, в общем объеме продаж холдинга "Атлант-М", специализирующегося на торговле грузовыми АТС, доля продаж с помощью лизинга неуклонно увеличивается. Так, если в 2002 г. она составляла 5 %, то в 2003 г. — 20, а сейчас — превышает 50 %. Причем характерной тенденцией развития лизингового рынка считается создание крупными производителями дочерних лизинговых фирм. Пример — созданная осенью 2005 г. лизинговая фирма "КамАЗ-Лизинг", в которой 51 % акций принадлежит КамАЗу, 49 — фирме "Центр-Капитал". И вообще, наиболее популярными объектами лизинга, начиная с 2002 г., остаются грузовые и пассажирские АТС: ~90 % из 110 фирм-участников исследования имеют сделки именно по ним. Не случайно участники экспертного исследования оценивают уровень спроса на данные АТС как наиболее высокий — 2,6 и 2,4 балла по трехбалльной шкале соответственно. (Более высокую, 2,8 балла, оценку получил только спрос на оборудование для добычи углеводородного сырья.) То есть в целом можно сделать вывод, что лизинг автотранспорта, включая легковые и грузовые автомобили, а также автобусы, стал наиболее активным и развитым сегментом рынка лизинговых услуг.

Не последними по значимости для развития успеха лизинговой фирмы являются применяемые способы привлечения клиентов. И здесь, по мнению многих руководителей лизинговых фирм, цена — не главный критерий. Более важно другое — требования к сложности структурирования сделки, логистике бизнес-процессов лизингодателя и предоставлению им дополнительных услуг. Причем сама суть требований к лизинговой сделке со стороны клиентов в последние годы существенно изменилась. Например, если раньше это были требования только в отношении предоставления финансирования, то сейчас клиенты лизинговых фирм ожидают качественной организации сделки. Прежде всего в плане довольно глубокого понимания специфики эксплуатации автотранспорта и обслуживания автомобильной техники и технологического оборудования, передаваемых в лизинг. Отсюда и стремление лизинговых фирм увеличить долю повторно обратившихся клиентов. Типичный тому пример — фирма "КамАЗ-Лизинг": она заключает все больше именно повторных сделок. Разработанная и используемая здесь внутрикорпоративная информационная система позволяет присваивать и отслеживать рейтинг платежеспособности каждого лизингополучателя, благодаря чему фирма улучшает качество лизингового портфеля, расширяет объемы своего бизнеса с фирмами, продемонстрировавшими лучшую платежную дисциплину. Кроме того, важнейшим каналом привлечения клиентов фирма считает поставщика оборудования, хотя формально, по графику, доля поставщиков уступает другим каналам привлечения клиентов. На практике же большинство клиентов, которые сейчас относятся к разряду "повторно обратившиеся", первоначально пришли именно по рекомендации поставщика оборудования.

Основные стимулы развития рынка лизинговых услуг в сфере автомобильного транспорта и, одновременно, основные препятствия этому развитию парадоксальным образом сконцентрировались в одной области — в области законодательства и нормативного регулирования. Не секрет, что именно эффективное законодательство по лизингу в течение последних лет остается основным стимулом развития данного рынка. Прежде всего это нормы гражданского, налогового и таможенного кодексов, а также закон "О финансовой аренде (лизинге)". Помимо ясного правового поля, развитие лизинга обусловлено и налоговыми льготами (правом ускоренной амортизации объекта лизинга, позволяющим экономить на налогах на прибыль и на имущество) и рассрочкой платежей таможенных пошлин.

Однако эффективность законодательства часто заметно снижается огрехами российской правоприменительной практики. На уровне законодательства и политики правительства лизинг давно уже признан самостоятельной отраслью, имеющей особое значение для экономики всей страны. Но на уровне отдельных ведомств и регионов часто сохраняется стремление уравнять лизинг с любыми другими видами хозяйственной деятельности, не принимая во внимание его инвестиционный характер.

Предстоящий приход зарубежных гигантов лизингового бизнеса на отечественный рынок в связи со вступлением России в ВТО — не только "встряска" лидеров лизингового рынка, но и начало принципиально нового этапа развития российского рынка лизинга. Дело в том, что до сих пор лизинговые фирмы действовали, как уже упоминалось, преимущественно "под банками". Используя ресурсы банков, они обслуживали отдельные сегменты рынка, по ряду причин труднодоступные для самих банков. Но предоставляя кредит, банки часто оценивают лизинговую фирму не как заемщика, а как конечного лизингополучателя. Это ставит лизинговые фирмы в положение агентов при банках, не способных вести самостоятельную активную политику на рынке лизинговых услуг. Зарубежный лизинговый бизнес на это не пойдет. Впрочем, и ведущие российские лизинговые фирмы уже достигли таких объемов бизнеса, которые позволяют им выйти из подчиненного банкам положения и конкурировать с ними на равных. Причем, очевидно, не только ведущие лизинговые фирмы, которые по пяти показателям (объемы текущих сделок, полученных лизинговых платежей, лизинговых платежей к получению и профинансированных средств, уровень достаточности собственного капитала) занимают, согласно оценке агентства "Эксперт РА", первые 15 мест ("РТК-Лизинг", "Русско-германская лизинговая компания", "Росагролизинг", "Авангард-Лизинг", "Объединенная лизинговая компания "Центр-Капитал","УРАЛ-СИБ", "Альфа-Лизинг", "Глобус-Лизинг", "ММБ-Лизинг", "Европлан", "Ассоциация Лизинговых Компаний "Промсвязьлизинг",

"Райффайзен-Лизинг", "КамАЗ-Лизинг", "Интерлизинг", "Балтийский лизинг"), но и многие другие.

Важнейшее значение для обеспечения устойчивости и конкурентоспособности лизинговой фирмы на современном рынке имеет также размер собственного капитала, поскольку он — ориентир для инвесторов. По данному показателю многие фирмы, прежде всего перечисленные выше, уже не уступают банкам. И другие важные показатели (такие, как объем портфеля, региональная сеть, диверсификация источников финансирования) у ряда ведущих лизингодателей также уже не хуже, чем у банков.

Приход зарубежных лизинговых фирм, безусловно, укрепляет эту тенденцию. С одной стороны, потому что фирмы сами — крупные игроки, способные на равных условиях конкурировать с банками. С другой — потому что их приход стимулирует дальнейшее укрепление российских лизинговых фирм.

В целом можно сказать, что высокая надежность лизинговых сделок, независимость фирм от банков, значительная конкуренция, экономия на масштабе у крупных лизингодателей скоро приведут к тому, что условия лизинга в среднем будут значительно выгоднее условий предоставления кредитов.

В качестве примера, подтверждающего это, можно привести европейскую лизинговую фирму "Каркаде", которая начала работать в России в 1996 г.

Она имеет 100%-й иностранный капитал (159,287 млн руб.). Территориальное положение ее отделений подобрано так, чтобы наиболее полно охватить потенциальных клиентов. Фирма организовала пять отделений в Москве, два офиса в Санкт-Петербурге, отделения в Калининграде, Нижнем Новгороде, Самаре, Воронеже, Екатеринбурге, Перми, Ростове-на-Дону, Краснодаре, Волгограде, Саратове, Тюмени, Челябинске, Тольятти, Казани и Уфе, а в 2006 г. открыла восемь новых отделений — в Набережных Челнах, Красноярске, Новосибирске, Омске, Иркутске, Ставрополе, Ижевске, Оренбурге. Доля лизинга АТС в ее портфеле составляет 92 % общего числа заключенных договоров. А таких договоров много: в 2004 г. их было 2908, в 2005 г. — 3598. Кроме того, начиная с 2004 г., фирма работает с импортерами и производителями автомобилей по созданию совместных предложений для потенциальных клиентов. Результатом стал вывод на рынок совместных лизинговых продуктов таких программ, как "Лизинг 0 %" (сумма всех лизинговых платежей равняется стоимости автомобиля в салоне) и "Лизинг с низким процентом". На данный момент по этим программам работают 19 автомобилестроительных фирм — БМВ, "Ауди", "Фольксваген", "Рено", "СААБ", "Опель", "Кадиллак", "Шевроле", "Вольво", ""Лэндровер", "Шевроле Нива", "Хаммер", "Ягуар", "Мини", "Форд", "Ниссан", "Хёндай", КИА, "Шкода".

Таким образом, можно сделать вывод, что лизинговый бизнес в России набирает силу. Более того, он уже довольно прочно утвердился в области автомобилестроения и автотранспорта.

УДК 620.113/.115

Автомобильная промышленность России в 2007 году

В.И. ПАШКОВ

ОАО "АСМ-холдинг"

Для мирового автомобилестроения 2007 год стал годом дальнейшего роста производства: уже за первые девять месяцев общий его объем, по сравнению с соответствующим периодом 2006 г., по данным Международной организации производителей автомобилей (OICA), увеличился на 4,7 %, а в целом за год автомобилей в мире изготовлено более 71 млн. В секторе автобусов прирост составил 6,8 %, легковых — 5,3, тяжелых грузовых — 4,1, легких коммерческих автомобилей — 2,7 %. Наиболее активны в развитии автомобилестроения новые члены Европейского Сообщества (+26,3 %), страны СНГ (+15,1 %), Южная Америка (+12,5 %), Азия—Океания (+8,1 %). Среди стран — крупных производителей автотехники с большим отрывом лидирует Китай (+23,5 %), а следующие три позиции занимают Италия (+7 %), Испания (+7,2 %) и Германия (+6,6 %).

Темпы развития российской автомобильной промышленности вдвое превышали среднемировые и находились на уровне стран — мировых лидеров по увеличению выпуска автомобильной техники. Так, всего автомобилей (грузовых, легковых и автобусов) в 2007 г. в России изготовлено 1 658 992 ед., что на 10,3 % больше, чем в 2006 г. Существенный рост производства отмечен во всех секторах российского автомобилестроения, однако и наметившаяся ранее тенденция сокращения доли отечественных автомобилей в общей структуре их выпуска также усилилась.

Производство **грузовых автомобилей** в России непрерывно растет с 2002 г., а в последние два года темпы его развития находятся на уровне 15—20 %. Общее оживление экономики страны, увеличение грузооборота и рост покупательной способности юридических и физических лиц способствовали росту выпуска грузовых автомобилей в 2007 г. до 288,5 тыс. шт., т. е. на 16,0 % по сравнению с 2006 г. Положительный индекс производства имели практически все российские изготовители грузовой автотехники. В частности, рост выпуска грузовых автомобилей в АМО "ЗИЛ" составил 46,5 %, а наиболее востребованными оказались среднетоннажные автомобили ЗИЛ-43336 (+38,3 %), ЗИЛ-4329 (+265,7 %). По-прежнему пользуются хорошим спросом мало- и среднетоннажные грузовые автомобили ГАЗ: прирост их производства в 2007 г. составил 11,1 %, а общее число перевалило за 160 тыс. Выпуск легких грузовых УАЗов вырос на 21,9 %, а собираемых также в ОАО "УАЗ" шасси "Исудзу" — в 5,4 раза.

Особое развитие в последние годы получило производство на основных заводах, изготовляющих большегрузные автомобили. Так, ОАО "Автомобильный завод "Урал" в 2007 г. увеличило их производство на 56,7 %, ОАО "КамАЗ" — на 23,3 %, ОАО "Брянский автомобильный завод" — в 3,7 раза.

Подробнее необходимо сказать о показателях работы ОАО "КамАЗ". Во время недавнего падения финансового рынка его акции на фондовой бирже ММВБ не подешевели, а напротив, подорожали на 6,8 %. Оче-

видно, таким образом биржа отреагировала на сообщения о результатах работы предприятия за 2007 г.: объем продаж вырос на 22,75 % (до 85,2 млрд руб.), а в 2008 г. он должен увеличиться до 127,8 млрд. Автомобилей запланировано выпустить 65 тыс. шт., что на 29,3 % больше, чем в 2007 г.

Высокие темпы прироста производства зафиксированы на предприятиях, организовавших выпуск в России грузовых автомобилей зарубежных моделей. В 2007 г. их изготовлено около 16 тыс., что на 76,1 % больше, чем в 2006 г., а их доля в общем объеме выпуска грузовых автомобилей составила 5,5 % (в 2006 г. — 3,6 %). В частности, ОАО "УАЗ" увеличило сборку уже упоминавшихся шасси "Исудзу" в 5,4 раза, ЗАО "Автомобили и моторы Урала" — автомобилей индийской фирмы "Тата" в 2,4 раза, группа компаний "Автотор" — нескольких китайских моделей в 2,7 раза, ЗАО "ВТС Зеленоград" — автомобилей "Вольво" на 23,9 %, ООО "Ивеко-УралАЗ" — большегрузных в 1,8 раза, ООО "ТагАЗ" — корейских "Портеров" ("Хёндэ") в 1,4 раза. Начало работу в 2007 г. ООО "Ростовский завод грузовых автомобилей" (ТагЗГА), расположенный в Таганроге. Здесь освоили сборку седельных тягачей "Хёндэ" модели HD450.

В 2007 г. были продекларированы намерения реализовать еще несколько проектов по сборке в России грузовых автомобилей зарубежных моделей. Таким образом, создаются предпосылки для дальнейшего замещения отечественных автомобилей зарубежными, что, в конечном счете, увеличит зависимость грузовой подотрасли российского автомобилестроения от зарубежных фирм и государств.

В производстве **автобусов** в 2003—2006 гг. в России наблюдался плавный рост (3—4 % в год), а в 2007 г. произошел существенный подъем: на 8 % по сравнению с 2006 г., что превышает среднемировой показатель (+6,8 %), а в абсолютном выражении — свыше 88 тыс. шт.

В классе особо малых автобусов в 2007 г. начал работать упоминавшийся выше новый завод в Ростовской области (ТагЗГА), на котором было собрано чуть менее 3 тыс. микроавтобусов "Хёндэ Кантри". В то же время приблизительно на такую же величину снизился выпуск автобусов семейств "Соболь" и "ГАЗель" на ГАЗе (−7,3 %). А в ОАО "УАЗ" микроавтобусов, напротив, изготовили на 18,5 % больше.

В классе малых автобусов сократилось на 26,6 % производство модели ЗИЛ-3250 в АМО "ЗИЛ" и несколько увеличилось (+3,5 %) автобуса КАвЗ-3976 в ООО "КАвЗ". Выпуск больших и особо больших автобусов почти в 9 раз возрос в ООО "Ликинский автобус" и в ОАО "ГолАЗ", в 2,5 раза — в ЗАО "Тушино-Авто", в 1,8 раза — в ЗАО "Мичуринский автобус".

Однако при общем подъеме производства автобусов в России на 8 %, выпуск отечественных моделей вырос лишь на 4,2 %, в то время как иностранных собрано в 7,32 раза больше, чем в 2006 г., а их доля в общем выпуске составила 4,1 % (в 2006-м — 0,6 %). То есть, как и предполагали эксперты, продолжился процесс активного замещения отечественных моделей автобусов на зарубежные, собираемые на территории России.

Лишь одно из действующих сборочных предприятий снизило свои показатели: ООО "Скания-Питер" почти вдвое уменьшило выпуск автобусов большого класса в связи с проводимой реконструкцией. Остальные же производители зарубежных автобусов на российской территории очень существенно увеличили объемы производства. Так, ООО "ЕвоБус Руссланд" изготовило микроавтобусов "Спринтер" больше в 1,88 раза, ОАО "ГолАЗ" — микроавтобусов "Форд" почти в 1,3 раза.

Как видим, атака на российский автобусный рынок начинается в классе микроавтобусов, и эта тенденция должна заставить отечественных производителей автобусов этого класса принимать действенные меры по повышению конкурентоспособности их продукции. Обстоятельства обострения конкуренции должны учитываться и федеральными органами исполнительной власти при выработке промышленной политики, так как рынок микроавтобусов составляет сегодня 90 % рынка всех автобусов, выпускаемых в России.

Легковых автомобилей в 2007 г. с конвейеров российских автозаводов сошло более 1287 тыс., что на 9,4 % больше, чем в 2006 г. Второй год подряд рост их выпуска приближается к 10 %, и впервые среднемесячное производство легковых автомобилей в стране превысило 100 тыс. Рекордное их число изготовлено в октябре — около 125 тыс., а с июля до конца года выпуск не опускался ниже 100 тыс. в месяц.

Рост этот достигнут за счет увеличения объемов сборки легковых автомобилей иностранных моделей при продолжавшемся сокращении выпуска отечественных моделей. В частности, на ГАЗе автомобилей семейства "Волга" произвели меньше на 24,6 % — ниже 40 тыс. в год. ОАО "АвтоВАЗ" изготовил 735 897 машин, что на 3,9 % меньше, чем в 2006 г. Причем снижение выпуска произошло как по автомобилям классической компоновки, так и по другим семействам, особенно по семейству ВАЗ-2110 (−41,3 %), автомобили которого уступают место вновь освоенной модели ВАЗ-2170 (в 2007 г. выпущено около 73 тыс.). В целом же ОАО "АвтоВАЗ" быстро теряет свою долю в общем производстве легковых автомобилей в России: в 2005 г. она составляла 67,1 %, в 2006-м — 65, а в 2007 г. снизилась уже до 57,5 %.

Более чем на 30 % сократился выпуск специальных легковых автомобилей в ОАО "ПСА "Бронто". На 56,8 % стал меньше выпуск "социальных" автомобилей семейства "Ока" в ОАО "СеАЗ"; сейчас здесь их изготовляют менее 5 тыс. в год. ОАО "ИжАвто" продолжило в 2007 г. производство ВАЗ-2104, однако их было выпущено на 23,2 % меньше. Статистику несколько скрашивает ОАО "УАЗ", которое продолжает увеличивать выпуск собственных легковых моделей (в 2007 г. рост составил 11,7 %). Примечательно, что в общем выпуске внедорожников на автомобили УАЗ-315195 и УАЗ-3163 приходится уже более 90 %.

В целом же производство отечественных моделей легковых автомобилей в 2007 г. снизилось на 62 576 шт. и составило 834 859 (−7 %).

Легковых автомобилей иностранных моделей на территории России собрано в 2007 г. 452 571 шт., что на 173 685 ед., или на 62,3 %, больше, чем в 2006 г. Доля таких автомобилей в общем выпуске легковых автомобилей в России составила 35,1 % (в 2006 г. — 23,7 %, в 2005-м — 14,8 %).

Группа Компаний "Автотор" первой превысила стотысячный рубеж и увеличила выпуск в 2,7 раза по сравнению с 2006 г. В настоящее время здесь собирается 25 моделей легковых автомобилей семи известных марок. В планах 2008 г. — собрать около 200 тыс. Напомним, что в 2007 г. "Автотору" пришлось активно отстаивать свои интересы и права по производству ав-

томобилей иностранных моделей на основе российского законодательства об особых экономических зонах и об иностранных инвестициях.

Почти одновременно вышли на уровень 70 тыс. в 2007 г. ООО "ТагАЗ", ОАО "Автофрамос", ЗАО "Форд Мотор Компани". При этом рост выпуска на ТагАЗе составил, по сравнению с 2006 г., 46,8 %, в "Автофрамосе" —35,3, на "Форде" — 10,7 %. В 2 раза, до 50 тыс. автомобилей, увеличило производство ОАО "ИжАвто"; в 4,7 раза — ОАО "Завод микролитражных автомобилей" (Набережные Челны). В ЗАО "ДжиЭм-АвтоВАЗ" выпуск автомобилей превысил в 2007 г. 55 тыс., увеличившись на 14,9 %. В ООО "Дженерал Моторз Авто" в Ленинградской области собрано 5 679 легковых автомобилей, что в 20 раз больше, чем в 2006 г. В 2007 г. начало сборку китайских внедорожников ЗАО "Автомобили и моторы Урала" (изготовлено 4225 шт.).

Очевидно, что 2007 г. для всего российского автомобилестроения прошел "под знаком" постановлений Правительства РФ от 29 марта 2005 г. № 166 и от 16 сентября 2006 г. № 566, определивших принципы организации "промышленной сборки" автомобилей и их компонентов. Результат налицо: 12 иностранных производителей в соответствии с заключенными соглашениями намерены к 2012 г. выпускать около одного миллиона автомобилей в год и вложить в строительство своих заводов почти 3,0 млрд долл. В настоящий момент лишь частичная реализация этих проектов уже вызвала высокие темпы замещения отечественных моделей автомобильной техники на зарубежные: в грузовом автомобилестроении доля импортной техники в ее общем производстве в 2006 г. составила 3,6 %, а в 2007 г. — 5,5 %; в легковом автомобилестроении в 2005 г. — 14,8 %, в 2006-м — 23,7, в 2007-м — 35,1 %; в автобусостроении в 2006 г. — 0,6 %, а в 2007-м — 4,1 %.

Привела она и к ожидаемой трансформации всего российского рынка легковых автомобилей. При общем его росте до 2746 тыс. ед. (на 30,6 % по сравнению с 2006 г.) доля традиционно российских моделей снизилась только за один 2007 г. с 37,3 до 26,1 %, а доля зарубежных моделей российской сборки увеличилась с 12,8 до 16 %. При этом подержанные автомобили зарубежного производства сохранили свои позиции (14 %), а импорт новых даже резко увеличился: их доля на нашем рынке возросла с 35 % (736 тыс.) в 2006 г. до 43,9 % (1206,4 тыс.) в 2007 г. Напомним, "промышленная сборка" изначально была призвана заменить собой именно ввоз подержанных и новых автомобилей зарубежного производства, чего, как видим, не произошло.

Постепенно набирает силу аналогичный процесс и в отношении грузовой и автобусной техники, что уже напрямую затрагивает военную и экономическую безопасность страны. Причем, несмотря на декларации, степень локализации на предприятиях по промышленной сборке остается крайне низкой, компонентных производств в России созданы единицы, притока новых технологий, о которых так много говорилось, промышленная сборка не вызвала. Зависимость же от зарубежных поставщиков постоянно усиливается. Хотелось бы, чтобы эти обстоятельства учитывались нашими федеральными органами власти при формировании промышленной политики в российском автомобилестроении.

АСМ-факты

ПРОИЗВОДСТВО АВТОМОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ
предприятиями России, Белоруссии, Узбекистана, Украины и Азербайджана (по данным ОАО "АСМ-холдинг")

Предприятие-изготовитель	Декабрь 2007 г.	Декабрь 2006 г.	Прирост (%)	Январь—декабрь 2007 г.	Январь—декабрь 2006 г.	Прирост (%)
АВТОМОБИЛИ ГРУЗОВЫЕ						
ЗИЛ	1249	446	+180,0	9324	6365	+46,5
ГАЗ	14 096	12 417	+13,5	159 604	144 236	+10,7
КАМАЗ	4601	4121	+11,6	52 847	42 851	+23,3
АЗ "Урал"	1092	855	+27,7	14 764	9420	+56,7
УАЗ, в том числе:	2908	2309	+25,9	24 643	20 216	+21,9
УАЗ	2419	2166	+11,7	22 039	19 737	+11,7
шасси "Исудзу"	489	143	+242,0	2604	479	+443,6
"Автомобили и моторы Урала" (АМУР)	712	111	+541,4	1910	917	+108,3
"ИжАвто"	242	612	−60,5	7399	12 267	−39,7
БАЗ	50	10	+400,0	344	92	+273,9
ПО "Русич", "Русич-КЗКТ"	3	2	+50,0	18	35	—
НефАЗ						
*САЗ	167	93	+79,6	2180	1560	+39,7
"Автотор"	14	35	−60,0	1405	512	+174,4
*"Бецема"	56	73	−23,3	826	627	+31,7
ВТС *("Вольво")*	54	16	+237,5	506	397	+27,5
"ИВЕКО-УралАЗ"	83	36	+130,6	370	190	+94,7
"Вазинтерсервис" (ВИС)	210	339	−38,1	2795	3379	−17,3
ТагАЗ	600	750	−20,0	10 197	7162	+42,4
Ростовский завод грузовых автомобилей (ТагЗГА)	102	—	—	192	—	—
"Яровит"	—	6	—	19	22	-13,6
*"Чайка-НН"	327	—	—	751	—	—
*"Филиал машзавод"	25	—	—	267	60	+345,0
*"Семар-Сервис"	67	—	—	290	—	—
*Смоленский автоагрегатный завод	40	—	—	434	—	—
*"Метровагонмаш"	25	73	−65,8	929	879	+5,7
*Завод коммунальных дорожных машин (Ульяновск)	—	—	—	8	10	−20,0

Предприятие-изготовитель	Декабрь 2007 г.	Декабрь 2006 г.	Прирост (%)	Январь—декабрь 2007 г.	Январь—декабрь 2006 г.	Прирост (%)
МАЗ	1558	1607	−3,0	22 985	20 950	+9,7
МЗКТ	41	34	+20,6	449	329	+36,5
БелАЗ	148	141	+5,0	1840	1662	+10,7
МоАЗ	15	7	+114,3	94	74	+27,0
СП "Юнисон" *("Люблин")*	1	—	—	26	—	—
КрАЗ	436	704	−38,1	4175	3486	+19,8
ЗАЗ	334	120	+178,3	2157	1261	+71,1
Гянджинский АЗ *(МАЗ)*	—	—	—	9	—	—
АВТОМОБИЛИ ЛЕГКОВЫЕ						
ГАЗ	2140	3912	+45,3	39 005	51 697	−24,6
ЗМА	2108	1786	+18,0	21 678	9653	+124,6
ВАЗ, в том числе:	62 493	62 253	+0,4	735 897	765 627	−3,9
ВАЗ-2105, -2107	19 178	17 464	+9,8	212 060	214 017	−0,9
ВАЗ-21703	9142	—	—	72 917	—	—
ПСА "Бронто"	12	14	−14,3	96	142	−32,4
УАЗ, в том числе:	2810	1607	+74,9	31 869	28 528	+11,7
УАЗ-3163	800	918	−12,9	12 055	9372	+28,6
"Автомобили и моторы Урала" (АМУР)	543	—	—	4225	—	—
СеАЗ	1186	800	+48,3	4902	11 338	−56,8
"ИжАвто"	4887	4307	+13,5	71 255	52 757	+35,1
"Автотор"	12 775	6118	+108,8	106 368	39 853	+166,9
"ДжиЭм-АвтоВАЗ"	5050	3639	+38,8	55 079	47 942	+14,9
ТагАЗ	6640	5168	+28,5	71 050	48 397	+46,8
АК "ДерВейс"	410	84	+388,1	1506	759	+98,4
"Автофрамос"	6033	4697	+28,4	69 241	51 179	+35,3
"Самотлор-НН"	394	—	—	476	—	—
"Форд"	4204	6949	−39,5	69 088	62 409	+10,7
"Дженерал Моторз Авто"	650	119	+446,2	5679	273	+1080,2
"Уральская АК" (Златоустовский МЗ)	—	14	—	40	60	−33,3
"Фольксваген Рус"	891	—	—	1198	—	—
СП "Юнисон" *("Саманд")*	—	—	—	232	36	+544,4
"УзДЭУавто"	12 390	14 070	−11,9	171 809	140 080	+22,7
ЗАЗ, в том числе:	27 204	19 231	+41,5	276 813	191 005	+44,9
ЗАЗ	1659	3116	−46,8	20 974	30 697	−31,7
ВАЗ	2968	3268	−9,2	32 660	28 563	+14,3
АЗ "Богдан" (Луцк), в том числе:	5240	2966	+76,7	53 919	40 294	+33,8
ВАЗ	1839	1628	+13,0	19 581	30 685	−36,2
Гянджинский АЗ *(УАЗ)*	15	—	—	74	—	—
АВТОБУСЫ						
ЗИЛ	1	1	0,0	26	41	−36,6
ГАЗ	4139	1804	+129,4	38 625	41 512	−7,0
АЗ "Урал"	81	72	+12,5	990	532	+86,1
УАЗ	1938	2142	−9,5	18 255	15 403	+18,5
ПАЗ	1630	1037	+57,2	15 031	14 215	+5,7
ЛиАЗ	301	250	+20,4	2894	2995	−3,4
ГолАЗ	42	50	−16,0	492	421	+16,9
КАвЗ, в том числе:	342	370	−7,6	4083	3425	+19,2
КАвЗ-3976	198	315	−37,1	2759	2665	+3,5
ВАП "Волжанин"	30	4	—	297	320	−7,2
НефАЗ, в том числе:	141	132	+6,8	1307	1415	−7,6
**вахтовые автобусы*	7	19	−63,2	76	105	−27,6
ВЗТМ	—	—	—	—	—	—
"Тушино-Авто"	126	85	+48,2	465	182	+155,5
"Мичуринский автобус"	43	3	+1333,3	162	88	+84,1
"Скания-Питер"	6	8	−25,0	132	236	−44,1
*"Самотлор-НН"	237	—	—	2034	—	—
*НПП "Семар"	28	70	−60,0	399	547	−27,1
*"Вика ЛТД"	—	2	—	2	56	−96,4
"Родниковский машзавод"	2	—	—	18	5	+260,0
СП РУП	—	—	—	—	4	—
"ЕвоБус Руссланд"	30	28	+7,1	241	128	+88,3
Ростовский завод грузовых автомобилей (ТагЗГА)	516	10	+5060,0	3371	10	+33 610,0
МАЗ	151	157	−39,8	1692	1724	−1,9
ОЗ "Неман"	42	21	+100,0	164	157	+4,5
"Черкасский автобусный завод"	316	316	0,0	3251	2688	+20,9
ТРОЛЛЕЙБУСЫ						
ЛиАЗ	—	—	—	1	—	—
"Тролза"	74	39	+89,7	351	337	+04,2
"Транс-Альфа"	12	7	+71,4	122	76	+60,5
ВЗТМ	3	—	—	10	28	−64,3
"Тушино-Авто"	25	18	+38,9	104	43	+141,9
Башкирский ТЗ	7	2	+250,0	56	44	+27,3
МАЗ	—		—	106	1	+10 500,0
"Белкоммунмаш"	**	**	**	**	**	**
АВТОСБОРОЧНЫЕ КОМПЛЕКТЫ						
ЛиАЗ	—	6	—	64	119	−46,2
КАвЗ	—	—	—	38	—	—
АвтоКрАЗ	—	—	—	31	—	—

Примечания: * — грузовые автомобили на шасси отечественных предприятий; ** — нет данных.

