ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
ЖУРНАЛ

Издается с мая 1930 года

Москва "Машиностроение"

УЧРЕДИТЕЛИ:
МИНИСТЕРСТВО ПРОМЫШЛЕННОСТИ,
науки и технологий РФ,
ОАО "АВТОСЕЛЬХОЗМАШ-ХОЛДИНГ"

АВТОМОБИЛЬНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

№ 2 • февраль • 2016

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 05.22.10

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ АВТОСЕРВИСА

Е.А. ДУБОВИК
Донской ГТУ (+ 7.863. 273-85-11)

Рассматривается технология оценки предприятия автосервиса по показателю конкурентоспособности.

Ключевые слова: *предприятие сервиса, конкурентоспособность, показатель, методика.*

Dubovik E.A.
THE AVERAGE RATE OF KONKURENTOSPOSOBNOSTI OF CAR SERVICE CENTERS

The technology of the enterprise competitiveness in the auto service indicator is considered.

Keywords: *enterprise service, competitiveness, index, procedure*

В основе понятия "конкуренция" лежат человеческие нужды, выражающиеся в потребностях, которые индивидуальны для различных культур и людей. Поэтому такие потребности удовлетворяются за счёт неоднородных критериев: товаров, услуг (работ), интеллектуальных возможностей (идей) и др. И это нельзя не учитывать предприятиям автосервиса при прогнозировании и планировании стратегий своего развития с точки зрения никогда не прекращающейся борьбы с конкурентами. При этом первостепенное значение имеет знание рынка услуг (работ), а также своих преимуществ и недостатков. Однако если проанализировать публикации на эту тему (например, работы [1, 2]), то оказывается, что ни одно из существующих в настоящее время предприятий автосервиса полностью удовлетворить все потребности клиентов не в состоянии. Поэтому единственно правильным решением проблемы конкурентоспособности может быть ориентация не на весь рынок автосервисных услуг (работ), а на его отдельные сегменты. При этом процесс выбора сегментов рынка должен включать как минимум четыре этапа: оценку реальной и потенциальной ёмкостей рынка автосервисных услуг (работ) в регионе; сегментацию и отбор целевых, т.е. потенциально выгодных, сегментов; позиционирование услуг (работ).

Но это лишь половина задачи. Ведь хорошо известно, что предприятия автосервиса в глазах потребителей их услуг неравноценны: в одни, как говорится, "не пробиться", а другие еле сводят концы с концами. Такое положение складывается стихийно. Однако его можно, предсказать. Например, используя рассматриваемую ниже методику, которая позволяет расчётным путём определить уровень конкурентоспособности своего предприятия по отношению к другим предприятиям региона.

В основе этой методики лежит средневзвешенный (комплексный) показатель, характеризующий качество продукции (услуг). Зная его значение для нескольких предприятий сервиса, не представляет труда, во-первых, сравнить эти значения с нормативом и, во-вторых, ранжировать предприятия с точки зрения уровня их относительной конкурентоспособности. То есть выполнить конкурсную оценку предприятий. И тем самым — определить направления работы собственного предприятия по устранению недостатков в его деятельности, повысить качество предоставляемых им услуг, а следовательно, его имидж в глазах потребителя. Дело в том, что комплексный показатель $Пк_i$ — показатель не просто "качественный", дающий "расплывчатые" результаты, а количественные, т.е. однозначно точные.

Основанная на нём методика определения конкурентоспособности предприятия сервиса сводится к следующему.

1. Создается комиссия из независимых специалистов, которая оценивает (в баллах) значение каждого из приведенных в табл. 1 показателей $Пк_i$ для каждого из предприятий.

2. По формуле $Пк = \Sigma Пк_i Кв_i$ ($Пк_i$ — значение отдельного показателя, $Кв_i$ — коэффициент его "весомости") подсчитывают комплексный показатель Пк в целом по своему предприятию, т.е. определяется фактическая сумма набранных им баллов. То же самое повторяют для всех других предприятий-конкурентов.

3. По значениям $Пк_j$ предприятия ранжируются по категориям I, II, и т.д., определяется место своего предприятия в этой "иерархии".