УДК 621.43

О КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ДВИГАТЕЛЕЙ УЛЬЯНОВСКОГО МОТОРНОГО ЗАВОДА

Канд. экон. наук А.П. ШМЕЛЕВ, М.Г. ГУСЕВ

УМЗ, ЗАО "ДжиЭМ-АвтоВАЗ"

Нынешний российский парк грузовых автомобилей состоит в основном из автомобилей грузоподъемностью 4—13 т (ГАЗ, ЗИЛ, КамАЗ, МАЗ, КрАЗ, "Урал"). Доля же малотоннажных АТС в нем не превышает 25—30 %. Хотя в условиях рыночной экономики такие автомобили пользуются огромным спросом. В ФРГ, к примеру, их доля в грузовом парке составляет 58 %, в Италии — 68, в Великобритании — 72, в США — 81, во Франции — 86 %. Причина хорошо известна: грузы в городах — в основном мелкопартийные, массой 0,7—1,5 т.

Так что перспективы у ГАЗа и УАЗа, которые заняты выпуском малотоннажных АТС, достаточно большие. Следовательно, и у ЗМЗ и у УМЗ, которые обеспечивают эти автомобили двигателями (см. таблицу).

Из таблицы видно, что оба автозавода устанавливают на свои автомобили двигатели ЗМЗ и УМЗ, в основном очень близкие по техническим характеристикам. В то же время некоторые двигатели УМЗ, по сравнению с двигателями-аналогами ЗМЗ, по мнению специалистов, имеют ряд существенных конструктивных отличий, которые обеспечивают им более высокие потребительские качества.

Так, если взять блоки цилиндров двигателя УМЗ-4178 и его аналога ЗМЗ-4021, а также УМЗ-4175 и его аналога ЗМЗ-4026, то у двигателей УМЗ он отлит в ко-

Двигатель				Автомобиль	Примечание
изготовитель	модель	тип	марка бензина		
УМЗ	УМЗ-4178	Карбюраторный	А-76	УАЗ-31514 (315112), УАЗ-3962, УАЗ-2206 и их модификации	—
	УМЗ-4218	То же	То же		
	УМЗ-4179	—"—	—"—	УАЗ-3151 армейского назначения	Экранирован
	УМЗ-4218	—"—	—"—	То же	То же
	УМЗ-420	Впрысковой	А-92	УАЗ-31516	—
	УМЗ-4213	То же	То же	УАЗ-3160, УАЗ-3162 и их модификации	Соответствует нормам "Евро-2"
	УМЗ-249	—"—	—"—	То же	То же
	УМЗ-4216	—"—	—"—	Семейство ГАЗ-2705 "Газель"	—"—
	УМЗ-4215-10	Карбюраторный	А-76	ГАЗ-33021, ГАЗ-3221 и их модификации	—
	УМЗ-4215-30	То же	А-92	То же	—
	УМЗ-4175	—"—	То же	ГАЗ-33021	—
ЗМЗ	ЗМЗ-4021	—"—	А-76	УАЗ-41514 (315112), УАЗ-3962, УАЗ-3303, УАЗ-2206 и их модификации	—
	УАЗ-4104	Карбюраторный	То же	УАЗ-31514 (315112), УАЗ-3962, УАЗ-3303, УАЗ-2206 и их модификации	—
	ЗМЗ-409	Впрысковой	А-92	Легковые автомобили УАЗ	Соответствует нормам "Евро-2"
	ЗМЗ-4052	Карбюраторный	То же	То же	—
	ЗМЗ-4025	То же	А-76	ГАЗ-33021, ГАЗ-2705, ГАЗ-3302 и другие модификации	—
	ЗМЗ-4061	—"—	То же		
	ЗМЗ-4063	—"—	А-92	То же	—
	ЗМЗ-40522	—"—	То же	То же	—

киль, а у вторых — получен литьем под давлением. В итоге блок УМЗ получается гораздо жестче, значит, долговечнее. Кроме того, у него обеспечена жесткая посадка гильзы в верхнем поясе, тогда как у двигателей ЗМЗ она осуществляется только за счет прижима цилиндра плоскостью головки цилиндров. Поэтому и ресурс ЦПГ двигателей УМЗ получается в 1,5—2 раза выше.

Шейки коленчатых валов двигателей УМЗ подвергаются закалке токами высокой частоты, а шейки двигателей ЗМЗ такой обработке не подвергаются. Поэтому их ресурс оказывается в 1,5 раза меньше.

Задний конец коленчатого вала двигателей УМЗ уплотняется резиновой манжетой, а у двигателей ЗМЗ — по старинке, асбестовым шнуром, что вызывает в эксплуатации всем известные проблемы: у первых это уплотнение выдерживает не менее 100 тыс. км пробега, а у вторых — 30—40 тыс. км.

Отличаются между собой и двигатели-аналоги УМЗ-4218 и ЗМЗ-4104. Например, блок цилиндров первого выполнен из алюминиевого сплава с залитыми чугунными гильзами и верхней плитой толщиной 14 мм, а у второго хотя он и выполнен из алюминиевого сплава, но имеет вставные чугунные гильзы "мокрого" типа, что при диаметре цилиндра 100 мм и межцилиндровом расстоянии 116 мм привело к значительному его ослаблению и, как следствие, уменьшению ресурса в 2—3 раза. Причем причина его преждевременного ослабления одна — повышенная овализация гильз, ухудшающая работу поршней и поршневых колец, что вызывает преждевременное увеличение расхода масла, по сравнению с допустимым, уже через 30—50 тыс. км пробега.

В то же время нельзя не отметить, что двигатели ЗМЗ нового семейства (ЗМЗ-4061, ЗМЗ-4063) рабочим объемом 2,28 л, имеющие чугунный блок цилиндров и четыре клапана на цилиндр, по своим характеристикам хотя и сопоставимы с двигателем УМЗ-4175 (рабочий объем 2,445 л), однако по потребительским качествам (заявленному ресурсу, топливной экономичности, трудоемкости технического обслуживания) превосходят последний.

Таковы факты. Но если проанализировать более общую картину, то можно сделать следующие выводы.

1. По номинальной мощности двигатели УМЗ и ЗМЗ практически не отличаются. Но развивают они ее при разных частотах вращения коленчатого вала — 4000 и 4500 мин$^{-1}$ соответственно. Это означает, что при одинаковых скоростях движения автомобиля двигатель УМЗ работает на более низких частотах вращения, чем двигатель ЗМЗ. Следовательно, имеет больший ресурс, так как в значительной степени определяется именно числом ходов поршня на 1 км пути.

2. У двигателей УМЗ-4215-10 и УМЗ-4215-30 максимальный крутящий момент на 12 % больше, чем у их аналогов ЗМЗ-4061 и ЗМЗ-4663. Причем наблюдается он при значительно меньшей частоте вращения коленчатого вала, что очень выгодно на внутригородских и коротких межгородских маршрутах, а также в условиях интенсивного движения на загородных дорогах. Оснащенные ими автомобили более динамичны и комфортабельны в управлении; водителю не нужно часто переключать передачи. Кроме того, такие автомобили экономичны, поскольку дают возможность двигаться в транспортном потоке при более низких частотах вращения коленчатого вала на повышающих передачах. Причем все перечисленные преимущества имеют место при карбюраторном и впрысковом вариантах топливоподачи.

С 2004 г. ЗМЗ предлагает ГАЗу и УАЗу двигатель ЗМЗ-4052 рабочим объемом 2,46 л (диаметр цилиндра 95,5, ход поршня 86 мм). Разрабатывая эту модель, ЗМЗ пытался решить проблемы недостаточного рабочего объема двигателя ЗМЗ-406 и большего хода поршня двигателя ЗМЗ-409. При использовании на автомобилях УАЗ номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя ЗМЗ-4052, вероятно, будет ограничена величиной 4400 мин$^{-1}$. В связи с чем заявленная номинальная его мощность снизится (ориентировочно) до 97,2—99,4 кВт (132—135 л. с.).

На новых автомобилях ("Хютнер", УАЗ-3160, УАЗ-3162 и их модификациях) УАЗ с 2004 г. устанавливает двигатель ЗМЗ-409 с увеличенным крутящим моментом, который создан по заданию УАЗа на основе базового 16-клапанного двигателя ЗМЗ-406. Диаметр цилиндра этой модификации увеличен на 9,5 мм, а ход поршня доведен до 94 мм, за счет чего удалось получить рабочий объем двигателя, равный 2,68 л. Кроме того, необходимость увеличения крутящего момента на низких частотах вращения коленчатого вала (также по требованию УАЗа) заставила применить распределительные валы с "узкими" фазами и ограничить частоту вращения на номинальной мощности (из-за повышенных вибраций и шума) до 4400 мин$^{-1}$. В результате выходные характеристики двигателя ЗМЗ-409 получились следующие: номинальная мощность — 31,5 кВт (42,8 л. с.) при 4400 мин$^{-1}$, максимальный крутящий момент — 230,5 Н · м (23,5 кг · м) при 3900 мин$^{-1}$, масса — 190 кг.

Таким образом, преимущество 16-клапанной головки при "узких" фазах и низкой частоте вращения коленчатого вала фактически оказалось утраченным, поскольку четыре клапана на цилиндр способствуют повышению мощности и крутящего момента только на высоких частотах вращения.

Двигатели УАЗ-4213 и УАЗ-4216 имеют явные преимущества по величине максимального крутящего момента: он у них достигается при 2200 мин$^{-1}$, а у двигателей ЗМЗ-4062 и ЗМЗ-4052 — при n = 4200 мин$^{-1}$. Кроме того, они легче на 15 кг. При частоте 4000 мин$^{-1}$ мощность всех этих двигателей либо одинакова, либо у двигателей ЗМЗ незначительно выше (у ЗМЗ-4062 она составляет 84,6 кВт, или 115 л. с., у ЗМЗ-4052 — 88,3 кВт, или 120 л. с.). Правда, из-за более высокой (9,3) степени сжатия топливная экономичность ЗМЗ-4062 и ЗМЗ-4052 на 5 % лучше, чем у двигателей УМЗ. Однако на автомобилях с двигателями ЗМЗ при одних и тех же скоростях движения приходится использовать более низкие передачи, что практически приводит к потере этого преимущества.

Конкурентом двигателю ЗМЗ-409 является верхневальный УМЗ-249 рабочим объемом 2,8 л, который

создавался специально для автомобилей УАЗ нового семейства и грузовых автомобилей семейства "ГАЗель". Благодаря большему рабочему объему удалось при двух клапанах на цилиндр получить лучшие, чем на двигателе ЗМЗ-409, выходные характеристики: мощность 107,6 кВт (145 л. с.) при 4500 мин$^{-1}$, максимальный крутящий момент — 240,3 Н · м (24,5 кгс · м) при 3500 мин$^{-1}$. Причем практически во всем диапазоне рабочих частот (от 1000 до 4500 мин$^{-1}$) кривая крутящего момента двигателя УМЗ-249 располагается выше аналогичной кривой двигателя ЗМЗ-409. Более того, в ходе доводочных работ УМЗ-249 крутящий момент при 3500 мин$^{-1}$ удалось увеличить до 250 Н · м (25,5 кгс · м), номинальную мощность — до 109 кВт (148 л. с.) при 4500 мин$^{-1}$. И это при полном соответствии нормам "Евро-2" по токсичности. По удельному же расходу топлива двигатели УМЗ-249 и ЗМЗ-409 практически одинаковы. Примерно одинакова и их цена.

Как видим, у каждого из двигателей ЗМЗ и УМЗ есть свои плюсы и минусы. Но если говорить в целом, то модели УМЗ в ряде случаев все-таки предпочтительнее.

УДК 621.43

Оценка экономических и экологических показателей поршневых ДВС с искровым зажиганием при их работе на смеси "бензин—водород"[1]

Канд. техн. наук Л.Н. БОРТНИКОВ, д-р техн. наук М.М. РУСАКОВ

Тольяттинский ГУ

Рассмотрим, для примера, рис. 4, на котором приведены результаты расчетов и экспериментов для режимов работы двигателя, удовлетворяющих кривым *1* и *2* на рис. 1.

При построении этих кривых использовались величины β, полученные как по результатам эксперимента по снятию регулировочных характеристик по составу смеси при постоянной мощности двигателя непосредственно для каждой регистрируемой точки при работе двигателя на бензине, с добавками водорода по формуле № 4 (сплошные тонкие кривые), так и при использовании осредняющих формул № 5 и 6 (штриховые жирные линии) и расчетные кривые (сплошные жирные) при работе двигателя на чистом водороде ($\psi = 1$), расход которого определялся по формуле № 10, вытекающей из формулы № 4.

Из рисунков видно: расчетные и экспериментальные довольно близки, что свидетельствует о справедливости как выведенного для данного двигателя закона изменения $\beta = f(\alpha)$, так и вида функции, выбранной для аппроксимации $G_{бо}$. Более того, результаты расчетов указывают, что при определении β по конкретным данным эксперимента получено полное соответствие расчетных и экспериментальных значений. Наличие в данном случае в результатах расчетов правой возрастающей ветви характеристики объясняется тем, что опытные значения β определялись и для области выше нижнего предела устойчивого горения в цилиндре двигателя, когда, как известно, расход топлива вследствие обеднения смеси увеличивается. Физически это означает, что для каждого режима работы двигателя на графике зависимости β (см. рис. 1) имеет место точка отрыва, соответствующая пределу устойчивого горения, после которой расход бензина или смеси бензина с водородом начинает возрастать, а линия β отделяется от обобщенной характеристики. Положение этой точки определяется зависимостью, показанной на рис. 3.

Таким образом, обобщенные характеристики β (см. рис. 1), представляющие границу устойчивого горения смеси, характеризуют возможный минимум расхода топлива при значении коэффициента α избытка воздуха, соответствующего пределу устойчивого горения.

При использовании аппроксимационных формул № 5 и 6, как следует из рис. 4, при удовлетворительном для практики соответствии сравнения расчетных и экспериментальных данных, правая возрастающая ветвь характеристики отсутствует. Это связано с тем, что график $\beta = f(\alpha)$ построен для границы устойчивого горения, в связи с чем расчетные кривые обрываются при достижении данной границы, определяемой рис. 3 и формулами № 9. Имеющие место отличия результатов расчетов и эксперимента связаны с обычными для практики испытаний причинами: нестабильностью процесса горения смеси в цилиндре, характерной для поршневых ДВС; погрешностями измерений, главным образом, как показал анализ, коэффициента α. Некоторая немонотонность расчетных кривых — результат особенностей метода аппроксимации параметра β, которому свойственны осцилляции относительно средних значений. Вместе с тем отметим, что применение любого другого из известных методов, лишенного этого недостатка, затруднено из-за невозможности достаточно точного и монотонного описания данной функции.

Расчет расхода топлива при переходе от режима минимальной частоты вращения коленчатого вала на холостом ходу к более скоростным и нагрузочным режимам связан с постепенным переходом кривой *2* в кривую *1* (см. рис. 1 и 2). Результаты расчетов показали, что для испытанного двигателя ориентировочным показателем применения формул № 5 или 6 может быть расход воздуха: при $G_в$, превышающем 10—15 % номинального его значения, результаты, рассчитанные по формуле № 5, удовлетворительно соответствуют опытным результатам вне зависимости от частоты вращения коленчатого вала и нагрузки (см. рис. 4, *б* и *в*).

Практика обработки результатов испытаний показала также, что при расчетах, в том числе в переходной области, формальным признаком

[1] Окончание. Начало см. "АП", 2008 г., № 2.

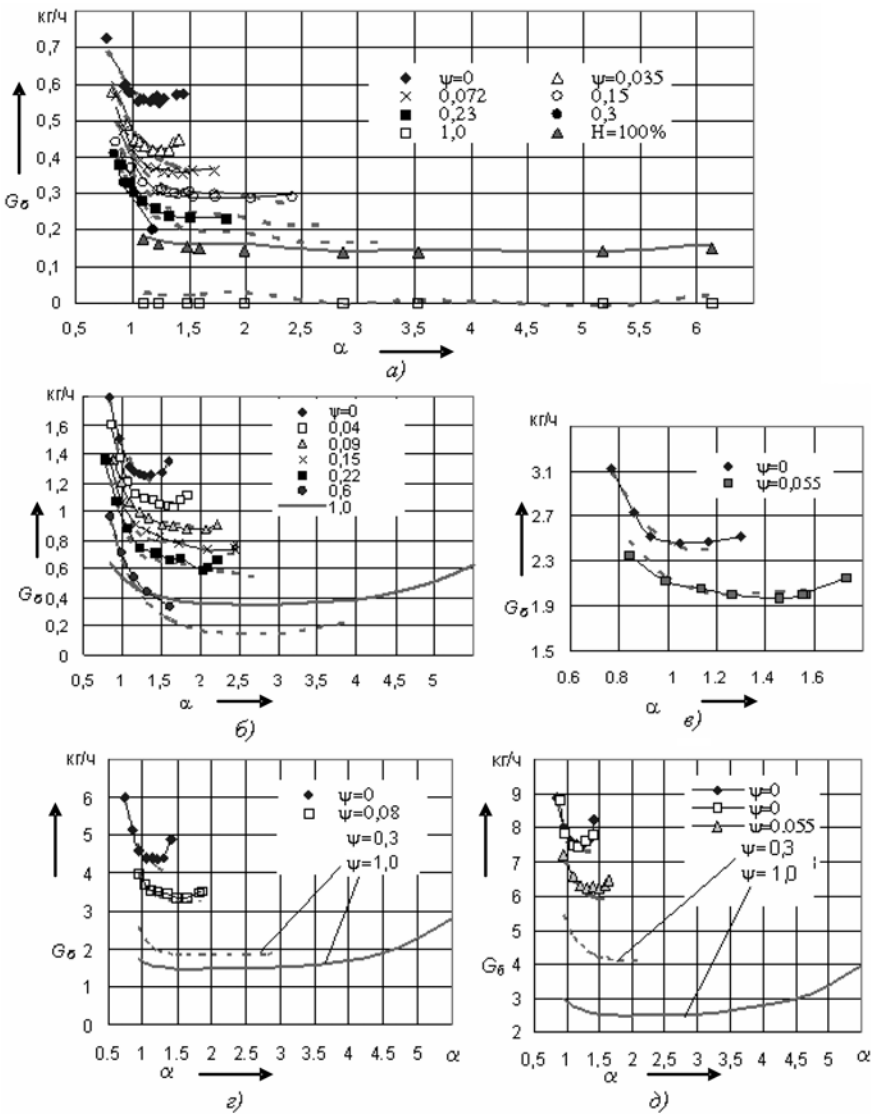

Рис. 4

корректности результатов является монотонность изменения расчетных значений расхода бензина, определяемого по формуле № 9 и отнесенного к его минимальному ($G_{бо_{min}}$) значению при работе двигателя по регулировочной характеристике на бензине. Причем данная зависимость, как свидетельствует опыт, имеет для исследованного двигателя практически универсальный характер. Однако во всех случаях минимум исходной (без водорода) регулировочной характеристики должен находиться в пределах $\alpha = 1{,}1 \div 1{,}2$, что объясняется, в том числе видом выбранных аппроксимирующих зависимостей.

Из рис. 4, *г* и *д* следует, кроме того, что для обеспечения работы двигателя, например, на режиме с $n = 4700$ мин$^{-1}$ и $p_e = 0{,}5$ МПа необходимый расход водорода составляет ~2,5 кг/ч, а при добавках водорода, соответствующих $\psi = 0{,}3$, устойчивое горение смеси возможно до $\alpha \approx 2{,}1$. Такая же добавка водорода на режиме $n = 3400$ мин$^{-1}$ и $p_e = 0{,}33$ МПа увеличивает предел устойчивого горения до $\alpha = 2{,}8$.

Рассмотренный метод расчетов соотношения в смеси топлив водорода и бензина позволяет выполнить расчет эффективного КПД η_e двигателя.

Так, в соответствии с известной формулой для η_e (формула № 11) можно получить формулу № 12. Ее анализ показывает, что для принятых условий (мощность N_e двигателя и частота n вращения его коленчатого вала — постоянны, а угол опережения зажигания — оптимален), эффективный (или индикаторный) КПД является функцией параметра β и расхода $G_{бо}$ бензина на исходном (без добавок водорода) режиме работы двигателя. При этом β, как сказано выше, описывается обобщенной зависимостью (формулы № 5 и 6), которая представляет собой линию устойчивого горения бензоводородовоздушной смеси переменного состава, т. е. при увеличении доли водорода от нуля до 100 %. Таким образом, формула № 12 в функции α определяет предельно возможные значения η_e при использовании в качестве топлива бензина с возрастающими до 100 % добавками водорода.

Результаты расчетов и экспериментального определения η_e для двух режимов работы испытанного двигателя приведены на рис. 5. Из него можно увидеть: соответствие экспериментальных и расчетных значений вполне удовлетворительное. Например, увеличение как расчетных, так и экспериментальных значений η_e в диапазоне $\alpha = 0{,}8 \div 1{,}5$ имеет общую закономерность для всех топливных композиций ($\psi = 0 \div 1{,}0$) и стремится к предельной линии, описывающей работу ДВС на чистом водороде и соответствующей формуле № 12. Отсутствие правых спадающих ветвей расчетных характеристик при каждом ψ, имеющих место в экспериментах, объясняется (так же, как и для изменения расхода бензина) тем, что зависимости β и ψ получены при условии работы ДВС на пределе устойчивого горения топливной смеси.

Из рис. 5 также видно, что при работе двигателя на чистом водороде кривая изменения η_e в диапазоне

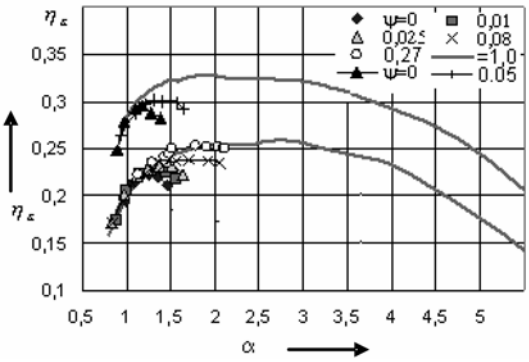

Рис. 5

$\alpha = 1{,}5 \div 3{,}0$ имеет пологий максимум. В частности, в диапазоне $\alpha = 1{,}5 \div 2{,}5$ увеличение составляет ~1 %. Но на режиме $n = 2185$ мин$^{-1}$ и $p_e = 0{,}2$ МПа, в некотором приближении, характеризующем осредненный городской цикл движения автомобиля типа ВАЗ, увеличение η_e при работе на водороде по абсолютной величине составляет, по сравнению с работой на бензине, ~4 %, а по относительной — 20 %. Тогда как в диапазоне $\alpha = 1{,}5 \div 2{,}5$ — менее 1 %. При этом потребный расход водорода равен 0,6 кг/ч.

Вместе с тем применение добавок водорода в количестве 0,2 кг/ч ($\psi = 0{,}08$) позволяет повысить η_e на ~2,5 % при работе двигателя в диапазоне $\alpha = 1{,}8 \div 2{,}0$. И это очень выгодно: как известно, при $\alpha > 1{,}7$—1,8 в отработавших газах практически отсутствует монооксид углерода, оксиды азота и значительно снижаются выбросы углеводородов.

Из результатов исследований и рис. 5 также следует, что эффективность добавок водорода возрастает с уменьшением нагрузки и частоты вращения коленчатого вала двигателя, что имеет важное значение для двигателей автомобилей, которые эксплуатируются в основном на частичных нагрузках.

Таким образом, по результатам выполненной работы можно сделать следующие выводы.

1. На основе безразмерного параметра β и безразмерной зависимости нижнего предела устойчивого горения бензоводородовоздушной смеси от коэффициента избытка воздуха при добавках водорода авторам удалось разработать метод расчета соотношения "водород—бензин" в топливной композиции при работе ДВС по регулировочной характеристике по составу смеси при постоянной мощности и оптимальных углах опережения зажигания, что позволяет оценивать эффективность применения водорода при работе поршневого двигателя на пределе устойчивого горения.

2. Доказано, что эффект добавок водорода зависит от режима работы ДВС. В частности, на режимах низких частот вращения коленчатого вала и нагрузок, особенно при работе на холостом ходу при минимальной частоте вращения коленчатого вала и $\alpha = 0{,}8 \div 1{,}5$: добавка водорода в количестве 3—6 % от расхода бензина имеет эффект по снижению расхода бензина, эквивалентный добавкам 10—15 % водорода.

3. Применение водорода в качестве добавки к бензину позволяет при работе двигателя на пределе устойчивого горения повысить его эффективный КПД на 15—20 %, причем с уменьшением нагрузки и частоты вращения коленчатого вала прирост η_e увеличивается.

4. Разработанный расчетный метод может применяться для анализа эффективности добавок водорода во всем эксплуатационном диапазоне рабочих режимов поршневых двигателей с искровым зажиганием, степенью сжатия 9—10 и рабочим объемом ~1,5 л.

УДК 621.43.038.771/772

Комбинированный фильтроэлемент для полнопоточного фильтра очистки моторных масел

Е.В. МОРОЗОВ

ООО "Лаборатория триботехнологии"

Загрязнение моторного масла продуктами его окисления, неполного сгорания топлива, частицами износа пар трения и примесями, поступающими с топливом и воздухом, в работающем двигателе идет непрерывно. И зависит оно от множества факторов — качества масла, вида топлива, конструкции двигателя, режимов его эксплуатации и т. д.

С загрязнением масла борются уже более 100 лет, и к настоящему времени выработалось два главных направления. Это, во-первых, сбалансированный комплекс присадок, обладающих хорошими моющими и диспергирующими свойствами (предотвращающими слипание частиц), в результате чего основная масса (~80 %) загрязняющих примесей имеет размер частиц, не превышающий нескольких микрон; во-вторых — совершенствование систем фильтрации масла. Причем второе направление многие специалисты считают даже более актуальным, чем первое. И не без оснований. Дело в том, что конструкция двигателей постоянно усложняется, на них "навешивается" все больше и больше вспомогательных агрегатов, поэтому для масляных фильтров становится все меньше и меньше места в моторном отделении, и их приходится делать небольшими. Кроме того, хорошо зарекомендовавшие себя фильтрующие материалы из целлюлозы плохо справляются с синтетическими маслами, а также с тем, что в связи с совершенствованием технологий требуется очень высокий уровень тонкости очистки моторных масел.

Чтобы удовлетворить эти и многие другие, порой, противоречивые требования, западные фирмы все чаще используют синтетические волокна. Например, вместо чистой целлюлозы или бумаги, усиленной синтетическими волокнами, применяют композиты из нескольких слоев целлюлозы, а также полностью синтетических материалов. (Типичный вариант — сочетание слоя синтетических волокон с высокой поглощающей способностью и слоя бумаги, обладающей высокой степенью тонкости фильтрации.)

Однако многие считают, что повышенная тонкость фильтрации обязательно снижает грязеемкость и уменьшает ресурс фильтрующего элемента, из-за чего относятся к такому варианту его исполнения, мягко говоря, настороженно. Что неверно: многие синтетические материалы даже при исключительно высокой тонкости очистки обеспечивают даже более длительные срок службы (ресурс) и интервалы технического обслуживания (замену фильтров), чем серийные бумажные фильтрующие элементы. Именно поэтому западные производители фильтрующих материалов и фильтров сосредотачивают усилия на соз-

дании материалов с бóльшими интервалами обслуживания, прежде всего материалов синтетических, что вызвано потребностями производителей автомобилей в увеличении срока службы фильтров. Российский же рынок, к сожалению, по ряду технологических причин, высокой стоимости и необходимости перестраивать производство пока еще не готов принять синтетику. Однако такая неготовность — дело временное. Есть все основания полагать, что и у нас фильтрующие синтетические материалы в недалеком будущем займут подобающее им место. А пока же нашим специалистам приходится идти другим путем — совершенствовать существующие схемы очистки моторных масел.

Таких схем, как известно, две — полнопоточная, состоящая из одного фильтра, и комбинированная, в состав которой раньше входили еще и частичнопоточный фильтр или центрифуга, а сейчас — полнопоточный бумажный фильтр с номинальной тонкостью отсева ~45 мкм, и частичнопоточный фильтр с номинальной тонкостью отсева 1—3 мкм. Причем предпочтение отдается именно последней.

Дело в том, что высокая концентрация мелких частиц способна спровоцировать столь же сильное изнашивание трущихся пар, как и большое количество крупных частиц (рис. 1). Причем особенно опасна так называемая абразивная полировка (прямая *1*), в результате которой участки рабочей поверхности цилиндров ДВС со временем становятся настолько гладкими, что масляная пленка не удерживается на них, т. е. фактически наступает "сухое" трение. Потому что мелкие частицы в узких смазочных зазорах рабочих поверхностей "цилиндры — поршневые кольца" действуют как своего рода полировочная паста.

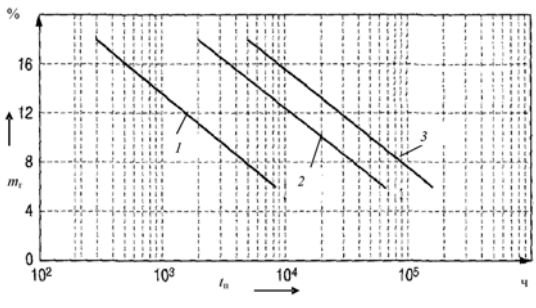

Рис. 1. Зависимость ресурса испытуемой пары трения от концентрации загрязнений в масле и размеров механических примесей в нем:

1 — частицы более 15 мкм; *2* — частицы более 5 мкм; *3* — частицы более 3 мкм

Аналогичные эффекты могут возникнуть также и тогда, когда масло старое и содержит множество мельчайших частиц, а его температура слишком низкая (при пуске ДВС).

Для исключения названных неприятностей автомобили, рассчитанные на большой пробег и увеличенные интервалы обслуживания, целесообразно, по мнению автора и его коллег, оборудовать дополнительным устройством снижения концентрации мельчайших частиц в моторном масле. То есть применять комбинированные системы очистки масла, включающие частичнопоточный масляный фильтр тонкой очистки, дополняя тем самым функции полнопоточного фильтра грубой очистки.

И это — не только предложение на уровне идеи. Специалисты ООО "Лаборатория триботехнологии" провели исследования, которые показали: если перед фильтром грубой очистки, т. е. там, где наблюдается максимальное давление масла, небольшую (не более 10 %) часть потока отвести и направить в частичнопоточный фильтр тонкой очистки, то на грузовых автомобилях можно отсеять ~500 г нагара и мелких частиц в период между заменами масла и удалить частицы, которые, по причине их небольшого размера, беспрепятственно проходят через фильтр грубой очистки и увеличивают износы пар трения.

Данный вывод полностью подтверждается практикой. Пример — дизели "Мерседес-200", "Мерседес-300" и КамАЗ. Они в своей системе очистки масла содержат частичнопоточный фильтр, в результате чего их ресурс оказывается гораздо выше ресурса аналогов без таких фильтров.

Комбинированная система очистки масла, разумеется, увеличивает стоимость двигателя. Однако в эксплуатации это окупается. Например, в этих системах ресурс полнопоточных фильтров возрастает в 2 раза; износ подшипников коленчатого вала и масло съемных колец в 2—3 раза ниже, чем с одним традиционным полнопоточным фильтром, а периодичность замены моторного масла увеличивается почти вдвое.

Но дополнительный фильтр тонкой очистки, к сожалению, — не панацея. Он фактически работает лишь на прогретом двигателе. При холодном же пуске и прогреве картина та же, что и много десятилетий назад. В течение 25—30 мин перепускной клапан остается открытым, и к парам трения поступает неочищенное масло. Хуже того, масло, идя в обход шторы фильтрующего элемента, смывает нафильтрованные им ранее загрязнения в масляную магистраль. В связи с чем некоторые фирмы стали защищать перепускной клапан дополнительным фильтрующим элементов, но — очищая перепускаемое масло только от крупных (более 100 мкм) загрязняющих частиц. Более мелкие же циркулируют вместе с маслом, способствуя ускоренному изнашиванию деталей двигателя. Именно поэтому ВАЗ в свое время отказался от использования фильтра такого типа.

Все, что сказано выше, натолкнуло специалистов ООО "Лаборатория триботехнологии" на мысль создать комбинированный фильтроэлемент, входящий в состав полнопоточного масляного фильтра и обладающий высокими рабочими характеристиками: простотой в эксплуатации, приемлемой стоимостью, технологичный в производстве. И эта мысль в настоящее время реализована: таких фильтров удалось разработать даже два.

Первый (рис. 2) из них представляет собой два соединенных торцами фильтроэлемента с различными типами фильтрующих штор, расположен в корпусе *6* фильтра, может оснащаться перепускным клапаном в зависимости от конструкции фильтра, в котором он применяется, как в разборном, так и в неразборном вариантах.

Полнопоточный фильтроэлемент *9* выполнен из центральной перфорированной трубы *8*, верхней *11* и нижней *7* крышек, между которыми установлена бумажная фильтрующая штора, уложенная в виде многоконечной звезды. Частичнопоточный фильтроэлемент выполнен на аналогичной центральной перфори-

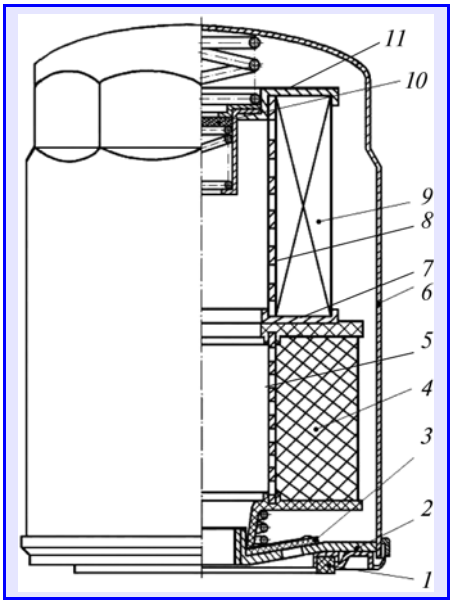

Рис. 2. Первый вариант исполнения комбинированного фильтра:
1 — уплотнительная прокладка; *2* — крышка; *3* — противодренажный клапан; *4* — объемно-капиллярная фильтрующая штора частичнопоточного фильтроэлемента; *5* и *8* — центральные перфорированные трубы; *6* — корпус; *7* и *11* — нижняя и верхняя крышки полнопоточного фильтра; *9* — полнопоточный фильтроэлемент; *10* — перепускной клапан

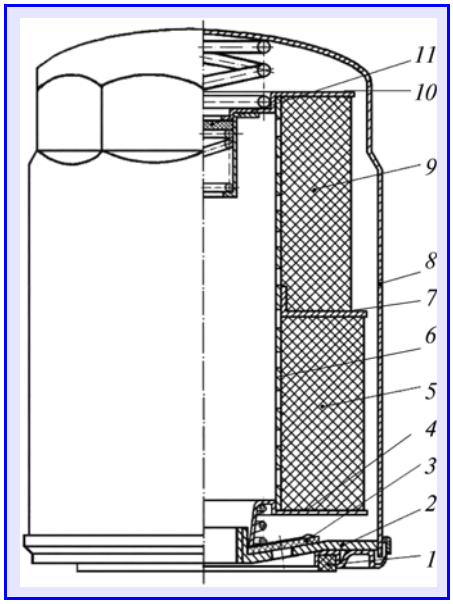

Рис. 3. Второй вариант исполнения комбинированного фильтра:
1 — уплотнительная прокладка; *2* — крышка; *3* — противодренажный клапан; *4* и *10* — торцовые крышки; *5* и *9* — объемно-капиллярные фильтрующие шторы; *6* — центральная перфорированная труба; *7* — разделительная крышка; *8* — корпус; *10* — торцовая крышка; *11* — перепускной клапан

рованной трубе *5* с намотанной на нее с переменным натяжением послойно синтетической текстурированной нитью, образующей объемно-капиллярную фильтрующую штору *4*, которая обладает более высокими гидравлическим сопротивлением и грязеемкостью и значительно более низкой тонкостью отсева, по сравнению с бумажной шторой полнопоточного фильтроэлемента, крышки *2* с центральными отверстиями, соединенными с торцами сердечника и фильтрующей шторы.

Фильтрующий элемент данной конструкции в составе неразборного фильтра работает следующим образом.

Масло от насоса двигателя через отверстие крышки *2*, имеющей прокладку *1* для уплотнения соединения крышки с блоком двигателя, отжав противодренажный клапан *3*, поступает в фильтр между внутренней стенкой корпуса *6* и наружной поверхностью комбинированного фильтрующего элемента. При холодном двигателе (в момент пуска) масло, обладая высокой вязкостью, проходит частью через бумажную фильтрующую штору полнопоточного фильтроэлемента *9*, частью — через перепускной клапан *10* и далее — в главную магистраль двигателя. В этом случае фильтрующая штора *4* частичнопоточного фильтроэлемента в работе не участвует, поскольку ее высокое гидравлическое сопротивление не позволяет этого сделать. В процессе работы происходит разогрев масла, вязкость его понижается на столько, что перепускной клапан *10* закрывается, большая часть масла проходит через бумажную штору полнопоточного фильтроэлемента *9*, а оставшаяся часть (3—10 %) — через объемно-капиллярную фильтрующую штору *4*, обеспечивающую существенно более низкую, по сравнению с бумажной шторой, тонкость отсева и высокую грязеемкость или способность задерживать внутри шторы отфильтрованные частицы, что исключает их смывание и повторное попадание в систему, а также облегчает работу бумажной шторе.

Второй вариант (рис. 3) комбинированного двухсекционного фильтрующего элемента также состоит из центральной перфорированной трубы, одной разделительной крышки *7*, зафиксированной на центральной трубе, и двух (*4* и *10*) торцовых крышек с центральными отверстиями, соединенными с торцами трубы. Крышка *7* делит фильтрующий элемент на две секции, каждая из которых имеет собственные объемно-капиллярные фильтрующие шторы *5* и *9* с различными техническими характеристиками, удовлетворяющими требованиям ГОСТ 37.001.417—90. Первая из них состоит из синтетической текстурированной нити, намотанной с переменным усилием на участок центральной трубы, ограниченный верхней (*10*) торцовой и разделительной (*7*) крышками. Вторая секция по своей конструкции аналогична первой, но ее объемно-капиллярная фильтрующая штора обладает повышенным гидравлическим сопротивлением и более низкой тонкостью отсева, чем штора первой секции.

Принцип работы данного варианта фильтрующего элемента такой же, как и первого.

Рассмотренные комбинированные фильтрующие элементы масляного фильтра имеют в своей конструкции шторы, обладающие различными техническими характеристиками, что способствует значительному уменьшению тонкости отсева, повышению грязеемкости, а также облегчает работу и увеличивает рабочий ресурс фильтрующих штор и всего фильтра в целом, снижает абразивный износ трущихся деталей, увеличивает моторесурс двигателя и интервал обслуживания системы смазки.

Как показали сравнительные испытания, проведенные в лаборатории сертификационного центра НАМИ, использование комбинированного фильтра увеличивает время до загрязнения в 1,6 раза, при этом концентрация загрязнителя в масле снижается до 3 раз. При необходимости, задавая различные технические параметры фильтрующих штор, можно добиться нужных показателей грязеемкости и тонкости отсева фильтра. Кроме выше перечисленного, комбинированный фильтр имеет невысокую себестоимость и не требует для своего производства применения дорогостоящих технологий и материалов.

УДК 629.067

Интеллектуальные системы безопасности автомобилей

Кандидаты техн. наук Б.В. КИСУЛЕНКО и А.В. БОЧАРОВ

Всемирный форум для согласования правил в области транспортных средств (WP.29) КВТ ООН, НАМИ

В последние 15 лет все более широко применяются устройства, способствующие кардинальному повышению безопасности дорожного движения, так называемые интеллектуальные транспортные системы (ИТС), которые дополняют традиционную систему "водитель — автомобиль — дорога" средствами электронных технологий. В частности, в Японии реализуется проект системы "Прогрессивное информирование на дорогах", в США ведутся исследовательские работы в рамках "Программы по интеллектуальным транспортным системам", в Европе осуществляется "Инициатива электронной безопасности", связанная с ускорением исследований, разработок и практического использования таких систем. Например, программы по взаимодействию человека и машины и обмену информацией между ними. В итоге специалисты этих стран в виде рекомендаций сформулировали принципы, цели и условия применения данных систем. Более того, в целях последовательного и координированного их внедрения в мировом масштабе разработана и реализуется международная программа "Транспортные средства повышенной безопасности", ставшая результатом "Меморандума о взаимопонимании", подписанного правительствами США, Швеции, а также Канады и Австралии (несколько позже), ЕС. Страны-участницы договорились совместно разрабатывать и внедрять передовые конструктивные решения в сфере безопасности автомобиля. Наконец, на 15-й конференции по транспортным средствам повышенной безопасности (Мельбурн, 1996 г.) была утверждена программа приоритетных исследований в этой сфере, получившая название "Международные гармонизированные исследования" (IHRA). Ее цели: международная координация исследований и минимизация затрат; существенное повышение безопасности движения и разработка методов ее оценки; выработка технических требований и стандартизация интеллектуальных транспортных систем.

Все перечисленное дало стимул развитию таких систем. Например, уже первые опыты их использования показали, что они способны снизить число ДТП на ~40 %, а число ДТП со смертельным исходом — на 50 %. Кроме того, эти системы управляют дорожной инфраструктурой, пассажирскими и грузовыми перевозками (оптимизация графика движения, загрузки и т. п.), улучшают информированность участников дорожного движения о факторах, влияющих на дорожную обстановку, помогая им перемещаться более безопасно и комфортно. Причем можно считать доказанным: наибольший эффект дают именно бортовые интеллектуальные транспортные системы. Можно сказать, что они превращают автомобиль в "умный" автомобиль, или "прогрессивно безопасное транспортное средство". При этом надо иметь в виду, что в ЕЭК ООН под бортовыми интеллектуальными транспортными системами понимают системы, установленные на автомобиле в целях повышения его безопасности и использующие информацию, которая поступает как непосредственно от бортовых датчиков, так и от дорожной инфраструктуры или других источников. Бортовые ИТС оценивают входные сигналы и соответствующим образом информируют или предупреждают водителя об опасности, либо, заменяя водителя, берут на себя функции по управлению автомобилем адекватно сложившейся ситуации. То есть в обычных условиях управления бортовые ИТС повышают информированность водителя и помогают ему не отвлекаться, снижая тем самым нагрузку, связанную с управлением автомобилем. При ухудшении же условий управления (снижение видимости, усталость водителя и др.) они, во-первых, предупреждают водителя о появлении опасных ситуаций; во-вторых, оценивают степень ухудшения ситуации; в-третьих, когда водитель своими силами предотвратить ДТП уже не в состоянии, берут управление на себя, предотвращая ДТП либо уменьшая тяжесть его последствий. (Типичные ситуации такого рода: наезд на впереди идущий автомобиль; потеря сцепления колес с дорогой; отклонение от траектории движения; столкновение с мотоциклистом или пешеходом; столкновение на перекрестке и т. п.)

Бортовые ИТС уже работают. Об этом говорят следующие факты:

Бортовая ИТС	Ее состояние
Адаптивная система управления скоростью движения автомобиля	В продаже
Система поддержания дистанции в плотном транспортном потоке	То же
Система удержания автомобиля на полосе движения	- " -
Система автоматического торможения	- " -
Система оповещения об усталости (дремоте) водителя	- " -
Система предотвращения боковых столкновений	Полигонные испытания
Система информирования об экстренном торможении для автомобиля, едущего сзади	То же
Система обнаружения пешеходов в ночное время	В продаже
Система обнаружения мотоциклистов	Полигонные испытания
Система обнаружения объектов, находящихся сзади транспортного средства, при его движении задним ходом	В продаже

Таким образом, расположенные в автомобилях ИТС выполняют, как минимум, четыре функции: оказывают помощь водителю в предвидении дорожной обстановки, т. е. выдают информацию о ней таким образом, чтобы водитель обратил внимание на потенциальные риски, окружающие автомобиль; предупреждают его, т. е. побуждают к действиям по предотвра-

щению опасной ситуации; предотвращают ДТП — автоматически берут управление на себя, если водитель самостоятельно не выполнил действия по исключению предаварийной ситуации или если у него недостаточно на это времени; снижают утомляемость водителя — принимают на себя часть нагрузки по управлению автомобилем, что позволяет водителю больше внимания уделять дорожной обстановке.

Бортовые ИТС реализуют данные функции путем обмена информацией с водителем, а также с другими автомобилями об условиях движения. При этом любой водитель, очевидно, должен иметь возможность понимать сигналы от бортовых ИТС и адекватно реагировать на них. Что можно обеспечить, очевидно, если эти сигналы передаются в различных формах — звуковой (речь, музыкальные и тоновые сигналы различной частоты и громкости), визуальной (символы или текст различного цвета и яркости, постоянные или мигающие), контактной (вибрации).

Первые опыты использования бортовых ИТС выявили такие аспекты, на которые создателям систем необходимо обратить особое внимание. В частности, то обстоятельство, что водитель не будет доверять этим системам, если предупреждения от них исходят слишком часто; или то, что предупреждения не выдаются при очевидной критической ситуации (отсутствие предупреждений); или то, что предупреждения выдаются при столь же очевидном отсутствии критической ситуации (ошибочные предупреждения). Нельзя пренебрегать и тем, что водители будут чрезмерно полагаться на бортовые ИТС, если они слишком точно и без сбоев осуществляют корректирующее управление. Ведь, они, сколь бы не были совершенными, учитывают лишь главные факторы, влияющие на безопасность движения. Наконец, надо иметь в виду, что существуют и прямые риски для водителя, возникающие при применении бортовых систем и влияющие на безопасность. Это отвлечение водителя от управления, его информационная перегрузка или введение в заблуждение. Короче говоря, влияние бортовых ИТС на безопасность в общем случае зависит от степени их совместимости с психофизическими способностями человека-оператора. Поэтому одним из направлений исследований, связанных с определением возможностей бортовых ИТС, следует считать разработку методов измерения нагрузки водителя при управлении автомобилем, оснащенным такими системами, его способности адекватно воспринимать информацию и действовать эффективно. И здесь, думается, вполне уместны предлагаемые авторами критерии оценки эффективности действий водителя, работающие на основе визуальной информации (см. таблицу).

Бортовые ИТС, как сказано выше, руководствуются сигналами бортовых датчиков и датчиков дорожной инфраструктуры. Но информация, поступающая от дорожной инфраструктуры, доступна не везде и эффективна, если автомобиль движется с определенной скоростью. В этой связи особую остроту приобретает соблюдение водителем предписанного скоростного режима. Кроме того, бортовые системы должны информировать водителя и/или автоматически выполнять определенные действия при возникновении в них внутренних неисправностей.

Параметры визуальной информации	Показатели, характеризующие управление автомобилем	Обнаружение объектов и событий
Продолжительность взгляда Число взглядов и их последовательность Широта охвата взгляда	Автомобиль в полосе движения Дистанция соблюдается Поддерживается заданная скорость	Процент пропущенных объектов Время ожидания до обнаружения объекта Понимание ситуации

Исходя из всего сказанного выше, бортовые ИТС должны отвечать довольно четким требованиям.

Система действует в соответствии с намерениями водителя, соответствует его ожиданиям в плане обеспечения безопасности и помогает ему в этом; предусматривает возможность проверки водителем корректности работы системы в любое время; водитель должен испытывать определенную степень доверия к ней; он должен иметь возможность полностью взять управление автомобилем на себя в любое время; действие системы должно быть предсказуемым, а ее работа — надежной; она не должна создавать помех в выполнении водителем функций по управлению автомобилем, а также дорожному движению.

И еще одно желательное требование — возможность индивидуализации системы, т. е. адаптации к конкретному водителю.

Для широкого применения бортовой ИТС нужно, очевидно, разработать интерфейс для взаимодействия водителя и автомобиля, оборудованного ею; телекоммуникационный стандарт, обеспечивающий обмен информацией между автомобилем и дорожным окружением; широкое информирование потребителей о технологиях бортовых ИТС и использовании их преимуществ; стандартизация технологий бортовых ИТС. В общем, как показывает анализ, использование бортовой ИТС в широких масштабах станет возможным при следующих условиях: возможно короткий период их внедрения; обеспечение их эффективности с точки зрения безопасности для конкретных потребителей и общества в целом; наличие соответствующей дорожной инфраструктуры и баз данных; интернационализация бортовых ИТС; подготовка водителей; сохранение полной свободы действий водителя и его ответственности и — необязательность применения систем, поддержка их внедрения пользователями, изготовителями, государственными структурами и общественными объединениями.

Рассмотрим несколько конкретных примеров бортовых ИТС.

Система удержания автомобиля при движении по кривой. Она использует видеокамеру, фиксирующую изменение кривизны траектории. Эта кривизна сопоставляется со скоростью движения автомобиля, и если скорость входа в поворот больше безопасной, система предупреждает водителя звуковым сигналом, а в дальнейшем, если водитель не реагирует на сигнал, тормозит автомобиль.

Система удержания автомобиля на полосе движения. Она также работает от видеокамеры, фиксирующей дорожную разметку. Сигналы подаются на рулевой механизм, тем самым снижая физическую и психологическую нагрузку водителя. Но эта система не принимает управление автомобилем на себя.

Система оповещения об усталости (дремоте) водителя. Она сопоставляет управляющие воздействия водителя на рулевое колесо с положением автомобиля на полосе движения. Водитель предупреждается о своем состоянии посредством зуммера, звукового сообщения, вибрации рулевого колеса, подачи ароматизированного воздуха через систему отопления.

Система автоматического торможения. Электронная ее часть регистрирует положение педали тормоза, вычисляет соответствующее давление в системе тормозного привода и контролирует передачу оптимального тормозного усилия на каждое колесо, что значительно сокращает время срабатывания и время нарастания усилия тормозной системы. Как следствие, сокращается тормозной путь, уменьшается износ фрикционных накладок тормозов и потребление топлива автомобилем. Благодаря точному электронному анализу скорости нажатия и величины хода тормозной педали система экстренного торможения распознает наличие критической ситуации и мгновенно наращивает тормозное усилие. При приближении к препятствию информирует водителя, а при отсутствии его действий — включает тормозную систему. На затяжных спусках управляет работой тормоза-замедлителя и полностью исключает превышение разрешенной максимальной скорости движения.

Система стабилизации движения может целенаправленно притормаживать различные колеса автомобиля, чтобы обеспечить устойчивость движения и избежать заноса или опрокидывания на поворотах.