Очевидно, что самым сложным из этих этапов является определение показателя $Пк_i$ для каждого из оцениваемых параметров. И методика решает эту проблему, предлагая формулу:

$$Пк_i = \Sigma K_j Кв_j,$$

где K_j — единичный показатель, характеризующий "весомость" j-го фактора, влияющего на комплексный показатель оцениваемого параметра (для всех составляющих оцениваемых параметров $K_j = 0, ..., 1$); $Кв_j$ — коэффициент j-го фактора; $j = 1, 2, 3, 4, 5, ... n$ — число факторов, влияющих на оцениваемый параметр.

Таблица 1

Оценочный показатель	Обозначение показателя	Коэффициент весомости показателя, $Кв_i$
Объём и номенклатура оказываемых услуг (работ)	$Пк_1$	0,14
Техническая оснащённость	$Пк_2$	0,24
Кадровое обеспечение	$Пк_3$	0,20
Обеспеченность площадями	$Пк_4$	0,11
Технический контроль	$Пк_5$	0,12
Экологическая и санитарная безопасность	$Пк_6$	0,10
Выполнение экономических требований	$Пк_7$	0,09

Таблица 2

Составляющие $Пк_1$	Обозначение единичного показателя	Коэффициенты весомости, $Кв_{1-1}$
Годовой объём производственных услуг (объём реализации)	$К_{1-1}$	0,29
Число приведённых за год работ (в пересчёте на ТО-1)	$К_{1-2}$	0,36
Число марок автомобилей, обслуженных за год	$К_{1-3}$	0,15
Общая рентабельность объекта автосервиса	$К_{1-4}$	0,05
Эффективность управления (чистая прибыль на 1 р. объёма реализации продукции)	$К_{1-5}$	0,04
Ликвидность и рыночная устойчивость автосервиса (коэффициенты ликвидности и покрытия)	$К_{1-6}$	0,06
	$К_{1-7}$	0,05

Таблица 3

Составляющие $Пк_1$	СТОА «Ростов-Лада»	«ТСС-Дон»
Годовой объём производственных услуг (объём реализации) V, руб.	4 678 935	3 532 890
Число приведенных за год работ (в пересчёте на ТО-1), $N_{то}$, чел. · ч	53 278	42 908
Число марок автомобилей, обслуженных за год N_{ai}, ед.	4	6
Эффективность управления (чистая прибыль на 1 руб. объёма реализации продукции)	0,85	0,78
Общая рентабельность объекта автосервиса	90	80

Значения коэффициентов $Кв_j$ и $Кв_i$ "весомости", входящих в эту формулу, берутся либо из научной литературы, либо назначаются экспериментальным путём (методы Дельфи, "мозговой атаки", априорного ранжирования и т.п.). Их обозначения приведены в табл. 2, а примерные значения, установленные вторым способом для двух предприятий сервиса, СТОА "Ростов-Лада" и технического сервисного центра, расположенных в г. Ростов-на-Дону, с характеристиками, приведенными в табл. 3, оказались такими. (Они рассчитываются по формуле:

$$K^i_{1-i} = K_{1-i} \cdot П_i,$$

где K_{1-i} — единичный коэффициент показателя оцениваемого параметра; $П_i$ — единичный показатель по оцениваемому параметру.)

$$П^{I}_{1\text{-}1} = 0{,}29 \cdot 4{,}6789 = 13{,}5662;$$

$$П^{II}_{1\text{-}1} = 0{,}29 \cdot 3{,}5328 = 10{,}24512;$$

$$П^{I}_{1\text{-}2} = 0{,}36 \cdot 5{,}3227 = 19{,}161;$$

$$П^{II}_{1\text{-}2} = 0{,}36 \cdot 4{,}2908 = 15{,}44688;$$

$$П^{I}_{1\text{-}3} = 0{,}15 \cdot 0{,}4 = 0{,}06; \quad П^{II}_{1\text{-}3} = 0{,}15 \cdot 0{,}6 = 0{,}09;$$

$$П^{I}_{1\text{-}5} = 0{,}04 \cdot 0{,}85 = 0{,}034; \quad П^{II}_{1\text{-}5} = 0{,}04 \cdot 0{,}78 = 0{,}0312;$$

$$П^{I}_{1\text{-}4} = 0{,}05 \cdot 0{,}9 = 0{,}045; \quad П^{II}_{1\text{-}4} = 0{,}04 \cdot 0{,}8 = 0{,}032.$$