Думается, этих примеров достаточно, чтобы понять: за бортовыми интеллектуальными транспортными системами — будущее. Будучи новациями последнего времени, технологии бортовых ИТС, разумеется, не учитывались при разработке большинства Правил ЕЭК ООН, регламентирующих требования к безопасности АТС. Поэтому некоторые Правила ЕЭК ООН в отношении автомобилей, оборудованных такими системами, придется учитывать.

УДК 622.684

Загрузка, производительность и ресурс несущей системы карьерного самосвала

Д-р техн. наук А.А. ХОРЕШОК, Д.В. СТЕНИН, Н.А. СТЕНИНА

Кузбасский ГТУ

При добыче полезных ископаемых автотранспортные расходы составляют ~50 % общей стоимости и увеличиваются по мере углубления карьеров. Чтобы их снизить, конструкторы стараются повысить грузоподъемность, а потребители — производительность большегрузных АТС, улучшая их использование. Однако первый путь достаточно дорогой и требует больших затрат времени: на разработку и постановку на производство нового самосвала уходит, как показал опыт БелАЗа, несколько лет. Второй путь, организация оптимальных режимов работы самосвалов, наоборот, эффект дает практически сразу. Кроме того, он позволяет реализовать поистине огромные резервы снижения себестоимости транспортирования горной массы, которые, как показывает анализ, есть практически на каждом горнодобывающем предприятии. Нужно лишь грамотно использовать их резервы. А это, к сожалению, получается не везде и не всегда. В связи с чем рассмотрим данную проблему подробнее.

С точки зрения управления (менеджмента), производительность — один из основных комплексных показателей эффективности использования карьерных экскаваторно-автомобильных комплексов. Поэтому изучение данного показателя в различных условиях эксплуатации карьерных самосвалов — не самоцель, а инструмент, позволяющий оперативно планировать и управлять им. С точки зрения эксплуатационника, производительность — произведение степени загрузки карьерного автотранспорта на скорость его перемещения. Другими словами, ее можно повысить как путем увеличения степени загрузки имеющихся в наличии самосвалов, так и скорости их движения. Отсюда и стремление оснастить предприятие самосвалами особо большой грузоподъемности.

Однако такое решение не всегда возможно. Прежде всего по экономическим соображениям: переоснащение АТП — дело дорогое. Вот почему на практике наиболее реальным был и остается второй из названных выше путей, т. е. рациональное использование самосвалов и улучшение организации их эксплуатации (техническое обслуживание и ремонт, состояние карьерных дорог и т. д.).

Но и здесь не все просто. Производительность самосвала, в принципе, можно рассматривать на разных временных отрезках — в течение одного часа, одной рабочей смены, года и даже всего срока его службы. При этом на часовую производительность очень сильно влияет грузоподъемность самосвала. Однако при увеличении грузоподъемности резко возрастает себестоимость транспортирования груза, поэтому в некоторых случаях целесообразней использовать самосвалы меньшей грузоподъемности. С другой стороны, для перевозки определенного объема груза таких самосвалов потребуется больше, и в какой-то момент их число станет таким, что возникнут транспортные заторы на маршруте, простои в ожидании погрузки и разгрузки, что, в конечном итоге, вызовет снижение производительности. В этом случае критерием эффективности является сменная или суточная производительность всех самосвалов, работающих на данном маршруте.

Годовая производительность — показатель более сложный, зависящий не только от грузоподъемности самосвала и продолжительности его простоя в течение рейса, но и продолжительности простоев на техниче-

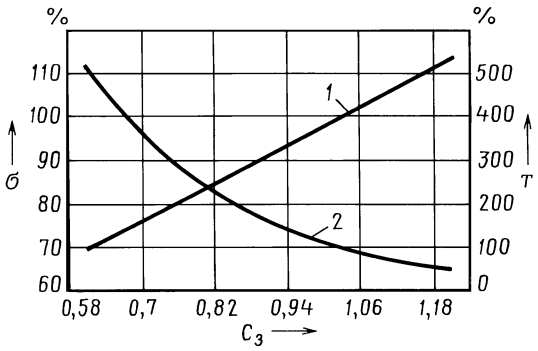

Рис. 1. Зависимость интенсивности напряжений (1) элементов конструкции несущей системы и их ресурса (2) от степени загрузки самосвала

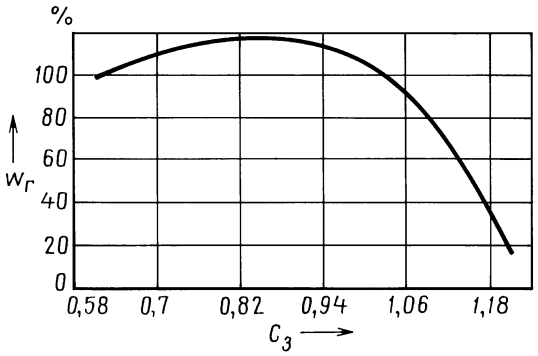

Рис. 2. Зависимость годовой производительности самосвала от степени его загрузки

ском обслуживании и в ремонте за год. То есть здесь большое значение имеет ресурс несущей системы самосвала — показатель, который напрямую зависит от степени загрузки самосвала. Поэтому, приняв производительность в качестве критерия эффективности эксплуатации карьерных самосвалов, можно для каждого конкретного случая или конкретных условий эксплуатации разработать такие рекомендации, которые дадут максимальную эффективность при минимальных затратах.

Наконец, производительность самосвала, как уже упоминалось, прямо пропорциональна его загрузке: чем больше загрузка, тем выше производительность.

Далее. Повышение грузоподъемности или степени загрузки (для сокращения времени заполнения кузова) самосвалов требует применения экскаваторов с большим объемом ковша. При погрузке такими экскаваторами несущие конструкции самосвала испытывают очень большие ударные нагрузки, что, естественно, сказывается на величинах роста интенсивности напряжений σ в их материалах, резко снижая их ресурс *T*. Кроме того, при движении по маршруту большая масса груза создает большие нагрузки на эти конструкции, что также снижает их надежность (рис. 1). Это, в свою очередь, влечет за собой сверхнормативные простои самосвалов в ремонте, увеличивает затраты на ремонт, повышает себестоимость транспортирования и, как следствие, снижает производительность. Дело в том, что надежность (ресурс) самосвалов не зависит от их грузоподъемности, т. е. интенсивное увеличение грузоподъемности, как правило, не влечет за собой столь же интенсивный рост ресурса. Что же касается степени загрузки, то ее увеличение, очевидно, всегда снижает ресурс. Поэтому в эксплуатации очень важно уметь находить оптимальное, экономически выгодное соотношение между степенью загрузки самосвала, его производительностью и ресурсом.

Отсюда следует вывод: оценивать эффективность работы карьерных самосвалов одной только производительностью нельзя. Например, повышение степени загрузки часовую и сменную (суточную) производительности, безусловно, увеличит. Но из-за снижения ресурса в какой-то момент простои в ремонте увеличатся настолько, что повлекут за собой резкое снижение годовой производительности (рис. 2). Но зависимость планируемой годовой производительности от степени загрузки носит, как видно из рисунка, параболический характер. Значит, имеет экстремум, при котором соотношение производительности и ресурса оптимально. Условия оптимизации при этом можно записать следующим образом: $(W_г = \max) \rightarrow C_{з_{опт}}$.

В случае рис. 2 величина $C_{з_{опт}} = 0{,}7 \div 0{,}9$. Иначе говоря, уменьшив степень загрузки самосвала с номинальной ($g = 1$) до $0{,}75 \div 0{,}9$ и тем самым — динамические нагрузки на опорные его конструкции, можно увеличить его годовую производительность на 11—16 %.

УДК 629.43-712

Зависимость C_x автомобиля от потока воздуха через систему охлаждения ДВС

Канд. техн. наук А.П. ПЕТРОВ, К.А. ПЕТРОВ

Курганский ГУ

Снижение расхода топлива — одна из главных задач, решаемых конструкторами при проектировании легкового автомобиля. В том числе и за счет совершенствования аэродинамических качеств изделия. И надо сказать, что на этом пути достигнуто многое. Например, значение C_x меньше 0,3 — уже, можно сказать, заурядное явление на практике. Однако есть проблемы, которые до сих пор остаются недостаточно изученными. В их числе — зависимость C_x от движения воздуха внутри автомобиля. И прежде всего — связанная с работой системы охлаждения двигателя. Хотя качественная сторона данной проблемы хорошо известна; воздух, используемый для охлаждения радиатора, заметно увеличивает общее аэродинамическое сопротивление автомобиля. Механизм же взаимодействия внутреннего и внешнего воздушных потоков, да и картина обтекания не ясны, что затрудняет не только принятие правильного решения при проектировании формы автомобиля и системы охлаждения его двигателя, но и не позволяет выбрать направление дальнейших исследований.

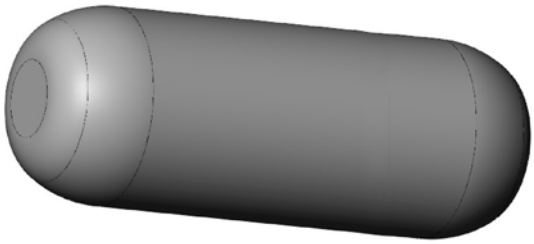

Рис. 1. Модель со срезаным обтекателем

Чтобы ответить на вопрос, какое влияние оказывает протекание воздушного потока на внешнюю аэродинамику, авторы выполнили численные эксперименты по разработанной ими же методике (см. "АП", 2008, № 2). При этом учли, что почти у всех легковых автомобилей серийного производства передняя панель (там, где располагаются воздухозаборные отверстия) вертикальная или чуть наклонена. (Для этого передняя часть автомобиля как бы срезается.) Поэтому приняли, что влияние внутренней аэродинамики на внешнюю можно рассматривать с позиции именно формы этой части и размещения в ней воздухозаборных отверстий. И второе. Чтобы оценить, насколько усеченная форма увеличивает аэродинамическое сопротивление объекта, сравнили два варианта моделей — с заостренным и срезанным обтекателями. В результате оказалось, что модель со срезанным обтекателем (рис. 1) имеет C_x, почти на 12 % больший, чем модель с "острым" обтекателем. Что, в общем, вполне объяснимо: набегающий на срезанный обтекатель поток воздуха тормозится сильнее, чем на острый.

Но "затупленная" модель — не прихоть, а необходимость, продиктованная не только потребностью размещения в ней воздухозаборных отверстий, но и другими целями. Например, для выдерживания фирменного стиля, по компоновочным соображениям, установки радиатора системы охлаждения, ДВС и т. п. Поэтому авторы все эксперименты проводили именно с вариантами "затупленной" модели, которые внутри имели продольный канал, идущий от воздухозаборного отверстия и в средней части имеющий больший диаметр, а заканчивающийся уже выпускным отверстием в кормовой части. Причем воздухозаборное отверстие у всех моделей было одинаковым (4 % площади миделя), а выпускное регулировалось, что позволяло изменять аэродинамическое сопротивление воздушного тракта по выбранному оператором закону.

Результаты численного эксперимента приведены на рис. 2. На нем кривая *1* показывает изменение C_x моделей в зависимости от коэффициента ζ аэродинамического сопротивления их внутреннего воздушного тракта; кривая *2* — то же в случае закрытого выпускного отверстия, кривая *3* — в случае закрытого воздухозаборного отверстия.

Как видим, в последних двух случаях воздух через внутренний канал моделей не проходит, но их аэродинамическое сопротивление абсолютно разное: у модели с перекрытым на выходе воздушным трактом оно на 13 % больше, чем при закрытой передней панели. Это говорит о том, что нарушение целостности поверхности передней панели ведет к изменению течения воздуха в передней части модели.

Что же касается закрытого выпускного отверстия, то здесь часть потока проникает внутрь канала, тормозится, в результате его давление повышается, что заставляет его двигаться обратно. И тогда траектория потока, идущего вдоль передней панели, становится более пологой: он "проседает" в области воздухозаборного отверстия. Что, в свою очередь, приводит к его отрыву от кромки передней панели по ее периферии.

Эксперименты с моделями показали также: если перегородку установить не на передней панели, а на небольшой глубине от ее поверхности (например, на расстоянии 100 мм), то картина обтекания будет похожа на ту, что была с перегородкой, установленной на выпускном отверстии. А именно: C_x модели увеличивается, по сравнению с моделью, имеющей цельную панель, на 12 %. Этот факт говорит о том, что при экспериментальной оценке влияние аэродинамического сопротивления воздушного тракта системы охлаждения ДВС совсем небезразлично, в каком месте перекрывать воздушный тракт. Более правильной будет установка перегородки на лицевой панели в плоскости воздухозаборных отверстий, чем, скажем, в плоскости радиатора. Иначе говоря, перегородка на передней панели должна восстанавливать ее поверхность, нарушенную воздухозаборными отверстиями.

Как видно из рис. 2, при уменьшении коэффициента ζ коэффициент C_x моделей возрастает. Причем кривая имеет сложную форму.

Чтобы понять, какие процессы происходят при обтекании модели и движении воздуха внутри нее, рассмотрим структуру потока в передней ее части.

Струя воздуха перед воздухозаборным отверстием в его проекции имеет разное строение, зависящее от коэффициента ζ. Так, если величина этого коэффициента большая, струя разделяется: центральная ее часть идет внутрь модели (рис. 3, *а*), а периферийная (значительная) отклоняется от оси и обтекает модель снаружи. Причем отклонение этой части начинается на определенном расстоянии от передней панели. По мере же уменьшения ζ диаметр струи, попадающей внутрь воздушного канала, становится все больше (рис. 3, *б*).

Из рис. 2, кроме того, видно, что плавный рост C_x по мере уменьшения коэффициента ζ в определенный

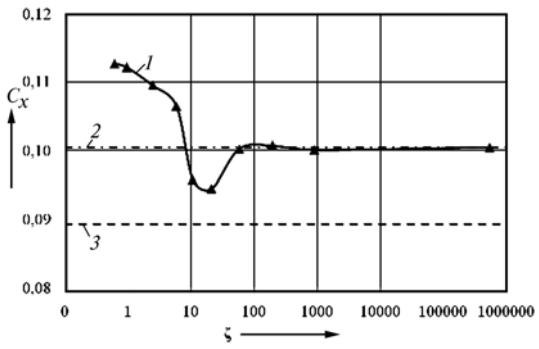

Рис. 2. Зависимость $C_x = f(\zeta)$:
1 — при открытых воздухозаборном и выпускном отверстиях; *2* — при закрытом выпускном отверстии; *3* — при закрытом воздухозаборном отверстии

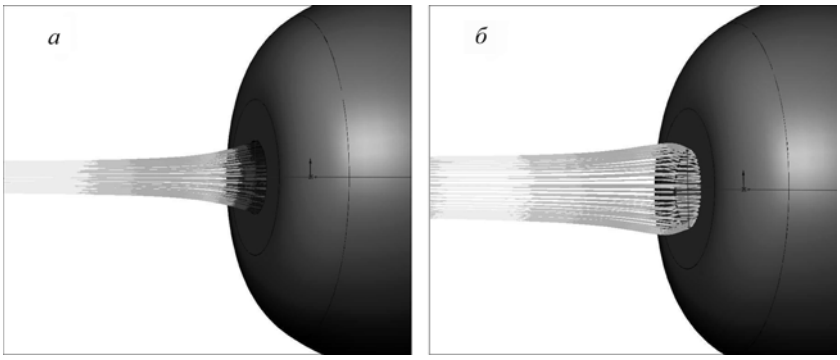

Рис. 3. Струя воздуха на входе в воздушный тракт моделей при ζ = 1400 (а) и ζ = 20 (б)

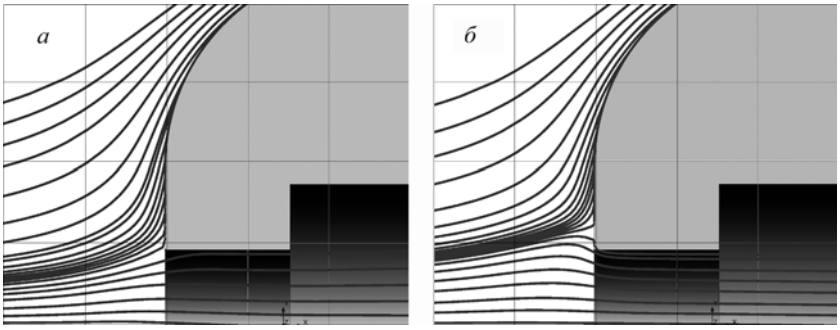

Рис. 4. Траектория движения воздушного потока при ζ = 200 (а) и ζ = 20 (б)

момент резко изменяется. Причем переходный процесс начинается, когда ζ достигает величины ~100. При этом весь воздушный поток, находящийся перед воздухозаборным отверстием, попадает внутрь воздушного канала, не искривляясь (рис. 4, *а*). Это состояние можно назвать режимом "насыщения".

При дальнейшем же снижении коэффициента ζ диаметр струи, попадающей в воздухозаборное отверстие, становится больше диаметра этого отверстия. Поэтому струя внутри отверстия вынуждена сужаться (рис. 4, *б*).

При больших значениях зона "полного" торможения потока находится в области воздухозаборного отверстия (см. рис. 4, *а*), а затем, по мере уменьшения ζ, смещается от центра к периферии, постепенно приобретая форму кольца, поскольку часть воздуха из центральной части проходит через воздушный тракт. В момент "насыщения" полное торможение потока оказывается на кромке воздухозаборного отверстия.

При дальнейшем увеличении ζ зона полного торможения располагается вокруг воздухозаборного отверстия, между ним и внешней кромкой передней панели (рис. 4, *б*).

В интервале уменьшения коэффициента ζ от 20 до 1 наблюдается резкое увеличение C_x. В первую очередь из-за того, что достаточно большая часть воздуха, набегающая на модель идет через воздушный тракт. На кромке воздухозаборного отверстия возникает отрыв потока, что и обуславливает резкое увеличение сопротивления модели.

Влияние внутреннего потока на внешнюю аэродинамику автомобиля зависит не только от "проницаемости" внутреннего канала, но и от формы самого автомобиля. Что и подтвердила еще одна серия численных экспериментов с хорошо обтекаемыми моделями (рис. 5), аэродинамику которых улучшили за счет придания более острой формы передней части тем же самым моделям, что исследовались в первой серии численных экспериментов.

Результаты данной серии эксперимента представлены на рис. 6. На нем, как и на рис. 2, кривая *1* характеризует изменение C_x в зависимости от ζ воздушного тракта, прямая *2* — при закрытом воздухозаборном отверстии, прямая *3* — при закрытом выпускном отверстии. Как и следовало ожидать, C_x всех моделей данной группы оказался существенно меньше. Кроме того, принципиально изменилось влияние внутренних течений на аэродинамику моделей: переходный процесс (кривая *1*) в момент "насыщения" протекает более мягко.

В ряде публикаций утверждается, что в связи с совершенствованием формы автомобиля влияние внутренних течений на внешнюю его аэродинамику будет возрастать. Однако численные эксперименты не подтверждают этого: при малых значениях ζ степень влияния внутреннего потока на внешнюю аэродинамику почти не изменяется, а при больших ζ — значительно уменьшается.

Конечно, форма исследованных моделей достаточно далека от формы автомобиля, выход воздуха происходит в кормовой части, отсутствует влияние поверхности дороги и т. д., но все же закономерности обтекания кузова автомобиля и прохождение воздуха через моторный отсек будут, очевидно, подобными.

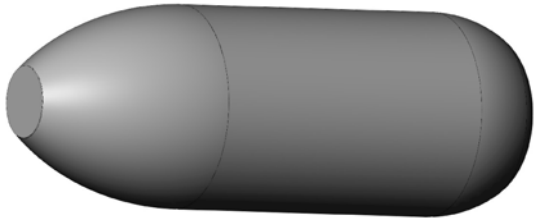

Рис. 5. Модель с хорошо обтекаемой формой

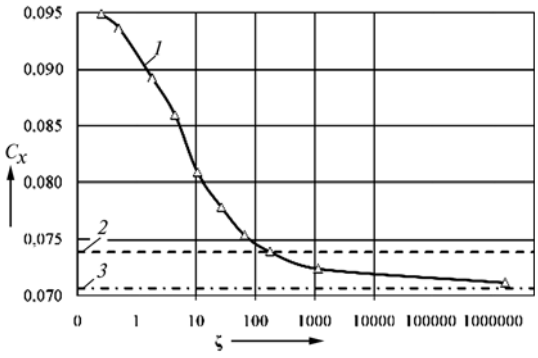

Рис. 6. Зависимость $C_x = f(\zeta)$ для модели с хорошо обтекаемой формой:
1 — при открытых воздухозаборном и выпускном отверстиях; *2* — при закрытом выпускном отверстии; *3* — при закрытом воздухозаборном отверстии

Причем в этой ситуации наибольший интерес представляет интервал $\zeta = 5 \div 100$, поскольку именно здесь располагаются реальные значения воздушных трактов систем охлаждения автомобильных двигателей.

Таким образом, численные эксперименты продемонстрировали, что обтекание потоком воздуха тел, имеющих внутренний канал, сопровождается гораздо более сложными процессами, чем это может показаться на первый взгляд. Кроме того, показали, что аэродинамическое сопротивление тела зависит не только от коэффициента аэродинамического сопротивления воздушного тракта, но и от множества других факторов. Например, таких, как размер воздухозаборного отверстия, его расположение на передней панели, его форма и конструкция, форма передней части самого тела и т. д.

В итоге можно сказать, что теоретические зависимости, полученные на основе закона сохранения энергии, используемые при определении доли аэродинамического сопротивления системы охлаждения в общем аэродинамическом сопротивлении автомобиля, относятся все-таки к случаю идеального обтекания. У тел же, имеющих сложную и "угловатую" геометрическую форму, возникает срыв потока в области воздухозаборного отверстия, что влечет за собой интерференцию с внешним потоком. То есть картина далека от идеальной. Чего нельзя не учитывать.

Читатель предлагает

УДК 662.76

Материаловедческие основы автомобиля на водородном топливе

Канд. техн. наук В.С. ТЕРЕЩУК

ИМАШ РАН имени А.А. Благонравова

В США, Японии и некоторых других странах в последние годы разрабатывают АТС на водородном топливе. Из анализа публикуемой по ним информации можно заключить, что все они оснащаются баком, чаще всего заполняемым жидким водородом, и системой топливопитания, обеспечивающей сжигание последнего в цилиндрах двигателя, перед турбиной или в топливных элементах. Например, японская "Хонда" в конце октября 2002 г. выпустила первую пробную модель FCX, выполненную на базе модели "EV Плюс", которая с 1997 г. работает на электрических аккумуляторах. Двигатель FCX тоже приводится электричеством, но вырабатывается оно в процессе реакции соединения водорода, находящегося в баке емкостью 157 л, с кислородом, подаваемым с воздухом. Его мощности достаточно, чтобы обеспечить этому автомобилю максимальную скорость, равную 150 км/ч, и пробег 355 км. Что соответствует обычным автомобилям ВАЗ с бензиновым двигателем при стандартном топливном баке емкостью 40 л.

Попробуем оценить достоверность приведенной выше информации.

Из справочной литературы известно, что при сжигании 1 кг водорода выделяется 142 360 кДж тепловой энергии. Калорийность же бензина составляет 46 000 кДж/кг, т. е. водород по калорийности превосходит бензин более чем в 3 раза. Но, к сожалению, плотность жидкого водорода ровно в 10 раз ниже плотности бензина. Иначе говоря, чтобы перейти с бензина на жидкий водород, емкость стандартного 40-литрового бака придется увеличить, при прочих равных условиях, в том числе КПД, и стандартном пробеге 355 км, в несколько раз (требуемая емкость бака — 130 л).

В "АП" в свое время (№ 8, 1985) сообщалось, что патентное бюро США выдало японскому изобретателю Кендзи Ватанабе патент на "автомобиль с двигателем, работающим на водороде", который установлен на легковом автомобиле "Мацуда" (РХ-4) выпуска 1973 г. и что впервые этот автомобиль был продемонстрирован публично в мае 1985 г. Его двигатель — роторно-поршневой. В качестве топлива используется смесь водорода и воды, пробег на одной заправке (70 м^3 водорода) — 200 км. Изобретатель утверждает, что 1 м^3 газообразного водорода эквивалентен 0,5 л бензина, но нужен еще 20-литровый бак с водой. Водород в камеру сгорания ДВС во время такта сжатия подается одновременно с водяной пылью.

Проанализируем и данную информацию.

70 м^3 водорода на борту легкового автомобиля можно представить только в случае, если он находится в жидком состоянии. Иначе для него просто нет места: плотность жидкого водорода в 790 раз выше плотности газообразного. И даже его сжатие до сверхвысоких давлений проблемы не решает. То есть объем топливного бака на самом деле был примерно 90 л. Если брать соотношение из предыдущего случая, т. е. что на 355 км пробега требуется бак емкостью 157 л, то получим, что для пробега 200 км нужен бак объемом 88,5 л. Утверждение же изобретателя, что 1 м^3 водорода в его двигателе соответствует 0,5 л бензина вполне реально, так как теоретически эта величина составляет 0,4 л. Водяной бак на 20 л предполагает соотношение массовых расходов воды и водорода, равное 3,07, что вполне допустимо для снижения высокой температуры в камере сгорания двигателя при взаимодействии водорода с кислородом воздуха.

Еще более ранние попытки создать автомобильный двигатель на водородном топливе рассмотрены в монографии И.Л. Варшавского, вышедшей в свет в 1980 г. В качестве примера приведен вариант, при котором в багажник автомобиля "Москвич-412" устанавливаются два бака-реактора с порошком активированного алюминия, куда подается обычная водопроводная вода. При контакте порошка с водой начинается реакция с выделением водорода и теплоты.

Этот генератор водорода мог работать не более 20 мин. То есть вполне достаточно, чтобы автомобиль, на котором в качестве пассажира был А.Н. Косыгин, совершил поездку вокруг Кремля и доказал: водородный двигатель может работать без запаса водорода на борту, т. е. быть невзрывоопасным.

Как видим, за рубежом предпочли более простой, но громоздкий и неудобный в эксплуатации способ создания водородного автомобиля. Забыли об использовании активированного алюминия и российские исследователи, испугавшись связанных с ним проблем. В частности того, что в данный порошок приходится добавлять, чтобы обеспечить разрушение прочной оксидной пленки алюминия в воде, по ~5 % индия, галлия и олова. Иначе выделение водорода идет слишком медленно. При наличии таких добавок, т. е. в случае алюминия без оксидной пленки, теоретически можно достигнуть скорости выделения водорода 40 000 Нл/(м^2 · мин) (Нл — объем в литрах при нормальных условиях). Причем реально, по данным КазНИИНТИ, уже достигнуто 3500 Нл/(м^2 · мин). Правда, такие материалы, обладая столь высокой скоростью реакции с водой, из-за усиленной межкристаллитной и межзеренной коррозии распадаются за несколько минут в порошок и реагируют уже во фрагментированном состоянии, что во многих технических случаях совершенно неприемлемо из-за сильной неравномерности выделения водорода и его значительных потерь. То есть речь идет о том, чтобы подобрать такую скорость газовыделения (коррозии), которая обеспечивает и рабочую величину потребления водорода, и необходимую прочность и эластичность алюминиевого сплава.