Тогда комплексный показатель для каждого из этих предприятий автосервиса будет следующим:

$$\Sigma П^{I}_1 = 13{,}5662 + 19{,}161 + 0{,}6 + 0{,}34 + 0{,}45 = 33{,}9672;$$

$$\Sigma П^{II}_1 = 10{,}24512 + 15{,}44688 + 0{,}9 + 0{,}312 + 0{,}32 = 27{,}044;$$

$$П^{I}_1 = П^{I}_i \cdot Кв_i = 33{,}9672 \cdot 0{,}14 = 4{,}75540;$$

$$П^{II}_1 = П^{II}_i \cdot Кв_i = 27{,}044 \cdot 0{,}14 = 3{,}78616.$$

Как видим, по показателю "объём и номенклатура оказываемых услуг (работ) населению" предпочтительным является СТОА "Ростов-Лада": её деятельность оценена в 4,75540 балла, а у ООО "ТСС-Дон" он составляет лишь 3,78616 балла. Однако это совсем не означает, что второе предприятие неконкурентоспособно. Оно занимает свою нишу в оказании сервисных услуг за счёт повышения конкурентоспособных элементов и может развиваться как самостоятельное предприятие. Например, использовать гидравлических подъёмники в зонах ТО и ТР, а также безводные установки, разработанные немецкой фирмой "Обаг" (мод. 1/4/70/6) или итальянской фирмой "Иала".

Литература

1. Волгин В.В. Автосервис. Маркетинг и анализ. М.: 2004. — 435 с.
2. Управление автосервисом: Учебное пособие для вузов / Под общ ред. д.т.н., проф. Миротина Л.Б. — М.: Издательство "Экзамен", 2004 — 320 с.
3. Автосервис: станции технического обслуживания автомобилей: Учебник / Грибут И.Э., Артюшенко В.М., Мазаева Н.П. и др. / Под ред. Шуплякова В.С., Свириденко Ю.П. — Альфа — М.: Альфа-М: ИНФРА-М, 2009. — 480 с.
4. Сарбаев В.И., Селиванов С.С., Коноплев В.И. Механизация производственных процессов технического обслуживания и ремонта автомобилей. Учебное пособие. — М.: МГИУ, 2003. — 284 с.

Модели производства Павловского автобусного завода станут первыми в России автобусами, которые будут комплектоваться терминалом "Гранит-навигатор-6.18" российской системы экстренного реагирования "ЭРА-ГЛОНАСС". Терминал сертифицирован для установки на модельный ряд автобусов ПАЗ-3204, предназначенных для работы на городских и пригородных маршрутах, в том числе — с увеличенным пассажиропотоком (модель "Вектор").

В случае аварии или другой нештатной ситуации на дороге водитель автобуса с терминалом "ЭРА-ГЛОНАСС" сможет оперативно связаться с экстренными службами, нажав специальную кнопку. Установленный в автобусе терминал автоматически определяет местоположение транспортного средства и по каналам мобильной связи передает в систему "ЭРА-ГЛОНАСС" информацию о точных координатах, времени и тяжести ДТП, а также идентификационный номер автобуса (VIN). После обработки вызов переводится в Систему-112 или дежурную часть МВД для организации реагирования.

Терминал "Гранит-навигатор-6.18" также может использоваться для подключения дополнительных сервисов, таких как мониторинг и диспетчеризация автопарков, контроль стиля вождения под "Европротокол" или КАСКО, контроль перевозок опасных грузов, управление пассажирскими перевозками. Устройство "ЭРА-ГЛОНАСС" имеет неограниченное время работы от аккумулятора транспортного средства, при этом терминал работает даже в случае отключения основного аккумулятора. Диапазон рабочих температур устройства — от минус 40 °С до плюс 85 °С. Периферийное оборудование терминала (динамик, микрофон, индикация) будет штатно устанавливаться на автобусы в процессе сборки и подключаться к терминалу через единый разъем.

* * *

В модельном ряду автомобилей КрАЗ появился четырехосный самосвал в бескапотном исполнении КрАЗ-7233С4 колесной формулы 8×4. Основное его предназначение — эксплуатация в дорожном и промышленном строительстве, на разработках месторождений полезных ископаемых, транспортировка сыпучих и навалочных грузов с удельной массой до 2 т/м^3. Грузоподъемность — 26 т, масса снаряженного автомобиля — 15,5, полная масса — 41,5 т. Отличительной особенностью новинки стали компоновка "кабина над двигателем", двигатель, удовлетворяющий нормам "Евро-5", 20-кубовая платформа оригинального полукруглого сечения объемом с задним откидывающимся бортом. Две передние оси автомобиля — управляемые, две задние — ведущие, объединены в балансирную тележку, задняя подвеска усиленная. Благодаря бескапотной компоновке уменьшился габаритный радиус поворота, за счет чего автомобиль стал более маневренным.

Автомобиль КрАЗ-7233С4 оснащен высокоэргономичной кабиной, в которой в наличии есть всё необходимое для комфортной работы водителя и его отдыха: рулевой механизм интегрального типа с дополнительным силовым цилиндром, функциональная панель приборов, просторное спальное место и другие дополнительные опции, обеспечивающие меньшую утомляемость во время работы.

* * *

ПАО "АвтоКрАЗ" идёт на беспрецедентный в условиях политического и экономического кризиса шаг — в очередной раз снижает цены на свои автомобили для потребителей стран СНГ и дальнего зарубежья. Следуя основному принципу в работе: "Всё во благо потребителя" и вопреки тенденции к повышению цен на продукцию на мировом рынке, украинский производитель с 1 января 2016 г. вводит в действие новые цены на автомобили КрАЗ. В среднем цены снижены на 20 %, в зависимости от модели грузовика. Напомним, что предыдущее снижение цен на свою основную продукцию КрАЗ произвел в ноябре прошлого года, удешевив грузовики на 10 %.

Корректировка цен для стимулирования потребительского спроса стала возможной благодаря активной работе предприятия по уменьшению себестоимости выпускаемых автомобилей, проведенной в 2015 году. В частности, снижению себестоимости способствовали внедрение в производство новых прогрессивных технологий, совершенствование организации производственных процессов, оптимизация производства, внедрение новых конструктивных решений и материалов, импортозамещение дорогостоящих комплектующих путём освоения на предприятиях группы "КрАЗ" и у других украинских производителей комплектующих, ранее поставляемых из РФ и дальнего зарубежья.

При этом снижение себестоимости, что немаловажно, не повлияло на качество, комплектацию и надёжность КрАЗов, так как наряду с работой по удешевлению продукции автозавод активно трудился над улучшением качества и повышением потребительских свойств автомобилей КрАЗ.

После введения в действие новых цен на свою продукцию ПАО "АвтоКрАЗ" уверено в повышении покупательского спроса и расширении своего присутствия на рынках стран ближнего и дальнего зарубежья.

* * *

В конце 2015 г. в Колпинском автобусном парке ГУП "Пассажиравтотранс" (г. Санкт-Петербург) состоялась символическая передача 80 автобусов МАЗ 203085. Вся партия автобусов отвечает современным требованиям по комфорту и безопасности. Транспортные средства уже вышли на маршруты города и радуют своих пассажиров. Крупная поставка автобусов "МАЗ" позволит реализовать инициативу ГУП "Пассажиравтотранс" по созданию так называемого "монопарка", эксплуатирующего автобусы одного производителя. Преимуществами концепции монопарка являются унификация технологических процессов обслуживания и ремонта подвижного состава, а также уменьшение времени на подготовку водительского персонала при неизменно высоком качестве обслуживания пассажиров. Новые автобусы также станут своеобразным подарком к юбилею Колпинского автобусного парка, который отпразднуют 1 февраля 2016 г. Стоит отметить, что данная поставка техники "МАЗ" для г. Колпино уже не первая. Более 20 автобусов МАЗ 203085 были переданы автопарку в конце 2014 года.

УДК 621.435.001

ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ТОПЛИВНОЙ ЭКОНОМИЧНОСТИ БЕНЗИНОВОГО ДВИГАТЕЛЯ

Э.А. САВАСТЕНКО
РУДН (8.903. 128-25-13)

Приводятся результаты применения расчётно-экспериментальной методики оценки экономичности бензинового двигателя при его работе на режимах малых нагрузок и регулировании изменением его рабочего объёма.

Ключевые слова: *автомобиль, двигатель внутреннего сгорания, бензиновый двигатель, топливная экономичность.*

Savastenko E.A.
OPPORTUNITIES TO RICE OF OPERATING FUEL ECONOMY OF PETROL ENGINE

The results of using of calculation-experimental method to appreciate an economy of engine during working on low loads and regulated by variation of displacement are presented.