Чтобы понять, как этого добиться, обратимся к простейшему расчету.

Если при скорости 100 км/ч на расстоянии 100 км автомобиль расходует 9 л бензина, то минутный расход составит 0,15 л. И если 0,5 л бензина соответствует 1 м^3 водорода, то 0,15 л — 0,3 м^3. То есть необходимая скорость газовыделения должна быть не меньше 300 Нл/(м^2 · мин), а не 3500, как это было в опытном автомобиле И. Л. Варшавского. Причем данную величину можно снизить, если поверхность водородосъема увеличить за счет более развитой рабочей поверхности. Например, как в конструкциях слоистых (пластинчатых) или трубчатых теплообменников. А еще проще — путем уменьшения доли дорогих добавок (например, индия и галлия): известно, что в случае, когда доля каждого из них составляет 1 %, скорость q водородовыделения не превышает 1500 Нл/(м^2 · мин). Причем изобретать здесь ничего не нужно: активированный алюминий с очень низкой величиной давно применяется в качестве протекторной защиты морских судов: растворяясь сам, он защищает корпус судна от коррозии. Правда, в этом случае вопрос о количестве выделяемого водорода остается, по вполне понятным причинам, вне внимания специалистов. Но с точки зрения обсуждения темы, важно то, что, во-первых, самый распространенный протекторный сплав марки АП — с содержанием 5 % Zn, 0,1 % Ti, Zr, Tl в сумме, по 0,1 % железа и кремния, а также 0,01 % меди и больше 94 % алюминия — промышленностью давно освоен; во-вторых, за один месяц пластина такого сплава теряет в морской воде ~1 мм своей толщины, что, по расчетам, соответствует q = 0,077 Нл/(м^2 · мин) при 100 %-й полноте процесса химического взаимодействия алюминия с водой.

Таблица 1

№ сплава	Содержание элементов, % масс.					
	Ga	In	Zn	Sn	Mg	Al
1	3	3	—	0,50	0,1	Остальное
2	3	3	5	0,10	0,5	То же
3	3	3	5	0,50	0,5	"
4	3	3	1	0,10	0,5	"
5	3	3	1	0,50	0,5	"
6	3	3	1	0,15	0,5	"

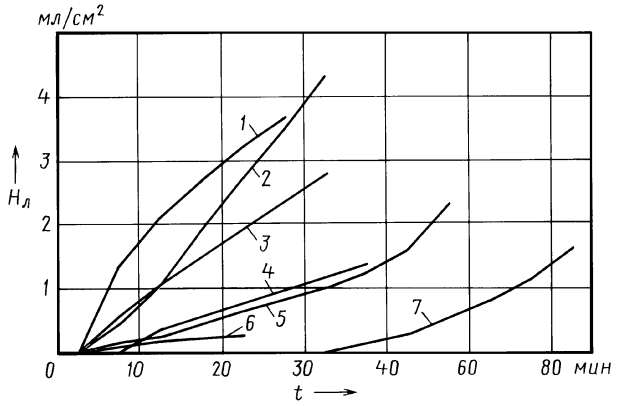

Рис. 1. Зависимость газопроизводительности сплавов ВАМИ от типа воды и времени:
1 — сплав № 1 в дистиллированной воде; *2* — сплав № 5 в дистиллированной воде; *3* — сплав № 4 в водопроводной воде; *4* — сплав № 5 в водопроводной воде; *5* — сплав № 6 в дистиллированной воде; *6* — сплав РЗ в водопроводной воде; *7* — сплав № 7 в дистиллированной воде

В-третьих, основной разработчик протекторных сплавов, Всероссийский научно-исследовательский институт алюминия, магния и электродной промышленности (ВАМИ), создал не только сплав АП, но и ряд опытных сплавов. Автор, проведя их экспериментальные исследования, установил (рис. 1): тенденция к пассивации как активных образцов (см. сплав № 1 в табл. 1), так и слабоактивных (сплав № 3), когда испытания проводятся в обычной водопроводной воде, — явная. В дистиллированной же воде (сплавы № 2, 5 и 6) нет не только пассивации, но со временем прослеживается интенсификация выделения водорода. Вероятнее всего это связано с тем, что дистиллированная вода по водородному показателю Ph приближается к щелочной среде, что, как известно, способствует нейтрализации оксида алюминия на поверхности образца.

Второй не менее интересный факт: образцы № 2 и 3, в которых содержание цинка составляло 5 %, показали наименьшую газопроизводительность, хотя, как известно, просто сплав алюминия с цинком подвержен коррозии. Но в данном случае несколько элементов, которые каждый в отдельности хорошо влияет на коррозию алюминия в водной среде, собранные в одном сплаве, вероятно, подавляют друг друга из-за разности своих электродных потенциалов.

Таким образом, в рассматриваемом варианте разработки "автомобиля на водороде без водорода на борту" определяющим фактором является материаловедческая разработка такого сплава или композита на основе алюминия, который способен в любой (водопроводной, речной, озерной, колодезной, морской и т. п.) воде обеспечивать необходимую для данного транспортного средства или энергетической установки газопроизводительность (например, как сказано выше, для автомобиля класса ВАЗ — 300 Нл/(м^2 · мин).

Для сравнения с газобаллонной, криогенной и термосорбционной системами питания водородом автомобиля класса ВАЗ рассмотрим результаты расчета массогабаритных характеристик его газогенератора (пат. № 2253606, РФ), работающего на перспективном сплаве (композите) на основе алюминия.

Исходные данные для расчета: расход бензина — 10 л/100 км, т. е. объем бака в 40 л обеспечивает дальность пробега 400 км, что при v = 100 км/ч — 4 ч; 1 г алюминия может дать 1,244 Нл водорода: для эквивалентной мощности по бензину на борту необходима газопроизводительность 300 Нл/(м^2 · мин) водорода, т. е. расход алюминия равен 300/1,244 = 241 г/(м^2 · мин), или на 4 ч работы газогенератора — 57,6 кг алюминия; рабочая часть газогенератора выполнена в виде пластин алюминия, поэтому их объем составляет 57,6/2,7 = = 21,3 л (плотность алюминия — 2,7 кг/л).

Расчет толщины пластин. Если массовый расход алюминия равен 241 г/(м^2 · мин), то объемный его расход — 241/2,7 = 90 см^3 (м^2 · мин), что соответствует линейному уносу с 1 м^2, равному 0,009 см/мин, или за 4 ч (240 мин) — 2,16 мм. А если учесть, что унос будет с двух сторон пластины, то ее толщина должна быть равной 4,32 мм. Такой же величины, видимо, можно сделать и зазор между пластинами. Тогда потребный объем генератора составит 42,6 л, т. е. столько же, сколько и штатный объем бензобака на автомобиле ВАЗ.

Расчет количества воды, необходимого для "переработки" 57,6 кг алюминия. Уравнение реакции алюминия с водой — $2Al + 3H_2O = Al_2O_3 + 3H_2$. Откуда следует, что на 57,6 кг алюминия нужно 57,6 кг воды.

Сам генератор вмещает 22 л воды, а остальные 35 л будут находиться в ресивере и трубопроводах. Но удобство состоит в том, что водой можно заправляться в любом месте — у реки, озера, магазина, ларька, колодца, водопроводной колонки, из-под крана и т. д., т. е. не обязательно всю воду брать с собой.

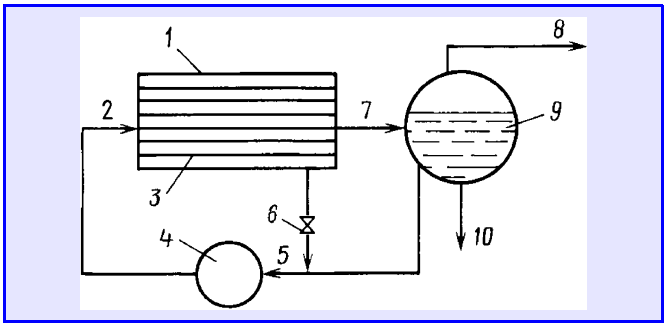

Рис. 2. Схема работы газогенератора:
1 — корпус реактора; *2* — подвод воды; *3* — реактор (пластины алюминия); *4* — насос; *5* — подвод воды к насосу; *6* — кран слива; *7* — подвод водорода к ресиверу; *8* — отвод водорода к двигателю; *9* — ресивер; *10* — отвод шлака

Таблица 2

Система питания автомобиля	Объем топливного бака, л	Масса топливного бака с топливом, кг
Сжиженный водород	157	12 + 164
Газобалонная система	620	12 + 1078
Термосорбционный компрессор на $LaNi_5$	310	12 + 826
На активированном Al	43 + 30 (ресивер)	57,6+57,6(вода)
Бензин	43	40

Принципиальная схема газогенератора водорода показана на рис. 2. Она работает следующим образом.

В начале ресивер *9* заполняется обычной водой.

В момент пуска двигателя она насосом *4* подается в реактор *3*, который устроен наподобие теплообменника. Например пластинчатого, только пластины в нем выполнены из сплава активированного алюминия. В промежутках между пластинами протекает вода, которая при взаимодействии с алюминием выделяет водород. Последний вместе с непрореагировавшей водой по трубопроводу поступает в ресивер, где, как в сепараторе, из-за значительной разности в их плотности и незначительной растворимости водорода в воде, последний отделяется от нее и поступает в верхнюю часть ресивера, откуда по трубопроводу идет к потребителю, а вода по нижнему боковому трубопроводу через насос возвращается в реактор. Процесс газовыделения регулируется подачей воды в реактор через насос. Для полного прекращения подачи водорода установлен кран *6* слива ко входу насоса с полным выключением последнего.

Автор составил табл. 2, которая позволяет сравнить систему питания автомобиля водородом на активированном алюминии с другими системами питания. Как из нее видно, "алюминиевая" по габаритам и массе уступает только бензину и то не намного. Все же другие она явно превосходит. Ее преимущества даже по сравнению с бензином — экологическая чистота отработавших газов (пары воды) и абсолютная взрыво- и пожаробезопасность хранения на борту. Кроме того, активированный алюминий при реакции с водой дает осадок в виде нерастворимого оксида алюминия, который оседает (см. рис. 2) в реакторе *3* и частично в ресивере *9* в виде шлака. По окончании полной выработки активированных пластин алюминия, которые располагаются в реакторе в виде сменного картриджа, на заправочной станции сдаются для переработки (восстановление до Al). То есть активированный алюминий относится к числу возобновляемых источников энергии.

И последнее. Алюминий — довольно дорогой металл. Например, в октябре 2007 г. цена 1 кг составляла 64 руб., т. е. в разы больше цены бензина. Однако следует учитывать, как минимум, два обстоятельства: во-первых, уже доказано, что добавка к бензину 2—3 % водорода резко повышает экономические и экологические показатели ДВС; во-вторых, запасы алюминия на Земле соизмеримы с запасами воды. Так что идея получения водорода из алюминия — не столь уж и утопия, как может показаться на первый взгляд.

УДК 629.4.077.008.6

Повышение эффективности эксплуатационного контроля тормозных свойств и систем АТС

Канд. техн. наук В.А. ТОПАЛИДИ

ТАДИ

Современный уровень конструкции тормозных систем требует соответствующих методов и средств контроля как тормозных свойств, так и технического состояния, функционирования элементов и узлов данных систем. Причем главные требования к таким методам и средствам остаются, по существу, неизменными: сейчас, как и раньше, они должны обеспечить достоверность результатов при возможно меньших затратах времени и труда на выполнение операций контроля.

Эти требования противоречат друг другу, и чем сложнее тормозная система, тем сильнее противоречие. В таких случаях приоритет всегда остается за требованием гарантировать максимальную достоверность контроля. Ведь достоверность — это безопасность, и чтобы ее получить, традиционной двухэтапной технологией диагностирования (сначала общее диагностирование, т. е. контроль параметров, характеризующих эксплуатационные качества АТС или работоспособность определенного узла, а затем, при необходимости, поэлементная диагностика и локализация конкретной неисправности) уже не обойтись. При нынешней сложности тормозных систем нужны новые технологии, сводящие к минимуму риск ошибок при контроле. Поэтому приложение № 2 к Сводной резолюции о дорожном движении СР.1 КВТ ЕЭК ООН "Периодический осмотр транспортных средств — периодические проверки", а также приложение II к Директиве 96/96 ЕС "О принятии единообразных предписаний для стран-членов Сообщества в отношении технического надзора транспортных средств и прицепов" предусматривают более глубокий, чем это заложено в аналогичных национальных стандартах стран ЕС и СНГ, контроль технического состояния элементов и узлов, обеспечивающих безопасность движения АТС. Кроме того, изменена и его последовательность: сперва проверяются техническое состояние и функционирование каждого из элементов системы или узла, а уже потом — параметры, характеризующие свойства безопасности АТС, гарантируемые данной системой или узлом.

Выход названных документов потребовал гармонизации с ними соответствующих национальных стандартов. И надо сказать, что к настоящему времени сделано уже многое. В частности, специалисты Узбекистана систематизировали традиционные и современные способы и средства контроля тормозных свойств и систем АТС, находящихся в эксплуатации, и разработали соответствующую их классификацию (рис. 1 и 2), что позволило выявить все "узкие" места в организации такого контроля, а также определить меры, позволяющие отечественные нормативные документы "поднять" до уровня международных. Анализ существующей классификации показал, что в нее необходимо включить ряд новых способов и средств контроля устойчивости АТС. Выявилась и необходимость включения в перечень контролируемых иных новых объектов, элементов и узлов тормозных систем. Новая классификация методов и средств дала исходные данные для составления программы действий, которая довольно успешно реализуется. К примеру, разработаны (в том числе и в ТАДИ) оригинальные способы и средства, которые значительно повышают достоверность контроля и локализуют выявленные неисправности.

Составленная таким образом классификация включает, как видно из рисунков, 46 позиций, значительная часть которых либо отличается от ранее "прописанных" в нормативных документах, либо вообще принципиально новые.

Возьмем контроль эффективности и устойчивости АТС методом дорожных испытаний (поз. 3 на рис. 1). Название то же, что и прежде, но содержание радикально изменилось. Так, поз. 12 реализуется сейчас с помощью нового переносного прибора (пат. РУз IAP 02313), контролирующего также и устойчивость торможения АТС. Используется он и во встроенных системах контроля (см. "АП", 2002, № 1). Кроме того, традиционные переносные приборы контролируют только эффективность торможения, а разработанный в ТАДИ — и выход АТС за безопасный коридор.

Поз. 13 — совершенно новая: использование видеотехники (а. с. № 1190705, СССР). С помощью видеокамер и оригинальной обработки сигналов контролируется начальная скорость торможения, тормозной путь и выход АТС за коридор безопасности. Это весьма перспективный метод контроля тормозных свойств; здесь не нужно оснащать АТС переносными приборами и датчиками.

То же самое с контролем устойчивости АТС методом стендового диагностирования (поз. 17 на рис. 1).

Например, контроль порядка блокирования колес осей АТС, не оборудованных АБС, допускается осуществлять двумя способами: либо (поз. 22) по удельным тормозным силам осей АТС (а. с. 1290129), либо (поз. 24) сравнением относительных осевых тормозных сил с их нормативными значениями (а. с. № 908638 и 1270610).

Для автопоездов введен обобщенный контрольный параметр — совместимость (поз. 25) тягача и прицепа(ов). Оценивается она тремя показателями: соотношением удельных тормозных сил; разностью между временем срабатывания тормозных систем тягача и прицепа(ов); разностью тормозных сил на осях при наихудшем варианте влияния данных сил на устойчивость автопоезда. При этом рекомендуется использовать имитатор (пат. РУз № IAP 02244) тормозных сил тягача, который повышает удобство и уменьшает время контроля тормозных свойств прицепов. (Технология контроля тормозных свойств автопоездов с помощью имитатора рассмотрена в "АП", 1999, № 7.)

Интересна и поз. 26: она предусматривает использование вращающейся площадки, на которой тормозится АТС. Ее вращение происходит от разности бортовых тормозных сил (а. с. № 1213373).

При стендовом диагностировании АТС с пневмоприводом тормозов допускается контролировать (поз. 19, 20, 27, 28) либо время $\tau_{сртс}$ срабатывания тормозной системы, на что требуется второй раз нажимать на педаль тормоза очень резко за $t \leqslant 0{,}2$ с, причем измерять $\tau_{сртс}$ только на самой дальней от тормозного крана оси, либо время $\tau_{српп}$ срабатывания тормозного привода на той же оси АТС (см. "АП", 2006, № 1). Для сокращения времени контроля тормозных свойств АТС рекомендуется производить замер $\tau_{српп}$ одновременно с контролем герметичности тормозного привода, который проводят раньше.

Существенно изменился также контроль технического состояния и функционирования элементов и узлов тормозной системы АТС (поз. 2 на рис. 1): ряд операций (поз. 29, 30) дополнены контролем крепления трубопроводов, аппаратов, наличия трещин, предельного износа в шарнирах и тормозных механизмах. Более четко определены виды контроля (рис. 2). Например, понятие "визуальный контроль" сейчас означает, что лицо, проводящее технический осмотр АТС, не только осматривает тот или иной элемент тормозной системы, но, при необходимости, манипулирует этими элементами, оценивая производимый ими шум, величины зазоров и т. п.

Новое состоит в том, что для повышения достоверности контроля регулятора тормозных сил (поз. 40) подвеску АТС теперь можно нагружать ступенчато, используя специальные устройства (а. с. № 1090600 и 1495667). С их помощью можно также протестировать автоматические регуляторы тормозных сил, которые работают в зависимости от давления в пневмобаллонах подвески.

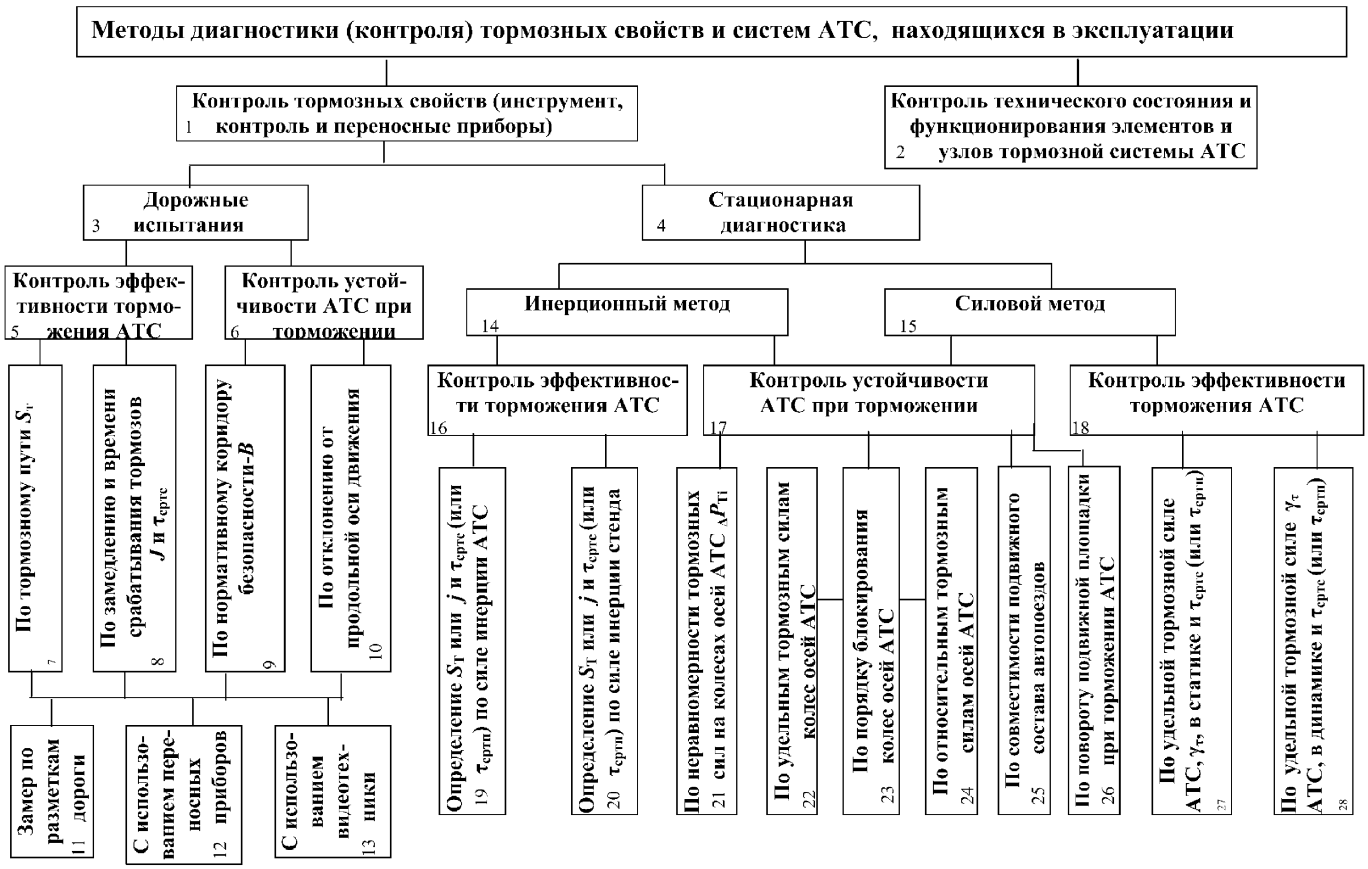

Рис. 1. Классификация методов диагностики (контроля) тормозных свойств и систем АТС

Рис. 2. Классификация методов контроля технического состояния и функционирования элементов и узлов тормозной системы АТС

Таким образом, рассмотренная классификация методов и средств контроля тормозных свойств и систем АТС раскрывает возможности современного контрольного оборудования и позволяет выбрать наиболее эффективный способ стендовых и дорожных испытаний, а также показывает, в каких направлениях следует совершенствовать методы контроля.

Так, она свидетельствует, что необходимо повысить достоверность оценки тормозных свойств АТС, находящихся в снаряженном состоянии. Уже хотя бы потому, что в эксплуатации при проведении периодического контроля тормозных свойств дело имеют, как правило, с АТС, находящихся именно в таком состоянии. Но никто, к сожалению, до сих пор не доказал, что, проконтролировав тормозные свойства порожнего АТС, можно со 100 %-й уверенностью утверждать: тормозная система данного АТС обеспечит заданные его свойства при полной массе. Особенно это касается грузовых автомобилей и прицепов категории N_2, N_3, O_3, O_4, снаряженная масса которых иногда не превышает 20—35 % их массы при полной загрузке. Правда, попытки повысить достоверность такого контроля были сделаны еще в ГОСТ 25478—91: он при дорожных тормозных испытаниях у снаряженных АТС обязывал контролировать тормозной путь и замедление. Однако проблема так и не была решена до конца ("АП", 1994, № 4). И, видимо, не в последнюю очередь потому, что в Правилах № 13 ЕЭК ООН (п. 5.1.4 "Положения о периодических проверках тормозных систем") записано, что при испытаниях тормозов АТС на стендах должно развиваться максимальное тормозное усилие. В связи с чем все производители тормозных стендов стран ЕС, СНГ, США выпускают оборудование, обеспечивающее контроль тормозных сил АТС с осевой нагрузкой до 13 т, а некоторые — до 15 т. То есть проблем с оценкой АТС полной массы фактически нет. Нет их и при реализации максимальных тормозных сил на тормозном стенде для АТС в снаряженном состоянии. Для этого можно использовать различные типы механических, полу- или полностью автоматизированных нагрузочных устройств. Например, в Узбекистане еще в 1980-х годах такие устройства были внедрены на линиях диагностирования многих автотранспортных предприятий. Так что вывод напрашивается сам собой: необходимы НИР по оценке достоверности прогнозирования контроля тормозных свойств АТС в снаряженном состоянии. И если корреляция между состояниями "снаряженная" и "полная" массы есть, то стендовый контроль тормозов можно значительно упростить и ускорить.

Второе направление совершенствования методов и средств контроля тормозных систем при проведении периодических технических проверок безопасности АТС — использование встроенных (бортовых) средств диагностики. Ими, конечно, и сейчас пользуются для контроля подачи компрессора, срабатывания ограничителя давления, давлений в системах питания различных контуров, наполнения тормозных камер и герметичности тормозного привода (с помощью манометров и контрольных лампочек на АТС). На современных же автотранспортных средствах (в частности, автопоездах), оснащенных АБС, электронными пневматическими тормозными системами (EBS), системами динамической стабилизации устойчивости и опрокидывания (ESC, RSS, ESP, RSP), датчиками массы появилась возможность значительно расширить объемы встроенного контроля. Например, уже сегодня EBS фирмы "Вабко" имеют устройства, с вывода которых считывается информация о качестве работы водителя за определенный период, загрузка АТС, частота торможений, число срабатываний АБС, ESC, RSS и др. Поэтому представляется целесообразным расширить упомянутый выше пункт 5.1.4. Правил № 13 ЕЭК ООН, введя в него дополнительные требования об использовании и точности измерений элементов встроенных систем контроля тормозных систем (датчиков, индикаторов) при проведении контроля безопасности АТС в эксплуатации. Это позволит значительно сократить время и повысить точность контроля безопасности АТС при проведении периодических технических осмотров.

УДК 629.083

Ремонт агрегатов автомобилей управлением точностью размерных связей

Канд. техн. наук В.Н. КАТАРГИН, И.С. ПИСАРЕВ

Сибирский федеральный университет

Способ продления ресурса агрегатов автомобилей давно известен: их восстановление (ремонт). И для выполнения этой задачи в стране в свое время была создана довольно мощная система авторемонтного производства, которая сейчас, к сожалению, находится в состоянии стагнации. А зря. Ремонт — дело выгодное в условиях рыночной экономики. Его экономическая эффективность обусловлена, во-первых, более низкой себестоимостью "заготовок", чем в производственных условиях автозаводов и заводов, изготовляющих комплектующие: используемые при ремонте "заготовки" получаются в результате разборки АТС и очистки, а не такими сложными и дорогими технологическими процессами, как литье, штамповка, ковка и т. п.; во-вторых, при ремонте деталей обрабатывается меньшее число поверхностей, поэтому трудоемкость и финансовые затраты на него меньше.

Так должно быть с точки зрения здравого смысла. Однако традиционный подход к технологии выполнения ремонтных работ в условиях АТП несколько иной и заключается, как правило, в замене существенно изношенных деталей, если внешние признаки износа очевидны. При этом состояние вспомогательных поверхностей деталей, узлов и их сопряжений, находящихся во взаимодействии с заменяемыми деталями, не учитывается. В итоге такого ремонта не восстанавливаются зазоры и натяги, заложенные при проектировании агрегата или узла конструктором, что, естественно, снижает их послеремонтный ресурс и увеличивает затраты, в том числе и вследствие необоснованной замены деталей.

Главная причина сложившегося положения — отсутствие методики, позволяющей принимать правильные решения о комплектации деталей агрегата, т. е. решений, обеспечивающих исходные параметры сопряжений.

Устранить названные недостатки традиционного подхода вполне возможно, если воспользоваться предложенной методикой с использованием метода размерного анализа, который дает возможность точно согласовать действительные размеры деталей, поступающих на сборку и отличающихся друг от друга, несмотря на их соответствие пределам допусков.

Метод размерного анализа применяется для сборочных размерных цепей, т. е. замкнутых цепей взаимно связанных размеров, влияющих на относительное положение поверхностей или осей одной или нескольких деталей.

Рассмотрим данный вопрос подробнее. Но прежде — одно замечание.

Агрегат, узел или любая другая сборочная единица может состоять из нескольких сотен деталей, каждая из которых в зависимости от конфигурации имеет, как правило, от двух до 15 различных геометрических размеров. Для обеспечения высокого ресурса такой еди-

ницы нужна высокая точность зазоров и натягов, которая, в свою очередь, может быть только результатом оптимального соотношения размеров входящих в нее деталей.

Конечно, формирование и расчет размерных цепей — задача довольно трудоемкая. Но она заметно упрощается при использовании информационных технологий, которые находят все более широкое распространение в практике. Именно она способствует не только повышению качества ремонта агрегатов автомобилей, но и сокращению времени разработки технологических процессов ремонта.

Теперь непосредственно о предлагаемом методе. Его суть сводится к следующему: берется поступивший в ремонт агрегат и на него составляются схемы всех размерных цепей; из статистики реальной эксплуатации агрегата формируются основные значения интенсивностей износов и распределения размеров его деталей; определяются дефектные детали, которые необходимо заменить; используя размерный анализ, определяется перечень деталей, из которых впоследствии агрегат будет собран. Причем для подтверждения правильности выбора деталей, попадающих на сборку, проводится имитационное моделирование его эксплуатации во времени. И если по результатам моделирования послеремонтный ресурс окажется недостаточным, т. е. ниже ресурса нового агрегата, формулируются рекомендации об изменении перечня деталей, использующихся при сборке.

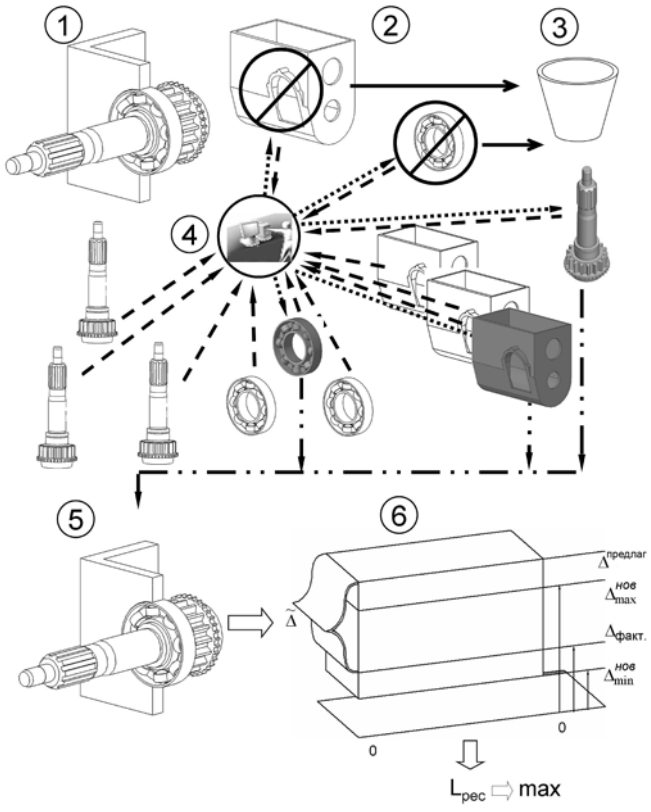

Рис. 1. Схема ремонта с применением программно-информационного комплекса:
1 — разборка изделия; *2* — его дефектация; *3* — брак; *4* — комплектация; *5* — сборка; *6* — поле допуска замыкающего звена сборочной размерной цепи

Для реализации рассмотренного выше процесса управления точностью сборки агрегата в Сибирском федеральном университете разработали программно-информационный комплекс, структура которого отражает основные этапы методики управления качеством ремонта агрегатов автомобиля. Он состоит из модуля структурной модели и модели размерных связей агрегата, а также алгоритмов — распределения (анализа) деталей и размерных связей по группам качества, выбора оптимальной стратегии восстановления ремонтных размеров деталей и принятия решений по размерам составляющих звеньев, моделирования скорости изнашивания деталей и ресурсов размерных связей; ранжирования размерных связей по значимости с точки зрения ремонта агрегата.

Процесс ремонта с использованием комплекса схематично показан на рис. 1. На нем штриховые стрелки означают пути информации для комплекса; пунктирные — рекомендации комплекса; штрихпунктирные — комплектацию сборочной единицы, сплошные — восстановление (при невозможности — утилизация).

Ремонт, как обычно, начинается с дефектации поверхностей деталей агрегата. Программа обрабатывает эту информацию и заносит ее в свою базу данных, а затем анализирует и сортирует детали по трем группам: "годные без восстановления", "требующие восстановления" и "негодные". Детали первых двух групп направляются на сборку. Туда же идут и новые детали, которые заменяют детали третьей группы, идущей в брак (отходы). Всю работу выполняет программно-информационный комплекс: именно он проводит размерный анализ и моделирование скорости изнашивания звеньев размерной цепи в процессе эксплуатации, основываясь на среднестатистических значениях действительных износов поверхностей, входящих в размерные цепи агрегата, при фиксированных наработках последнего.

Для оценки состояния ремонтной размерной цепи необходимо, очевидно, иметь базу сравнения. Такой базой служат значения зазоров и натягов в новом агрегате или узле, полученные в результате расчета размерных цепей. То есть точность, которую нужно достичь при восстановлении размерных цепей ремонтируемого агрегата, — это точность параметров сопряжений в новом агрегате.

Таким образом, специалисты Сибирского федерального университета создали "инструмент", позволяющий оценить состояние размеров деталей агрегатов, выработать и оценить рекомендации по формированию его сборочных комплектов. Причем инструмент эффективный. Результат моделирования и экспериментальных исследований показывает, что благодаря ему заметно (в среднем на 30 %) увеличивается послеремонтный ресурс как конкретных размерных цепей, так и всего агрегата в целом. Это хорошо видно из рис. 2, на котором для некоторых размерных цепей коробки передач приведены: отклонение межцентрового расстояния осей зубчатых колес постоянного зацепления и функции распределения ресурсов новой (*1*) и сформированной (*2*) по рассмотренной методике цепей (*а*), осевой зазор промежуточного вала и те же функции распределения (*б*), отклонение межцентро-

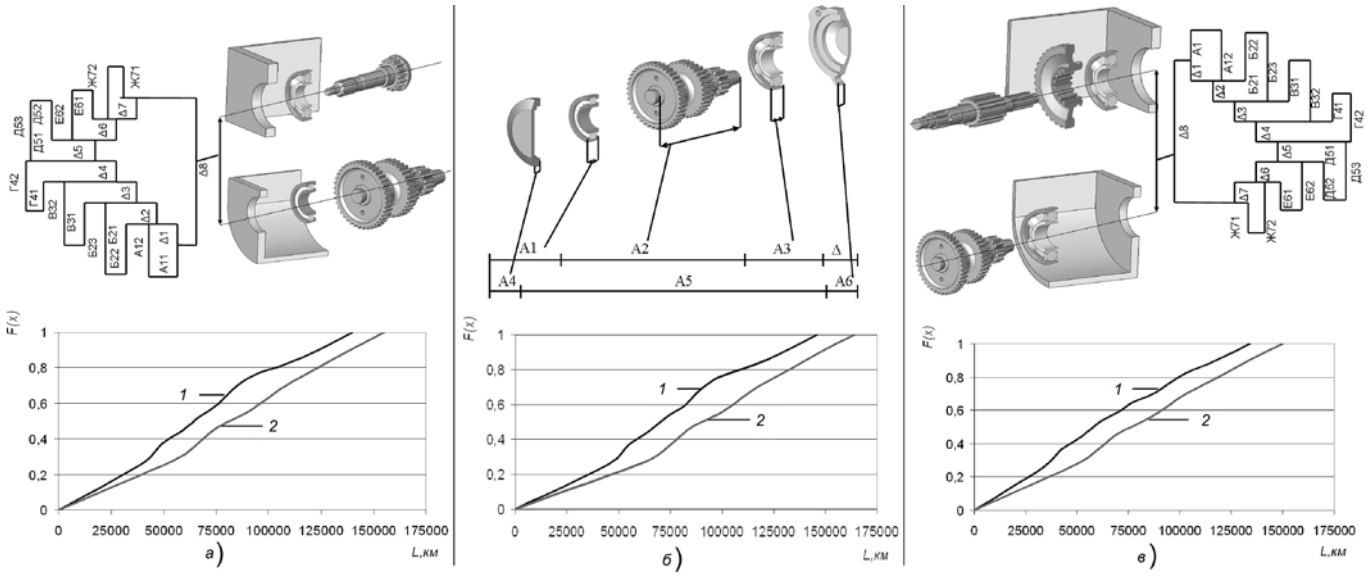

Рис. 2. Результаты экспериментального исследования размерных цепей коробки передач:
1 — новая размерная цепь; *2* — восстановленная размерная цепь

вого расстояния осей зубчатых колес первой передачи и те же функции распределения (*в*).

Так, из кривых следует, что в первом (*а*) случае ресурс размерной цепи восстановленного изделия превышает ресурс нового на 31 % (у нового ресурс равен 90,27 тыс. км пробега, значит, у восстановленного — 118,3 тыс. км), во втором (*б*) — на 24 % (95,64 и 118,6 тыс. км), в третьем (*в*) — на 30 % (118,5 и 154,1 тыс. км пробега).

Как видим, цифры говорят, что и заводам-изготовителям новых изделий рассмотренный метод был бы явно полезен.

Достоинства предлагаемого метода управления точностью размерных связей агрегата состоят в контроле размеров деталей на этапах дефектации и комплектования, управляемом процессе комплектации деталей при сборке, увеличении послеремонтной наработки на отказ по сравнению с новым агрегатом, снижении эксплуатационных затрат, повышении культуры производства. Недостаток же у него один — некоторое увеличение трудоемкости проведения ремонтных работ, что связано с контролем размеров деталей. Однако он окупается увеличением послеремонтной наработки (ресурса) изделий.

ТЕХНОЛОГИЯ, ОБОРУДОВАНИЕ, МАТЕРИАЛЫ

УДК 621.795.8

МАРКИРОВАНИЕ В АВТОМОБИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ: ВРЕМЯ ДИКТУЕТ СВОИ ЗАКОНЫ

Ю.А. ПОЛОЗОВ, А.Е. ГРУШОВЕНКО

ЗАО "Юнит Марк Про", Лаборатория систем идентификации

Маркирования — широко используемые на производстве технологии.

Так, личные клейма рабочих указывают на исполнителя работы; штампами ОТК отмечают годные изделия, прошедшие испытания; отметка "брак" предназначена для последующего управления негодной продукцией; номер чертежа используется для контроля правильного применения детали; а товарный знак производителя — для отличия идентичных по конструкции изделий других производителей. Как правило, такие традиционно применяемые отметки не предполагают индивидуальной маркировки отдельных деталей и автоматического считывания информации. А комплекс маркировок, в лучшем случае, позволяет установить изготовителя, вариант исполнения, дату изготовления (зачастую с точностью до месяца) и факт годности детали в момент контроля. Однако в условиях массового производства автомобилей требования к качеству продукции постоянно растут. В связи с этим появились дополнительные задачи, для решения которых обычного маркирования оказывается уже недостаточно. Необходим контроль правильного применения деталей и агрегатов в условиях конвейерной сборки, т. е. в жестких временных и пространственных рамках. В частности, обработка маркировочной информации должна давать немед-

ленный и точный ответ на вопрос о возможности установки конкретного узла на автомобиль. А поскольку известный афоризм "человеку свойственно ошибаться" актуален и по сей день, то процесс обработки данных следует полностью автоматизировать.

Кроме того, в автомобилестроении постоянно происходит совершенствование конструкций, технологий и используемых для изготовления узлов и деталей материалов. Поэтому в реальных условиях эксплуатации дефекты изделий требуется строго разделять на дефекты "старых" конструкций, технологий, материалов и "новых". (Это связано с традиционным наличием складских заделов и возможным несоблюдением принципа FIFO при сборке, который означает: первым загружен — первым выгружен.) И маркировка деталей и узлов должна давать возможность, во-первых, получить быстрый и точный ответ о варианте исполнения, материале, конструктивных и технологических изменениях, во-вторых — сохраняться как минимум в период гарантийного срока их эксплуатации.

Далее. В наше время многие вынуждены ремонтировать свои автомобили в несертифицированных сервисных предприятиях или у гаражных "умельцев", поскольку их услуги обходятся дешевле. В условиях тотальной подделки запасных частей, выпускаемых на рынок под марками добросовестных производителей, такая практика часто приводит к подмене изделий во время гарантийной эксплуатации. Значит, маркирование должно исключать или хотя бы затруднять такую подмену, защищая изготовителя от необоснованных претензий.

Наконец, еще сложнее решать проблемы отзыва продукции, тех же автомобилей, с недопустимыми дефектами, обнаруженными при проведении периодических испытаний или в эксплуатации. В этом случае завод отзывает все автомобили, на которые, возможно, были установлены дефектные детали. Что, естественно, слишком накладно: в реальном отзыве нуждаются лишь те, на которых стоят дефектные детали какой-либо одной из поставленных партий.

Очевидно, что привычные методы маркирования (клеймение, бирки, отпечатки от закладных деталей в литейных формах) не в полном объеме соответствуют перечисленным выше требованиям. Поэтому при внедрении системы менеджмента качества (что сейчас обязательно для изготовителей автокомпонентов) предприятия вынуждены разрабатывать и применять уже не просто системы маркирования, а системы идентификации своей продукции. То есть системы, позволяющие не только установить соответствие между объектом и информацией о нем, но и хранить сколь угодно долго информацию об идентифицированном объекте.

Многолетний опыт сотрудничества ЗАО "Юнит Марк Про", премьер-дистрибьютора корпорации "Брэди", и его партнеров из ОАО "АвтоВАЗ" и СП "Дженерал Моторс-АвтоВАЗ" позволил выработать основные требования к технологиям идентификации компонентов, используемых при сборке автомобилей. Это, во-первых, сохраняемость идентифицирующих признаков в период гарантийного срока эксплуатации изделия; во-вторых, сохраняемость информации в реальных условиях его работы (при воздействии температуры, агрессивных сред, неабразивном истирании и инсоляции); в-третьих, считываемость информации автоматизированным способом; в-четвертых, невозможность переноса идентификационного признака на несоответствующую деталь.

Состав данных требований к отдельным автокомпонентам по согласованию с задействованными подразделениями может быть уточнен, что обязательно вносится в конструкторскую документацию и технические условия на изготовление изделия.

Из технических методов идентификации автокомпонентов наибольшее развитие в настоящее время получила термотрансферная этикеточная технология. Суть ее, если говорить коротко, сводится к следующему: на вырубленные самоклеящиеся этикетки из полимерных материалов наносится идентификационная информация (логотип компании-производителя, чертежный номер узла, дата изготовления и индивидуальный номер детали). Причем основная ее часть повторяется в виде машиночитаемого штрих-кода, согласованного с производителем автомобилей. Например, сейчас ~10 крупных температурно-нагруженных, испытывающих воздействие агрессивных сред и эксплуатационных жидкостей узлов автомобилей ВАЗ и "Нива-Шевроле" маркируются с использованием материалов производства компании "Брэди", имеющих гарантированные свойства по стойкости к разным воздействиям. Контрольные свойства этих материалов позволяют также противостоять контрафактной продукции, так как при попытке отклеивания и переноса этикетки она либо расслаивается, либо разрушается, делая невозможным повторное ее использование.

Маркирование кабельных жгутов в автомобиле (помимо перечисленных требований) должно также обеспечивать механическую прочность идентификатора (так как во время технического обслуживания и возможных ремонтов существует опасность повреждения или полного разрушения метки).

Теперь коротко о формах промышленного маркирования, наиболее распространенных в мировой практике. Их три.

Первая: металлическая табличка. Она крепится к изделию и, по сути, представляет собой отдельную группу деталей — собственно табличка плюс средства для ее крепления на изделии (например, заклепки, реже — клей). Главные ее недостатки: высокие стоимость изготовления и трудоемкость установки; низкая технологичность — ее можно прикрепить не ко всем изделиям, поскольку необходимо иметь отверстия для крепежа.

Вторая: бирка, т. е. лист материала (обычно картон, ткань и пластик), прикрепляемый к маркируемому изделию с помощью гибкой связи — шнура, проволоки, пластикового хомута и т. п. Информация на нее может быть нанесена многими способами. Но она не может служить надежным средством идентификации изделия ввиду низкой сохранности и из-за того, что легко может быть перенесена или подделана.

Третья: маркирование непосредственно на материале изделия.

Перечисленные формы реализуются с помощью следующих методов.

1. Лазерным методом, основанным на испарении, изменении или разрушении кристаллической структуры материала лазерным лучом. Устойчивость лазерного маркирования к эксплуатационным условиям высокая (кроме случаев разрушения маркируемых деталей на глубину лазерной обработки). Маркирующие обозначения сохраняются в широком диапазоне температур и при воздействии большинства агрессивных сред, не разрушающих сам материал маркируемой детали.

2. Микрогравирование фрезой. Здесь рельефная идентификационная информация наносится на поверхность металлических и пластмассовых деталей с помощью специальных микрофрезерных головок, работающих под управлением систем ЧПУ. Что позволяет получить неуничтожаемую без изменения поверхности детали рельефную гравировку цифробуквенной информации. Возможно получение цветного изображений за счет снятия с деталей контрастно окрашенного покрытия на заданную глубину.

Устойчивость маркировки к эксплуатационным условиям высокая (кроме случаев разрушения маркируемых материалов): нанесенные обозначения сохраняются в широком диапазоне температур и при воздействии большинства агрессивных сред, не разрушающих материал самой детали.

3. Каплеструйный метод. Его основа — программно-управляемое микрокапельное, выполняемое в электростатическом поле нанесение на поверхность детали, этикетки или упаковки информации с помощью специальных чернил. Получил широкое распространение, например, для постоянного маркирования упаковки в высокопроизводительных линиях массового производства в пищевой и легкой промышленности. Сохранность маркировки на материалах, обладающих капиллярными свойствами (например, на ткани и бумаге), — высокая, однако с гладких поверхностей маркировка легко удаляется большинством органических растворителей.

Метод	Параметры сравнения				
	технологичность	возможность автоматизации и считывания	сохраняемость	себестоимость	трудоемкость подделки
Табличный	Низкая	Низкая	Высокая	Высокая	Низкая
Бирочный	Высокая	Удовлетворительная	Низкая	Удовлетворительная	Низкая
Лазерное гравирование	Удовлетворительная	Высокая	Высокая	То же	Высокая
Микрогравирование фрезой	То же	Низкая	То же	Низкая	То же
Каплеструйное маркирование	—"—	Удовлетворительная	Низкая	Низкая	Низкая
Ударный	—"—	То же	Высокая	То же	Удовлетворительная
Этикеточное маркирование	Высокая	Высокая	Удовлетворительная	Удовлетворительная	Высокая
Электролитическое маркирование	Низкая	Низкая	Высокая	Низкая	То же

4. Ударный метод объединяет ряд технологий, базирующихся на локальной холодной деформации материалов, широко применяется в машиностроении для маркирования металлических и пластиковых деталей. По видам используемого инструмента дает три типа маркирования: клеймение, маркировку, выполненную наборными (дисковыми) нумераторами, и с помощью программно-управляемой иглы. Главный недостаток — невозможность нанесения маркировки на хрупкие материалы. Поэтому применять его на механически нагруженных деталях допустимо только после проведения дополнительных испытаний на механическую прочность, так как маркировка создает места концентрации механических напряжений. Главное достоинство: маркирование иглой позволяет наносить машиночитаемое изображение (2D-код стандартизованной символики "Дейт Матрикс").

5. Самоклеющиеся этикетки наносятся на поверхность деталей, узлов, тары или упаковки. Изображения получают методом принтерной печати с программируемым управлением содержанием маркировки. Изображение, в принципе, может быть любой разрешающей способности, достаточной для визуального и машинного считывания информации. Но от подделок совершенно не защищено.

6. Электролитический метод относится к числу методов, позволяющих наносить информацию на металлические поверхности без их повреждения: электролитическое маркирование не влияет на структуру материала, обработанная поверхность не окисляется, не ржавеет. Маркировку можно удалить лишь стачиванием материала на ее глубину. И с технологической точки зрения процесс довольно прост: изображение обеспечивается электрохимическим травлением поверхности изделия с помощью трафарета (из металла, пластика и других материалов), куда заранее (различными методами — на специальных принтерах, лазерным методом и др.) нанесена требуемая информация.

Метод особенно удобен для партионной идентификации (когда на значительную партию изделий наносится одна и та же информация), а также для индивидуальной маркировки сложного и дорогостоящего инструмента, запасных частей, оборудования. Но неприемлем для окрашиваемых после маркирования изделий. Кроме того, он требует реализации мероприятий по охране труда (удаление продуктов испарения электролита).

Основные характеристики перечисленных выше методов приведены в таблице. Как из нее видно, фактически ни один из применяемых в мировой практике методов маркирования не отвечает всем перечисленным выше требованиям. Поэтому производителям и приходится, как правило, пользоваться одновременно несколькими из них.

УДК 621.43

Расчет допустимых значений суммарной неуравновешенной массы

Д-р техн. наук А.Д. НАЗАРОВ

В случае использования в двигателях V-8 ремонтных, конструктивно и технологически усовершенствованных деталей КШМ появляется дополнительный свободный суммарный неуравновешенный момент ΔM_R, вычисляемый по формуле № 1 (табл. 1). Дело в том, что масса ремонтных и усовершенствованных деталей КШМ практически всегда больше их номинальной массы, установленной при первоначальном проектировании двигателя. В результате на оси каждой шатунной шейки и возникает суммарная неуравновешенная масса $\Delta m_у$ деталей КШМ.

Момент ΔM_R нарушает уравновешенность двигателя, увеличивает нагрузки, действующие на коренные подшипники коленчатого вала, и неравномерность их распределения по ним, становясь причиной вертикальных, поперечных и осевых колебаний, прогиба и изгиба данного вала.

Все это повышает температуру коренных вкладышей и смазочного масла в коренных подшипниках, ведет к росту скорости δИ изнашивания, коэффициента $\xi_и$ неравномерности износа, овальности $\alpha_о$ и конусообразности $\alpha_к$ коренных шеек, скорости увеличения среднего зазора δΔ и коэффициента $\xi_Δ$ неравномерности зазора в коренных подшипниках, снижению относительного ресурса K_s, повышению вибрации V и шума p ДВС. То есть к ухудшению основных показателей качества новых и прошедших капитальный ремонт двигателей. Поэтому одним из реальных путей улучшения перечисленных показателей автор считает нормирование $\Delta m_у$. Причем как для восстановленных, так и для новых ДВС. Такое нормирование — дело, в принципе, вполне реальное. Например, исследования показали, что объективные и технически обоснованные значения допустимой $\Delta m_{уп}$ и предельно допустимой $\Delta m_{ун}$ суммарной неуравновешенной массы деталей КШМ можно получить, если их определять исходя из экспериментальных закономерностей влияния $\Delta m_у$ на перечисленные выше показатели. Однако, к сожалению, установление этих закономерностей требует больших затрат времени и средств, вызывает организационные, технические и экономические трудности. В связи с чем автор сделал попытку разработать расчетный метод нормирования $\Delta m_{уп}$ и $\Delta m_{ун}$. И исходил он из следующих соображений.

Очевидно, что значение $\Delta m_у$ пропорционально номинальной массе $m_{пр}$ приведенной к оси шатунной шейки коленчатого вала. Но ремонтные размеры деталей шатунно-поршневой группы (поршней, поршневых колец и шатунных вкладышей) всегда больше их номинальных значений. Следовательно, и фактическая масса этих деталей превышает номинальную. То же самое можно сказать и об усовершенствованных деталях, используемых на новых ДВС: любые конструктивные и технологические усовершенствования поршней и шатунов направлены, как правило, на их усиление, повышение прочности и снижение монтажных, силовых и температурных деформаций, что чаще всего связано с увеличением их массы. Например, для повышения износостойкости и надежности поршней под верхнее компрессионное кольцо устанавливают чугунную, а в их тело — стальную терморегулирующую вставки, которые, естественно, утяжеляют поршни.

Далее. Из формулы № 1 видно, что значение ΔM_R при неизменной $\Delta m_у$ прямо пропорционально квадрату частоты вращения коленчатого вала. Это означает, что при нормировании $\Delta m_у$ нужно учитывать также и максимальную частоту $n_м$ вращения коленчатого вала.

Таким образом, в общем случае $\Delta m_{уп}$ можно рассчитать по формуле № 2. Или, если отношение $m_{пр}/n_м^2$ выразить через c_{mn}, то — по формуле № 3.

Для определения значений входящих в данную формулу коэффициента $в_{mn}$ необходимо знать допустимую суммарную неуравновешенную массу $\Delta m_{упо}$ деталей КШМ конкретного двигателя, принимаемого за базовый, а затем значение этого коэффициента принять одинаковым для базового и однотипных с ним двигателей. Тогда значение $\Delta m_{упо}$ для базового двигателя будет определяться только параметром c_{mno}, который вычисляется по формуле № 4.

Для базового двигателя параметры c_{mno}, $m_{про}$ и $n_{мо}$ известны. Значение $в_{mn}$ дает формула № 5, а значение $\Delta m_{упо}$ — формула № 6. Или, если $m_{пр}/m_{про}$ и $m_{пр}/n_м^2$

Таблица 1

№ формулы	Формула	Примечание
1	$\Delta M_R = вn^2\Delta m_у$	$в$ — постоянный для каждой модели ДВС коэффициент; n — частота вращения коленчатого вала; $\Delta m_у$ — суммарная неуравновешенная масса деталей КШМ
2	$\Delta m_{уп} = \frac{в_{mn} m_{пр}}{n_м^2}$	$в_{mn}$ — постоянный коэффициент
3	$\Delta m_{уп} = в_{mn} c_{mn}$	—
4	$c_{mno} = \frac{m_{про}}{n_{мо}^2}$	$m_{про}$ — приведенная к оси шатунной шейки масса деталей шатунно-поршневой группы базового двигателя; $n_{мо}$ — максимальная частота вращения его коленчатого вала
5	$в_{mn} = \frac{\Delta m_{упо}}{c_{mno}}$	—
6	$\Delta m_{уп} = \frac{\Delta m_{упо} c_{mn}}{c_{mno}}$	—
7	$\Delta m_{уп} = \Delta m_{упо} k_m k_n$	—
8	$\Delta m_{уп} = k_{mn}\Delta m_{упо}$	—
9	$\Delta m_{ун} = \Delta m_{уп} + m_{нгс}$	$m_{нгс}$ — среднее значение приведенной к оси шатунных шеек масс нагара и смол на поршне и поршневых кольцах, продуктов изнашивания в полости шатунных шеек

Таблица 2

Параметр	Значение параметра для двигателя рабочим объемом, л							
	4,25	5,53	6,00	6,96	7,00	8,74	10,85	14,86
$в$, 10^{-4} м^2/с^2	1,7060	1,7060	2,2400	2,2400	2,2400	2,8911	3,2456	4,8546
$m_{пр}$, г	117,9	126,6	172,4	178,1	179,8	313,3	435,2	567,6
$n_м$, мин$^{-1}$	3200	4300	3200	4400	3200	2800	2600	2300
c_{mn}, 10^{-5} г · мин$^{-2}$	1,1514	0,6847	1,6836	0,9199	1,7559	3,9962	6,4379	10,7297
$в_{mn}$, 10^5 мин$^{-2}$	2,754	2,754	2,754	2,754	2,754	2,754	2,754	2,754
k_m	1,0000	1,0738	1,4623	1,5106	1,5250	2,6573	3,6913	4,8142
k_n	1,000	0,5538	1,000	0,5289	1,000	1,3061	1,5148	1,9350
k_{mn}	1,000	0,5947	1,4623	0,7990	1,5250	3,4707	5,5916	9,3188
$m_{нгс}$	3,041	2,649	3,573	3,142	3,726	4,293	4,261	6,366

Примечание. Двигатели рабочим объемом 8,74; 10,85 и 14,86 л — дизели, остальные — карбюраторные.

Таблица 3

Параметр	Значение параметра для двигателя рабочим объемом, л							
	4,25	5,53	6,00	6,96	7,00	8,74	10,85	14,86
$\Delta m_{уп}$, г	3,171	1,886	4,637	2,534	4,836	11,006	17,731	29,550
$\Delta m_{ун}$, г	6,212	4,535	8,210	5,676	8,562	15,299	21,992	35,916

обозначить соответственно через k_m и k_n — формула № 7. Но так как данные коэффициенты для конкретных моделей и конструкций двигателей постоянны, то их произведение можно обозначить как коэффициент k_{mn}. Значит, окончательно формула для $\Delta m_{уп}$ примет вид формулы № 8. Отсюда можно сделать вывод: допустимые значения суммарной неуравновешенной массы деталей КШМ однотипных с базовым двигателей определяются конструктивным коэффициентом k_{mn}.

При известной $\Delta m_{уп}$ предельно допустимое значение $\Delta m_{ун}$ суммарной неуравновешенной массы деталей КШМ для однотипных с базовым двигателей определяют как сумму $\Delta m_{уп}$ и $m_{нгс}$ (формула № 9).

Как видим, попытка, сделанная автором, оказалась успешной: изложенное выше и приведенные формулы свидетельствуют о том, что, зная допустимую суммарную неуравновешенную массу $\Delta m_{упо}$ базового двигателя, массу $m_{пр}$ деталей его шатунно-поршневой группы, массу $m_{нгс}$ продуктов изнашивания и нагара, максимальную частоту вращения коленчатого вала базового и однотипных с ним двигателей, значения рассматриваемых масс рассчитать можно.

Что и было сделано применительно к ряду двигателей типа V-8. При этом в качестве исходных были взяты данные из табл. 2. Значения $\Delta m_{уп}$ и $\Delta m_{ун}$, полученные в соответствии с рассмотренным методом и данными табл. 2, приведены в табл. 3. Причем за базовый принят двигатель рабочим объемом 4,25 л, для которого значения указанных масс установлены экспериментальным путем, исходя из влияния $\Delta m_у$ на его основные качественные показатели (δИ, $\xi_и$, $\alpha_о$, $\alpha_к$, δΔ, $\xi_Δ$, K_s, V и p).

На значение конструктивного коэффициента k_{mn}, определяющего допустимые суммарные неуравновешенные массы деталей КШМ однотипных с базовым двигателей в зависимости от их конструктивных особенностей и назначения, решающее влияние оказывает приведенная к оси шатунных шеек масса деталей шатунно-поршневой группы (двигателей рабочим объемом 6,0; 7,0; 8,74; 10,85 и 14,86 л) или максимальная частота вращения коленчатого вала (для двигателей рабочим объемом 5,53 и 6,96 л), оцениваемая коэффициентом k_m или k_n. При этом для всех однотипных с базовым двигателей $k_m > 1$, и он резко увеличивается с ростом $m_{пр}$ (см. табл. 2). Например, для дизелей он в 1,742—4,483 раза больше, чем для карбюраторных двигателей. Для ДВС рабочим объемом 6,0 и 7,0 л коэффициент $k_n = 1$, так как значения $n_м$ у них и у базового двигателя одинаковы. Карбюраторные двигатели рабочим объемом 5,53 и 6,96 л имеют $k_n < 1$, а у всех дизелей он больше единицы.

Из той же табл. 2 также следует, что значения коэффициента k_{mn} для высокоскоростных карбюраторных двигателей рабочим объемом 5,53 и 6,96 л меньше единицы, а для остальных — выше. Поэтому и значения $\Delta m_{уп}$ для первых меньше, чем у базового двигателя, а для остальных — больше (см. табл. 3). Массы $\Delta m_{уп}$ и $m_{нгс}$ для карбюраторных двигателей — одного порядка. В этой связи обе они определяют $\Delta m_{ун}$ упомянутых двигателей. Для дизелей же $\Delta m_{уп}$ в 2,564—4,642 раза больше $m_{нгс}$, из-за чего для них $\Delta m_{ун}$ определяется $\Delta m_{уп}$.

Таким образом, предлагаемый вниманию читателей расчетный метод определения допустимых и предельно допустимых значений суммарной неуравновешенной массы деталей КШМ вполне способен заменить весьма трудоемкий и дорогостоящий экспериментальный способ. И тем самым — обеспечить выпуск двигателей из производства и ремонта с допустимыми (нормированными) значениями $m_{уп}$ и $m_{ун}$. То есть снизить показатели и неравномерности изнашивания коренных подшипников коленчатых валов, повысить долговечность и вероятность безотказной работы, уменьшить вибрации и шумность ДВС.

УДК 629.1.053.1

Позиционирование автомобиля на измерительном участке

В.В. БОКУТЬ, канд. техн. наук Э.Б. КУНОВСКИЙ

МАЗ

При испытаниях автомобилей на соответствие требованиям Правил № 51 ЕЭК ООН обычно используются так называемые проездные системы. В них местоположение автомобиля на измерительном участке определяется с помощью доплеровского радара. Информация с него, в конечном счете, поступает в компьютер, где с помощью программного обеспечения обрабатывается и выдаются соответствующие данные, а также данные об уровнях шума на боковых поверхностях автомобиля.

На МАЗе такой системы нет. Но есть собственная система (рис. 1) на базе двухканального анализатора спектра фирмы "Ларсен-Девис", которая, судя по опыту, ни в чем не уступает системам зарубежным.

Система работает следующим образом.

На переднем бампере автомобиля устанавливается инфракрасный щелевой передатчик, который излучает на край измерительного участка полосу инфраизлучения, попадающую на фотоприемники *2*. Эти приемники расположены вдоль измерительного участка через 0,5—1 м, и каждый из них по сигналам передатчика формирует импульс напряжения, поступающий в блок *3* приема и управления измерительной системы и обеспечивает пуск анализатора спектра.

Измерительный участок разбит на три зоны: центральную — протяженностью 20 м, которая и представляет собой собственно измерительный участок, и две зоны по 10 м (слева и справа), предназначенные для выбега автомобиля. Здесь следует отметить, что испытатель, в зависимости от направления движения последнего, имеет возможность отключить (на схеме не показано) часть линейки фотодетекторов, которая находится перед измерительным участком.

Зная номера датчиков и расстояние между ними, легко вычислить, на какие поверхности автомобиля попадут "пятна" акустических контактов микрофонов, а также, при необходимости, рассчитать скорость движения автомобиля.

Как следует из рис. 1, позиционирование автомобиля на измерительном участке осуществляется за счет фотодетекторов, которые состоят из инфракрасных датчиков и передатчиков. Они, так сказать, главное звено системы. Поэтому остановимся на них подробнее.

При проезде автомобиля измерительного участка излучение одного из передатчиков, обращенного к фотодетекторам, попадает на последние, обеспечивая тем самым поочередное формирование короткого импульса для управления анализатором спектров. Чтобы увеличить помехоустойчивость тракта управления анализатором и исключить ложные срабатывания фотодетекторов от солнечного излучения, использована кодово-импульсная модуляция инфракрасного излучения передатчиков. Эта функция реализуется с помощью встроенного в передатчик микропроцессора P1C12C508 на основе "зашитой" в него микропрограммы.

Принципиальная электрическая схема инфракрасного передатчика представлена на рис. 2.

Сам передатчик представляет собой генератор инфракрасного излучения с частотой модуляции 56 кГц и служит для засветки линейки фотодетекторов. Он содержит микропроцессор DD1 со схемой начальной установки, выполненной на транзисторе VT1, и выходной транзисторный ключ (VT2), в коллекторную цепь которого включен инфракрасный светодиод VD3. Передатчик питается от аккумуляторной батареи автомобиля через стабилизатор напряжения DA1. Встроенное программное обеспечение микропроцессора обеспечивает формирование кодовой последовательности из пяти импульсов, из которых два первых являются стартовыми и служат для синхронизации работы приемника.

Конструктивно передатчик размещен в алюминиевом корпусе с нарезанной на нем резьбой для крепления его на автомобиле. Для формирования диаграммы направленности его излучения в виде узкого вертикального луча используется цилиндрическая линза, установленная перед светодиодом.

Принципиальная электрическая схема фотодатчиков (линейки светодиодов) приведена на рис. 3. Она выполнена на

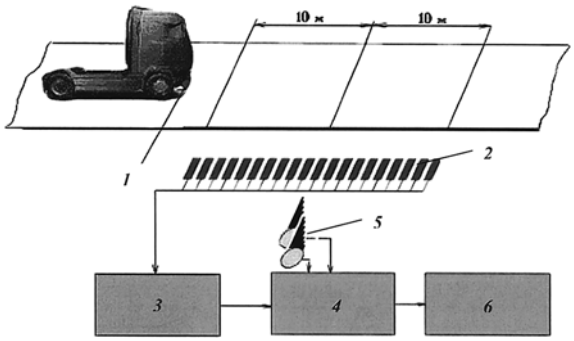

Рис. 1. Структурная схема проездной системы испытаний АТС, используемая на МАЗе:

1 — инфракрасный передатчик на автомобиле; *2* — фотодетекторы; *3* — блок приема и управления; *4* — анализатор спектра LD2900; *5* — узконаправленные акустические антенны, устанавливаемые на высоте 60 и 120 см; *6* — мобильный компьютер

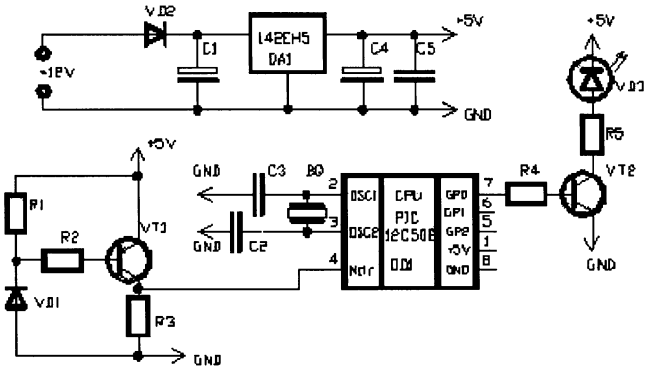

Рис. 2. Принципиальная электрическая схема инфракрасного датчика

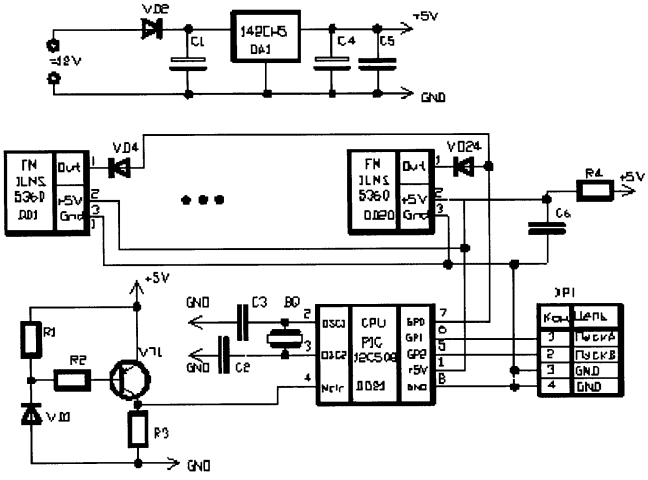

Рис. 3. Принципиальная электрическая схема фотодатчиков (фотодетекторов)

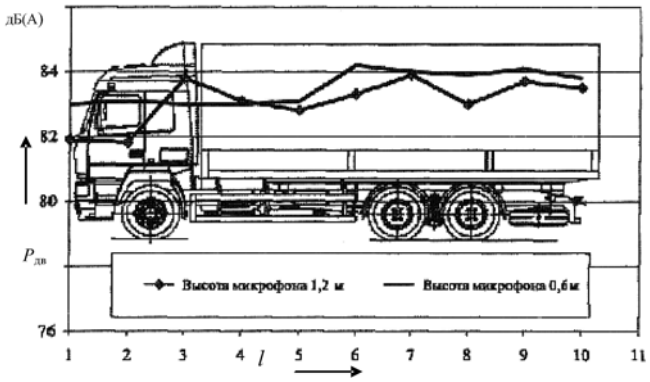

Рис. 4. Распределение уровней звукового давления $p_{зв}$ вдоль боковой поверхности трехосного МАЗа при его проезде измерительного участка на четвертой передаче в коробке передач

основе фотомодулей ILMS5360, которые согласованы по частоте излучения и модуляции с инфракрасным передатчиком. Фотомодули расположены, как уже упоминалось, на фиксированном расстоянии друг от друга, их выходы объединены по схеме "или" через диоды. Питаются они от аккумуляторной батареи через стабилизатор напряжения DA1 и фильтр C5, R4.

Сигналы, принятые от передатчика поступают на микропроцессор DD1, который дешифрует кодовую последовательность и формирует импульс для запуска анализатора спектра.

В результате каждый запомненный анализатором спектр шума оказывается "привязанным" к определенной точке измерительного участка и тем самым — к положению на нем автомобиля.

Используемая схема позиционирования автомобиля на измерительном участке позволяет обеспечить привязку уровней звукового давления, зафиксированных во время измерений к его боковым поверхностям. Результат такой привязки показан на рис. 4.

Как видим, МАЗу удалось построить проездную систему испытаний без закупки дорогостоящего импортного оборудования и обеспечивать, что самое главное, достаточную для инженерной практики точность измерений. Систему, которая позволяет получить характеристики распределения уровней звукового давления вдоль боковых поверхностей большегрузного автомобиля, по точности ни в чем не уступающие характеристикам, получаемым с помощью импортных проездных систем испытаний.

УДК 621.431.73-843.6

Измерительный комплекс для исследований ДВС

В.Г. ПАТОКА, канд. техн. наук А.А. МАКУШИН, д-р техн. наук А.К. ЮЛДАШЕВ

КамАЗ, Камская ИНЭКА, КГСХА

Доля неустановившихся режимов работы автомобильных, тракторных и других ДВС мобильных машин может достигать 90 %. Информационные составляющие сигналов на таких режимах изменяются незначительно. Типичный пример — изменение частоты вращения коленчатого вала при разгоне машины. Поэтому выделить их на фоне сигналов высокого уровня достаточно трудно, требуются технические средства с широкими диапазонами измерений и преобразований, большим объемом памяти и быстродействием. И такие средства есть. В частности, на КамАЗе работает специальный измерительный комплекс, предназначенный для определения мощностных, экономических и экологических показателей и анализа эксплуатационных характеристик двигателей как на установившихся, так и неустановившихся режимах.

Данный комплекс (его структурная схема показана на рис. 1) имеет в своем составе: доработанный индукторный электрический тормозной стенд фирмы "Хоффман", датчики крутящего момента, частоты вращения коленчатого вала ДВС, давления в его системе смазки, тензо- и вычислительную станции на основе персонального компьютера с установленным в нем аналого-цифровым преобразователем (АЦП); осциллограф для тарировки этих датчиков; усилительную станцию, включающую тензоусилитель и усилитель для индуктивного дифференциального датчика давления; прибор для замера расхода топлива. Для обработки, расчета дополнительных параметров и их записи был разработан автоматизированный комплекс, включающий в себя датчики, усилители сигналов, "сердце" комплекса — аналого-цифровой преобразователь (АЦП) на основе платы L-305, ЭВМ и средство вывода информации (монитор, принтер), а также специальное программное обеспечение, позволяющее вести регистрацию, обработку и запись полученных показателей.

В комплексе использована плата L-305 — быстродействующее и надежное устройство для ввода, вывода и обработки аналоговой и цифровой информации в персональных IBM-совместимых компьютерах. (Ее можно рассматривать как удобное средство для многоканального сбора информации и законченную систему с собственным процессором, реализующим свои алгоритмы обработки сигналов на уровне программирования и установленным на плате сигнального процессора американской фирмы "Аналог Дивайсез"). На плате имеется один аналого-цифровой преобразователь, на вход которого с помощью коммутатора может быть подан один из 16 или 32 аналоговых каналов с ее внешнего разъема.

Есть на плате и цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП), который выдает постоянное напряжение в соответствии с записанным в него цифровым кодом. Параметры цифро-аналогового преобразователя: разрядность 12 бит; время установления 10 мкс; выходной диапазон ±5,12 В. На плате имеются цифровые входные и выходные ТТЛ (транзисторно-транзисторная логика) линии, при помощи которых можно управлять внешними устройствами, осуществлять цифровую синхронизацию ввода и т. п.

Автоматизированный комплекс позволяет вести непрерывное наблюдение и запись шести параметров — частоты вращения коленчатого вала двигателя, его крутящего момента, расхода топлива и воздуха, мощности двигателя и коэффициента избытка воздуха в его камере сгорания.

Сигналы, поступающие с датчиков, усиливаются, если это необходимо, и поступают в АЦП, где они переводятся в сигналы, понятные для ЭВМ, и с помощью программного обеспечения обрабатываются, результаты обработки записываются и выводятся на монитор или принтер.

В качестве загрузочного устройства ДВС используется серийный индукторный тормоз производства фирмы "Хоффман". Максимальная поглощаемая устройством мощность равна

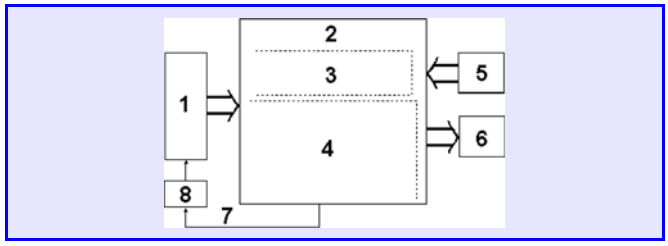

Рис. 1. Структурная схема автоматизированного измерительного комплекса:
1 — ДВС; *2* — автоматизированная измерительная система; *3* — аппаратная ее часть (датчики, унифицированный измерительный преобразователь, плата L-305 ввода-вывода); *4* — программная часть; *5* — пульт управления; *6* — устройство отображения, индикации и регистрации данных; *7* — канал управления; *8* — исполнительное устройство

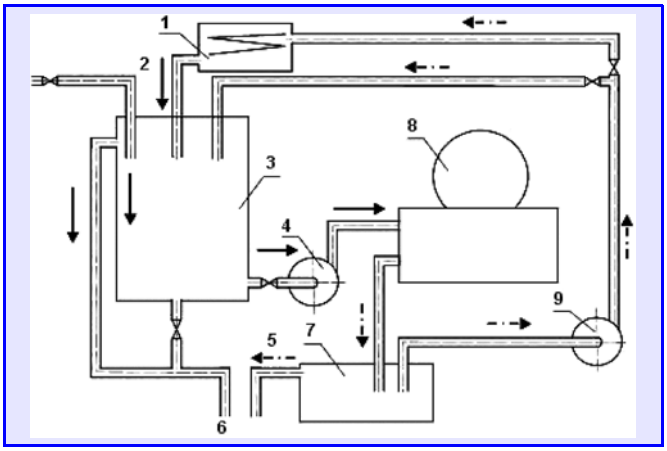

Рис. 2. Двухконтурная система охлаждения индукторного тормоза:
1 — охладитель (радиатор); *2* — движение холодной воды; *3* — аккумулирующая емкость; *4* и *9* — насосы; *5* — движение нагретой воды; *6* — отвод в канализацию; *7* — емкость; *8* — загрузочное устройство

330 кВт, максимальная частота вращения и сила торможения (у рычага 716,2 мм) — соответственно 6500 мин$^{-1}$ и 1766 Н (180 кгс). На тормозе предусмотрена регистрация трех параметров: температуры охлаждающей жидкости на выходе его собственной системы охлаждения, а также крутящего момента и частоты вращения коленчатого вала двигателя.

Поглощаемая индукторным тормозом "Хоффман" мощность регулируется путем изменения величины тока в обмотке возбуждения. Причем регулятор построен на мощных транзисторах, работающих в линейном, т. е. тяжелом, режиме. Поэтому, чтобы снизить мощность, рассеиваемую на коллекторе транзистора, фирма входной каскад регулятора выполнила на нескольких параллельно включенных транзисторах, в цепь которых введены балластные сопротивления. Однако решение себя не оправдало: сопротивление в цепи базы транзистора дестабилизируется положением рабочей точки на вольтамперной характеристике, что делает работу регулятора ненадежной: мощные транзисторы выходных каскадов часто выходят из строя. В связи с чем разработчикам комплекса пришлось заменить штатный регулятор на ключевой. Он состоит из набора мощных (до 10 А) транзисторных ключей, позволяющих дискретно задавать необходимый ток возбуждения, определяемый нагрузочным сопротивлением и сопротивлением коллекторной цепи соответствующего ключа.

Схема получилась весьма надежной, так как мощность, развиваемая на коллекторе транзистора в режиме насыщения, на порядок ниже, чем в линейном режиме.

Вторая доработка индукторного тормоза фирмы "Хоффман" — замена штатной системы охлаждения тормоза на автономную, имеющую два круга циркуляции — малый и большой (рис. 2).

Первый из них предназначен для непродолжительных (не более 4 ч) испытаний двигателя. Он состоит из аккумулирующей емкости *3* объемом 1,7 м^3, насоса *4*, рубашки загрузочного устройства *8*, емкости *7*, насоса *9*. Аккумулирующая емкость может подпитываться водой из водопровода со сливом ее избытка в канализацию.

Второй круг циркуляции включает ту же аккумулирующую емкость *3*, насос *4*, рубашку загрузочного устройства 8, линию слива в емкость *7*, насос *9*, а также охладитель (радиатор) *1*.

Для контроля за температурой воды на входе и выходе охлаждающей жидкости в тормоз встроены датчики температуры. При этом на входе температура должна быть не выше 313 К (40 °С), а на выходе — не выше 333 К (60 °С). Подача подпитывающих насосов — 30 л/мин при давлении 0,3—0,4 МПа (3—4 кгс/см^2).

Стенд питается от выпрямительного устройства, максимальный ток — 200 А, напряжение — 60 В. Причем последнее можно регулировать.

Тензометрическое устройство представляет собой консольно закрепленную балку равного сопротивления, которая воспринимает реакцию статора. На нее наклеен тензометрический мост, который составлен из тензорезисторов ПКБ-10 на бумажной основе. В качестве усилителя тензотоков используется усилитель "Топаз-3.01".

Замер мгновенного расхода воздуха состоит (рис. 3) из установленной во впускном трубопроводе *8* двигателя *9* дроссельной диафрагмы *1*, тензометрического датчика *2* и усилителя *3*. Перепад давления по двум трубкам подается в корпус датчика, где между фланцами закатана стальная гофрированная мембрана. На центр мембраны через шарик опирается балочка с проволочными тензодатчиками. Изменение перепада давлений в дросселе, вызванное изменением расхода воздуха, приводит к прогибу балочки, которая тем самым непрерывно фиксирует перепад давления на дроссельной диафрагме. Для уменьшения пульсаций в схему введены ресиверы *4* объемом 400 см^3. Для измерения среднего расхода воздуха имеется второй ресивер *5*, дроссельный прибор *6* и дифференциальный манометр *7*.

Функциональная схема измерителя давления (рис. 4) включает: измерительный мост *1*, служащий для преобразования давления в электрический сигнал; дифференциальный усилитель *2*, предназначенный для усиления сигнала разбаланса измерительного моста; генератор *3* синусоидального сигнала, питающего измерительный мост; регулируемый усилитель *4* напряжения, который усиливает электрический сигнал и имеет переменный коэффициент усиления ($K \leqslant 100$); амплитудный детектор *5* (выделяет огибающую амплитудно-модулированного сигнала); усилитель 6 напряжения информативного сигнала и компенсации его начального смещения; усилитель *7* переменной составляющего сигнала для выделения из полного информативного сигнала переменной его составляющей и ее усиления, имеет два ($K_{u1} = 5$; $K_{u2} = 10$) фик-

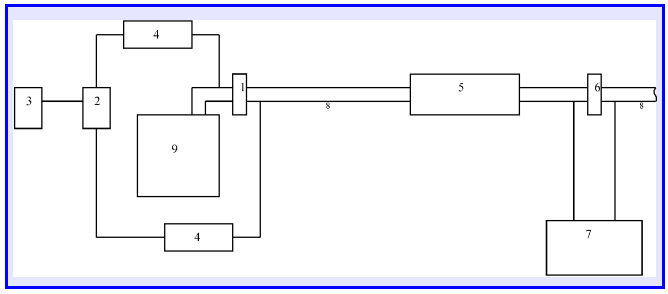

Рис. 3. Замер мгновенного расхода воздуха:
1 — дроссельная диафрагма; *2* — тензометрический датчик; *3* — усилитель; *4* — ресиверы; *5* — второй ресивер; *6* — дроссельный прибор; *7* — дифференциальный манометр; *8* — впускной трубопровод; *9* — двигатель

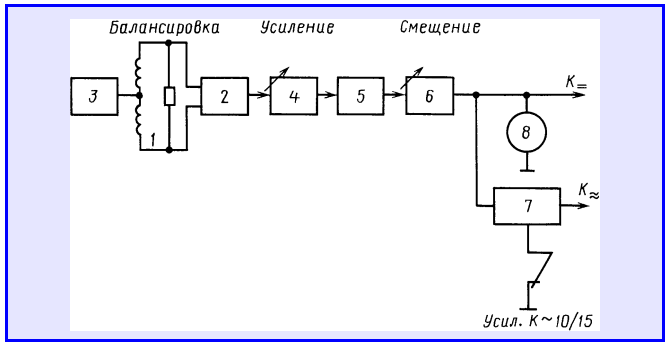

Рис. 4. Функциональная схема измерителя давления:
1 — измерительный мост, служащий для преобразования величины давления в соответствующий электрический сигнал; *2* — дифференциальный усилитель; *3* — генератор синусоидального сигнала; *4* — регулируемый усилитель напряжения; *5* — амплитудный детектор; *6* — усилитель напряжения; *7* — усилитель переменной составляющей сигнала; *8* — миллиамперметр

сированных коэффициента усиления; миллиамперметр *8* для визуального наблюдения за величиной выходного сигнала.

Расход топлива при снятии стационарных характеристик двигателя измеряется стандартным способом, т. е. с помощью настольных циферблатных весов мод. ВНЦ-2, а мгновенный его расход — по величине хода рейки ТНВД и частоте вращения коленчатого вала. Причем положение рейки регистрируется реохордным датчиком, созданным на базе резистора СП3-23А.

В качестве датчика для измерения частоты вращения коленчатого вала двигателя используется датчик на основе оптопары "светодиод—оптодиод ФД-256" и диска с прорезями, который крепится к валу тормоза.

Система обработки информации выполнена на базе персонального компьютера класса IBM PC и представляет собой набор разработанного специализированного программного обеспечения, которое задает режим вывода данных для платы L-305 (программный режим или режим прямого доступа к памяти) и параметры ввода (длина выборки, частота дискретизации); калибрует датчики, аппроксимирует их характеристики, вычисляет коэффициенты аппроксимирующих характеристик; опрашивает каналы АЦП; вычисляет показатели ДВС по заданным алгоритмам на основании собранных данных; строит его скоростные характеристики по вычисленным показателям; рассчитывает коэффициенты дифференциальных уравнений, описывающих ДВС как динамическую систему; заносит собранные данные и результаты вычислений в архив (базу данных) и считывает данные из него; визуализирует в графическом и табличном виде данные и результаты вычислений.

ИНФОРМАЦИЯ

За рубежом

УДК 629.113/.115(510)

Автомобильная промышленность Китая и ВТО

Н.А. ХРУСТАЛЕВА

Московский институт управления

Китай вступил в ВТО в 2001 г. Однако многие преференции, которые он получил в ходе переговоров, длившихся в течение 15 лет, помешали ему приобрести статус полноправного участника этой международной организации. Тем не менее у него теперь есть ряд преимуществ перед нечленами ВТО. Основные из них — возможность участия в международном механизме разрешения торговых споров. Кроме того, в ноябре 2007 г., т. е. через шесть лет после присоединения к ВТО, он добился включения своего представителя в высшие судебные инстанции организации в качестве члена апелляционного органа, выносящего окончательные решения по таким спорам.

Но не только. Вступление в ВТО позволило Китаю расширить свое присутствие на ведущих мировых рынках и прежде всего — на рынках США и ЕС. В частности, его автомобильная промышленность чувствует себя на рынках этих регионов все более уверенно как в сегменте готовых АТС, так и в сегменте автомобильных компонентов. Причем без ущерба стратегии, реализуемой правительством Китая в отношении своей автомобильной промышленности и направленной на защиту национальных автопроизводителей от возможных негативных последствий членства в ВТО.

Таким образом, те, кто утверждает, что преимущества, полученные национальной автомобилестроительной отраслью в ходе реализации стратегии правительства и вступления в ВТО, позволяют Китаю в настоящее время активно наращивать объемы экспорта готовых АТС и, особенно, автомобильных компонентов, а также использовать прямые иностранные инвестиции для активной экспансии на внешние рынки, во многом правы. Однако эти успехи пришли далеко не сразу. Чтобы их добиться, потребовалось 20 лет и четыре стадии развития, представляющие собой переход от планового хозяйства к свободному рынку.

Первая стадия завершилась в 1985 г. Ее характерные особенности — значительная помощь в создании автомобилестроения со стороны СССР, преобладание режима плановой экономики, отсутствие рыночной конкуренции, закрытость для импорта и иностранных инвестиций, производство АТС полностью в режиме государственных закупок, узость модельного ряда, отсталость технологий.

Вторая — 1985—1997 гг. В этот период начинались и велись переговоры о вступлении Китая в ВТО; в автомобилестроительной отрасли появились первые совместные предприятия. Однако национальные автопроизводители были защищены жесткой протекционистской политикой государства — высокими пошлинами, лицензированием и квотированием деятельности зарубежных фирм. Причем иностранные инвестиции направлялись, в основном, в производство легковых автомобилей. Но несмотря на такие ограничения, зарубежные фирмы все-таки шли на организацию СП. И первой из них стала немецкая "Фольксваген": она в середине 1980-х годов создала СП с китайскими предпринимателями.

За ней в начале 1990-х годов по такому же пути пошли "Пежо" и "Судзуки". И причин тому две. Во-первых, автомобильный рынок Китая характеризовался высокими ценами, следовательно, и высокими прибылями автопроизводителей; во-вторых, в феврале 1994 г. правительство Китая одобрило "Промышленную политику для автомобильной промышленности" — первый официальный документ, определяющий курс развития автомобилестроения в стране и нацеленный на преодоление фрагментарности и децентрализации производства, интеграцию большого числа мелких экономически неэффективных предприятий и тем самым — улучшение качества выпускаемой ими продукции и повышение их экономической эффективности. Причем достижение этих целей должно идти под еще более жестким контролем государства. В частности, планы крупномасштабного строительства или новые инвестиции из источников внутри страны должны одобряться либо государственной комиссией по планированию, либо государственной комиссией по экономике и торговле; все потоки прямых иностранных инвестиций — правительством страны; иностранные инвесторы, чтобы получить право на создание СП, — иметь собственные патенты и торговые марки, производственные технологии, независимые международные каналы сбыта, соответствующие возможности финансирования, а в случае производства готовых автомобилей или автомобильных двигателей китайский партнер зарубежного автопроизводителя — получить в собственность не менее 50 % активов СП.

Были и другие требования в отношении СП. Например, зарубежный участник СП должен открыть в Китае собственное предприятие по проведению НИОКР, выпускать продукцию, соответствующую международным техническим стандартам, использовать преимущественно автокомпоненты, произведенные в Китае. Импорт новых АТС документ разрешал только через четыре порта и два сухопутных пропускных пункта, а импорт АТС, бывших в употреблении, запрещен вообще. Размеры импортных пошлин на автокомпоненты и запасные части зависели от конечной стоимости автомобиля, а также доли импортных компонентов в ней.

В июне 1997 г. появился правительственный документ, еще более усиливающий контроль над осуществлением новых проектов в автомобильной промышленности. В соответствии

с ним, государственные комиссии по планированию и по экономике и торговле должны были рассматривать все, независимо от источника финансирования, бюджета, типа производимой продукции или собираемой продукции, отраслевые проекты. Тем не менее рост иностранного участия в автомобилестроении продолжался, с одобрения государства появлялись новые СП. Причем после 1998 г. (третий этап развития) этот процесс значительно ускорился, в том числе из-за снижения средней ставки импортных пошлин (с 43 % в 1991 г. до 20 % в 1997 г.) В число участников вошли "Дженерал Моторс", "Форд", "Ниссан". Это несмотря на то, что деятельность находится под жестким контролем со стороны государства (ограничена доля собственности иностранных партнеров, введены требования по использованию местных ресурсов, контролируется продажа готовой продукции). Срабатывает главное: в силу низкого уровня производственных издержек СП для иностранных автопроизводителей в Китае более прибыльны, чем в других странах. И вот результат: с 1995 по 2001 г. производство легковых АТС увеличивалось на ~70 тыс. ед. в год, и в 2001 г. их было произведено 670 тыс.

После 2001 г. началась четвертая стадия развития китайского автомобилестроения. Китай вступил в ВТО и снизил импортные пошлины на новые АТС, отменил квоты, ослабил, а после 2006 г. отменил меры, ограничивающие приток иностранных инвестиций в сферы продаж и производства АТС. Поэтому уже в 2002 г. выпуск легковых автомобилей превысил 1 млн, а с 2003 по 2005 г. ежегодный прирост их производства составил в среднем 650—700 тыс. шт. в год. В итоге конкуренция на рынке ужесточилась, что привело к повышению качества продукции, расширению ее модельного ряда, снижению цен. Но правительство Китая по-прежнему рассматривает автомобилестроение как политически и экономически важный стратегический сектор, поэтому сохраняет контроль над отраслью и продолжает стратегию поддержки национальных фирм. Достаточно сказать, что в настоящее время практически в каждой провинции страны созданы и работают местные автомобилестроительные предприятия, финансируемые государственными банками. Правда, национальная комиссия по развитию и реформам Китая в июне 2004 г. заменила рассмотренную выше "Промышленную политику" 1997 г. новым документом, который называется "Политика развития автомобильной промышленности" и разработан с учетом участия страны в ВТО. Однако данный документ сохраняет требования по ограничению доли собственности иностранных инвесторов в СП, не превышающей 50 %. Хотя и допускает, что эта доля по решению правительства может быть увеличена для предприятий, продукция которых ориентирована на экспорт и которые размещены в зонах, позволяющих осуществлять экспортные операции. Несколько изменена и система оформления инвестиционных проектов: вместо их одобрения правительством теперь дело сводится к их экспертизе и регистрации в региональных отделениях национальной комиссии по развитию и реформам или министерства коммерции. Это относится в первую очередь к проектам по расширению существующих производственных мощностей, ориентированных на выпуск АТС и двигателей, организации производства автомобильных запасных частей, мотоциклов.

Для новых автопроизводителей установлен, в соответствии с новой политикой развития автопрома, минимальный объем капиталовложений: он должен быть не менее 2 млрд юаней, или 270 млн амер. долл. В том числе собственный их капитал — не менее 0,8 млрд юаней, или 108 млн долл. При создании организации для проведения НИОКР требуются инвестиции в объеме не менее 0,5 млрд юаней, или 67,5 млн долл. Во всех случаях создания СП с участием иностранного автопроизводителя необходима регистрация договора о передаче технологий иностранным партнерам в региональных отделениях национальной комиссии по развитию и реформам или министерства коммерции.

Преференциальные ставки налогов, основанные на уровне локализации производства и применяемые с 1994 по 1999 г., были отменены еще в 2000 г., т. е. накануне вступления Китая в ВТО. Новая же политика еще в большей мере стимулирует усилия по развитию производства автомобильных компонентов и проведению НИОКР внутри страны. В частности, расходы предприятий на НИОКР не облагаются налогами, если проводимые научные разработки соответствуют технологической политике страны; определены меры, направленные против местного протекционизма (региональные власти не должны применять дискриминационную политику к автомобильным производствам, не использующим национальные автокомпоненты; им предписано применять стандартные унифицированные размеры административных и регистрационных платежей).

Сравнение условий функционирования совместных автомобилестроительных предприятий до и после 2001 г. показывает (см. таблицу), что вступление Китая в ВТО повлекло за собой ряд мер по либерализации политики правительства в сферах функционирования СП, а также импорта АТС и что государство продолжает стратегию целенаправленного развития национального автомобилестроения. В частности, еще до вступления страны в ВТО большинство мировых автопроизводителей вложили значительные средства в развитие местной базы поставщиков, благодаря чему был достигнут весьма высокий уровень локализации производства (к 2000 г. у большинства СП — до 80 %), поэтому снятие требований по данному показателю после вступления Китая в ВТО не только не сказалось отрицательно на развитии его автомобилестроения, а, наоборот, способствовало привлечению в страну иностранных автомобилестроительных фирм (в 2005 г. их насчитывалось 23), а также выходу национальных фирм на мировой рынок, что уже произошло в других отраслях промышленности (например, в телекоммуникационной и компьютерной). Тем более что министерство коммерции активно поддерживает тенденцию увеличения объема экспорта и ставит целью через 10 лет достичь 10 % общего торгового оборота в мировой торговле автомобильной техникой, что составит ~120 млрд амер. долл. И судя по фактам, этот план не столь уж и несбыточен. На-

Показатель	До вступления в ВТО	С момента вступления в ВТО	В настоящее время
Импортные пошлины (в зависмости от объема двигателя)	<3,0 *L*: 70 % >3,0 *L*: 80 %	51,9 % 61,7 %	25 % в 2006 г. 25 % в 2006 г.
Ограничения по квотам	Импортные квоты в размере 6 млрд долл. США	Размер квот увеличен до 6,9 млрд долл. США	Отменены в 2005 г.
Требования по использованию местных ресурсов	40 % автокомплектующих должны быть местного производства	Требования по уровню локализации сняты (при продолжающемся действии импортных квот)	Требования по уровню локализации сняты, действия импортных квот отменены
Производство	Иностранные производители автомобилей и двигателей могут владеть не более 50 % собственности СП	Ограничения по собственности иностранных автомобилестроителей остались в силе, для производителей двигателей отменены	То же
Продажа продукции	Иностранные инвестиции в дистибьюторские предприятия запрещены	Разрешены СП, но иностранный партнер не может обладать контрольным пакетом акций	Ограничения сняты в 2006 г.
Финансирование	Иностранным небанковским финансовым структурам запрещено предоставлять услуги в сфере финансирования автомобилестроения	Иностранным небанковским финансовым структурам разрешено предоставлять услуги в сфере финансирования автомобилестроения	То же
Частная собственность	Частным лицам владение автомобильными фирмами запрещено	Ограничения по владению автомобильным предприятием частными лицами смягчены	—"—

пример, суммарный объем экспорта автомобилей и автомобильных компонентов в 2004 г. составил 6,3 млрд долл., что на 75 % больше, чем в 2003 г., в 2005 г. — 10,9 млрд долл. (рост по отношению 2004 г. на 73 %), а за первые три квартала 2006 г. — 20,5 млрд долл. (увеличение по сравнению с полным 2005 г. на 123 %). Причем если на первых стадиях развития экспорт состоял, в основном из недорогих грузовых автомобилей и автобусов, направляемых в страны Африки и другие развивающиеся страны, то теперь в сферу интересов китайских автопроизводителей попали и рынки промышленно развитых стран. Так, в первом квартале 2007 г. они поставили в США автомобильные компоненты на сумму 1,93 млрд долл., опередив по этому показателю фирмы Германии и выйдя на второе (после Японии) место. Но продолжается и рост экспорта на рынки развивающихся стран, а также стран с переходной экономикой. К примеру, за 10 месяцев 2007 г. объем экспорта китайской автомобильной промышленности в Египет увеличился, по сравнению с аналогичным периодом 2006 г., в 3,5 раза. Да и в Россию в 2006 г. Китай экспортировал автомобильную продукцию на сумму, превышающую 460 млн долл., что в 2,6 раза больше, чем в 2005 г.

И еще один важный момент, связанный со вступлением Китая в ВТО: мировые автогиганты из США и ЕС начинают закупать в Китае автокомпоненты для собственных нужд, что свидетельствует о сокращении технологического разрыва между ними. В частности, в 2006 г. "Крайслер" объявил о том, что в качестве партнера для разработки компактного легкового автомобиля для рынка Северной Америки он выбрал китайскую фирму; ФИАТ и китайская "Чери" уже подписали меморандум, в соответствии с которым последняя будет ежегодно поставлять ФИАТу 100 тыс. двигателей рабочим объемом 1,6 и 1,8 л. Кроме того, если раньше иностранные автопроизводители, имеющие производственные мощности в Китае, ориентировались преимущественно на потребности внутреннего рынка этой страны, то в настоящее время они также намерены расширять экспортную составляющую своей деятельности, особенно в сегменте моделей экономкласса. Что, по мнению аналитиков, связано с расширением ассортимента производимых в Китае автомобильных компонентов и улучшением их качества. Более того, "Хонда" в 2005 г. завершила строительство в Китае завода мощностью 50 тыс. автомобилей в год, продукция которого практически целиком ориентирована на экспорт в страны Европы и Юго-Восточной Азии. Это первый случай в истории развития китайской автомобильной промышленности, когда иностранный автопроизводитель организовал в стране новое полномасштабное экспортно-ориентированное производство. К тому же, данной фирме дозволено владеть 65 % активов завода. Фирма "Мерседес-Бенц" тоже собирается выпускать в Китае новую компактную модель для рынка Северной Америки. Об этом же объявил и "Форд", открывший второе сборочное предприятие в Китае.

В настоящее время автомобилестроительная отрасль Китая делает еще один важный для нее шаг: начинает организовывать сборочные предприятия за рубежом. Более того, фирма "Чери" уже имеет их в Бразилии, Египте, Иране, Малайзии, Украине и Уругвае и совместно с российским "Автотором" планирует в 2009 г. начать строительство автозавода у нас в стране. Подумывает об этом и один из крупнейших китайских автопроизводителей, фирма "Джели".

Как видим, вступление Китая в ВТО пошло на пользу его автомобилестроению. Но сказать, что так же будет и с российским автопромом, затруднительно: наше правительство руководствуется собственной стратегией, главным содержанием которой постепенно становятся не СП, а полностью иностранные сборочные производства. Кроме того, и с точки зрения поддержки отечественных производителей у нас явно не китайский путь.

Содержание

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Сироткина А.В. — Технопарки как основа инновационной деятельности отечественного предпринимательства . . . 1
Бочков Ю.В., Бочков В.Е., Щеголев Д.Л. — Лизинг на российском автомобильном рынке . . . 4
Пашков В.И. — Автомобильная промышленность России в 2007 году . . . 5
АСМ-факты . . . 7

КОНСТРУКЦИИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Шмелев А.П., Гусев М.Г. — О конкурентоспособности двигателей Ульяновского моторного завода . . . 9
Бортников Л.Н., Русаков М.М. — Оценка экономических и экологических показателей поршневых ДВС с искровым зажиганием при их работе на смеси "бензин—водород" . . . 11
Морозов Е.В. — Комбинированный фильтроэлемент для полнопоточного фильтра очистки моторных масел . . . 13
Кисуленко Б.В., Бочаров А.В. — Интеллектуальные системы безопасности автомобилей . . . 16
Хорешок А.А., Стенин Д.В., Стенина Н.А. — Загрузка, производительность и ресурс несущей системы карьерного самосвала . . . 18
Петров А.П., Петров К.А. — Зависимость C_x автомобиля от потока воздуха через систему охлаждения ДВС . . . 19
Читатель предлагает
Терещук В.С. — Материаловедческие основы автомобиля на водородном топливе . . . 22

АВТОТЕХОБСЛУЖИВАНИЕ

Топалиди В.А. — Повышение эффективности эксплуатационного контроля тормозных свойств и систем АТС . . . 25
Катаргин В.Н., Писарев И.С. — Ремонт агрегатов автомобилей управлением точностью размерных связей . . . 27

ТЕХНОЛОГИЯ, ОБОРУДОВАНИЕ, МАТЕРИАЛЫ

Полозов Ю.А., Грушовенко А.Е. — Маркирование в автомобильной промышленности: время диктует свои законы . . . 29
Назаров А.Д. — Расчет допустимых значений суммарной неуравновешенной массы . . . 32
Бокуть В.В., Куновский Э.Б. — Позиционирование автомобиля на измерительном участке . . . 34
Патока В.Г., Макушин А.А., Юлдашев А.К. — Измерительный комплекс для исследований ДВС . . . 35

ИНФОРМАЦИЯ

За рубежом
Хрусталева Н.А. — Автомобильная промышленность Китая и ВТО . . . 37
Юбилеи
Э.Н. Никульникову — 70 лет . . . 40

Главный редактор Н. А. ПУГИН

Заместитель главного редактора В. Н. ФИЛИМОНОВ

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

И. В. Балабин, С. В. Бахмутов, О. И. Гируцкий, В. И. Гладков, М. А. Григорьев, Ю. К. Есеновский-Лашков, А. Л. Карунин, Г. И. Мамити, Р. В. Козырев (ответственный секретарь), С. М. Круглов, Ю. А. Купеев, В. А. Марков, Э. Н. Никульников, В. И. Пашков, Н. Т. Сорокин, А. И. Титков, Н. Н. Яценко

Белорусский региональный редакционный совет:

М. С. Высоцкий (председатель), Л. Г. Красневский (зам. председателя), Д. А. Дубовик, Н. В. Коритко, П. Л. Мариев, А. П. Ракомсин, И. С. Сазонов, Г. А. Синеговский, В. Е. Чвялев

Художественный редактор Т. Н. Погорелова
Корректор М. Г. Джавадян
Сдано в набор 28.12.2007. Подписано в печать 16.02.2008.
Формат 60×88 1/8. Бумага офсетная. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 4,9. Уч.-изд. л. 7,11. Зак. 139.
Отпечатано в ООО "Подольская Периодика"
142110, Московская обл., г. Подольск, ул. Кирова, 15

Ордена Трудового Красного Знамени
ОАО «Издательство "Машиностроение"»
Адрес издательства и редакции:
107076, Москва, Стромынский пер., 4
Телефон 269-54-98. Факс 269-48-97
E-mail: avtoprom@mashin.ru
www.mashin.ru www.avtomash.ru

Журнал зарегистрирован Министерством РФ по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций.
Свидетельство ПН № 77-7184
Цена свободная
Журнал входит в перечень утвержденных ВАК РФ изданий для публикации трудов соискателей ученых степеней.

За содержание рекламных объявлений ответственность несет рекламодатель.
Перепечатка материалов из журнала "Автомобильная промышленность" возможна при обязательном письменном согласовании с редакцией; ссылка — обязательна.

Поправка. В статье В.В. Савченко, М.С. Свистун, В.В. Сикорский "Система поддержания работоспособности водителя: результаты испытаний и экспериментальных исследований" ("АП", 2008 г., № 1) по техническим причинам пропущена сноска следующего содержания: "Работа выполнена под руководством д-ров техн. наук М.С. Высоцкого и Г.Г. Маньшина".

Э.Н. Никульникову — 70 лет

Ведущему специалисту НИЦИАМТа, кандидату технических наук, действительному члену академии проблем качества Эдуарду Николаевичу Никульникову исполнилось 70 лет, из которых более 50 отдано автомобильной технике.

С 1955 г. он — ученик моториста, с 1956 по 1959 г. — студент Ярославского автомеханического техникума, с 1959 по 1960 г. — водитель-механик ремонтной автобазы, с 1960 по 1963 г. — служба в автомобильных подразделениях Советской Армии, с 1963 по 1968 г. — студент МАДИ. Причем студент, как записано в характеристике того времени "с явными задатками исследователя и аналитика". Поэтому нельзя назвать случайным тот факт, что после окончания вуза молодой специалист получил назначение в ЦНИАП НАМИ — организацию, специализирующуюся на испытаниях и исследовании новых образцов колесных машин.

И центральный полигон страны стал его судьбой. Именно здесь он трудится вот уже 40 лет. За эти годы прошел путь от рядового инженера-испытателя до заведующего отделом исследования безопасности автомобилей и их сертификационных испытаний, стал специалистом высочайшего класса, безусловно авторитетным среди разработчиков и производителей автомобилей не только в нашей стране, но и за рубежом.

И тому есть все основания. Например, под его руководством и при непосредственном участии разработана и внедрена в практику технология испытаний и исследований эффективности, а также температурной нагруженности автомобильных тормозных механизмов, благодаря которой удалось решить многие существовавшие тогда проблемы надежности серийных автомобилей ГАЗ, ЗИЛ, КамАЗ, КрАЗ, МАЗ, РАФ и автобусов ЛиАЗ, а в дальнейшем — исключить саму вероятность появления этих проблем на новых моделях и модификациях АТС.

Им же созданы принципиально новые методы экспериментально-расчетного определения режимов работы, путей и средств повышения

эффективности и снижения нагруженности автомобильных тормозных механизмов. И многие из этих методов по-прежнему широко используются автозаводами. Как и разработанные при его участии высокоэффективные технологии ускоренных испытаний автомобильной техники, позволяющие в разы сократить время и затраты на ее доводку и постановку на производство.

В течение 20 лет Э.Н. Никульников возглавлял на полигоне одно из важнейших научных направлений — работы связанные с безопасностью АТС. Во многом именно благодаря его обширным знаниям, умению предвидеть пути развития автомобилестроения, настойчивости и упорству в достижении поставленных целей НИЦИАМТ в настоящее время располагает современными нормативной и научно-исследовательской базами (специальные испытательные дороги, сооружения и стенды), а также уникальной (даже по мировым меркам) технологией сертификационных испытаний дорожных, строительных, специальных и специализированных АТС по их основным эксплуатационным свойствам (тормоза, устойчивость, управляемость, акустика, обзорность и т. д.) и пассивной безопасности. Не случайно эти технологии нашли свое отражение в четырех государственных, пяти отраслевых стандартах и более чем в 40 РТМ и методиках.

Под руководством Эдуарда Николаевича очень многое сделано и в области НИОКР по статическим и динамическим испытаниям АТС на управляемость и устойчивость: на их основе разработан и введен в действие ГОСТ Р 52302—2004 "Автотранспортные средства. Управляемость и устойчивость. Технические требования. Методы испытаний", значительная часть которого (статические испытания) включена, причем еще до утверждения ГОСТа, в Правила № 111 ЕЭК ООН ("Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения автоцистерн категорий N и O в отношении их устойчивости к опрокидыванию").

Э.Н. Никульников — один из инициаторов и активных участников осваиваемой НИЦИАМТом сертификации дорожных ограждений мостовой группы по "Евротребованиям" (EN1317—1998). В том числе всех конструкций фронтальных систем безопасности, предназначенных для установки на особо опасных участках дорог и предусмотренных ГОСТ Р 52721—2007.

Велика его роль и в реализации международных проектов, в которых участвует НИЦИАМТ. Например, проектов, связанных с проблемами активной безопасности и шумности АТС, он давно и успешно работает с французскими фирмами "Рено" и ЮТАК, польской научно-исследовательской организацией "Пимот", чешским ЧВМВ, нидерландским ТНО; он же — эксперт РФ в Совещании экспертов КВТ ЕЭК ООН по вопросам торможения и ходовой части АТС.

Эдуард Николаевич — не только теоретик и практик испытаний автомобильной техники. Он очень умелый популяризатор научных достижений. Достаточно сказать, что опубликовано более 100 его научных работ в различных отечественных и зарубежных журналах. Причем многие из этих работ уже вошли в учебники для вузов и техникумов.

Заслуги Э.Н. Никульникова перед отраслевой наукой и практикой по достоинству оценены. Он — кавалер нескольких государственных наград, лауреат премии Совета Министров СССР, "Заслуженный машиностроитель Российской Федерации".

Многоуважаемый Эдуард Николаевич!

Редакция и редакционная коллегия журнала "Автомобильная промышленность", членом которой Вы являетесь уже много лет, от всего сердца поздравляет Вас, одного из самых активных своих авторов, с юбилеем и желает крепкого здоровья, счастья в семье и новых успехов в деле служения отраслевой науке.