Keywords: *vehicle, internal combustion engine, gasoline engine, fuel economy.*

В современных условиях эксплуатации автомобилей, особенно в мегаполисах, существенную долю режимов составляют режимы малых нагрузок и холостого хода. Работа на таких режимах сопровождается повышенными расходами топлива, выбросами токсичных компонентов отработавших газов, в том числе парникового углекислого газа CO_2, снижением надёжности и долговечности элементов его конструкции. Поэтому разработчики ДВС используют все доступные им методы улучшения этих характеристик. И одним из наиболее часто применяемых в последнее время методов становится метод регулирования отключением части его цилиндров [1], или метод регулирования изменением его рабочего объёма [2].

Достоверные результаты, характеризующие эффективность этого, как и любого другого метода, дают, конечно, экспериментальные исследования. Однако они сложны, длительны, дороги и требуют изготовления опытных его образцов. Поэтому каждому конструктору хотелось бы иметь возможность оценить, подходит ли метод отключения части цилиндров для задуманного им двигателя без реализации такого отключения в металле. И такая возможность есть: исследования можно проводить, используя экспериментально полученные универсальные характеристики недоработанного двигателя, содержащие параметрические кривые постоянных удельных расходов b_e топлива в координатах "среднее эффективное давление в цилиндре — частота вращения коленчатого вала, т.е. p_e — n. Как конкретно, покажем на примере двигателя "Ауди *V*6" хорошо известного в нашей стране легкового автомобиля "Ауди 100".

Двигатель имеет следующие основные параметры и показатели: D/S = 8,25/8,64; i = 6; $i \cdot V_h$ = 2,771 дм^3; $N_{e\,\max}$ = 128 кВт (194 л.с.) при n = 5500 мин$^{-1}$; угол γ развала между рядами цилиндров — 90°; степень ε сжатия — 10,3; октановые числа используемого бензина 95...98. Экспериментально полученная универсальная характеристика двигателя в координатах p_e — n приведена на рис. 1.

При отключении части цилиндров применение ординаты p_e теряет физический смысл, так как приведенные на характеристике значения p_e могут относиться либо к отдельно взятому цилиндру, либо к полноразмерному двигателю при условии равнозагруженности цилиндров. Но сравнивать можно лишь вещи сравниваемые. В нашем случае это может быть лишь режим движения автомобиля: при отключении части цилиндров нагрузка ДВС не должна изменяться. Следовательно, должны сохраняться крутящий момент, мощность двигателя, а также выполняемая им работа. Иначе говоря, показатели (в данном случае — экономичности) двух вариантов двигателя следует сравнивать при использовании ординаты удельной работы $L_{уд}$ двигателя, которая представляет собой отношение полной работы $L_{полн}$, выполняемой двигателем на данном режиме, к его рабочему объёму V_h, т.е. по формуле $L_{уд} = L_{полн}/(i \cdot V_h)$, где $L_{полн} = 500 \cdot p_e \cdot i \cdot V_h$.

Что автор и сделал, дополнив рис. 1 ординатой $L_{уд}$ и нанеся на него характеристики $M_c = f(n)$ — нагрузки двигателя при установившемся движении автомобиля на четвёртой передаче для полноразмерного варианта

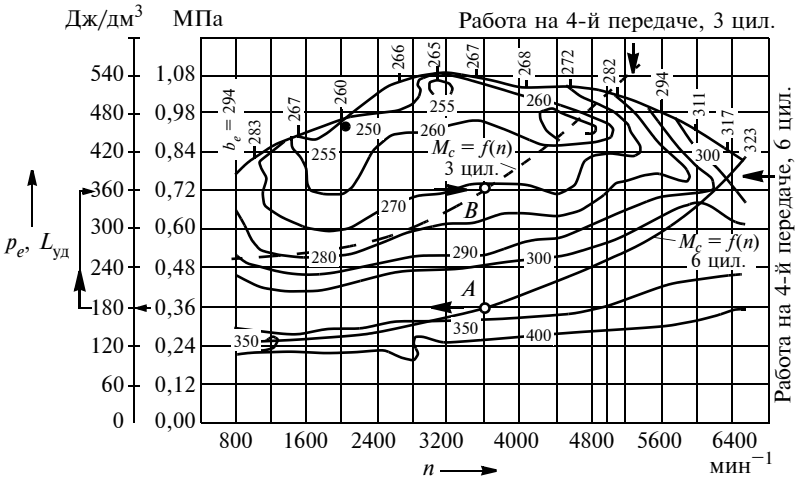


Рис. 1. Универсальная характеристика двигателя "Ауди V6"

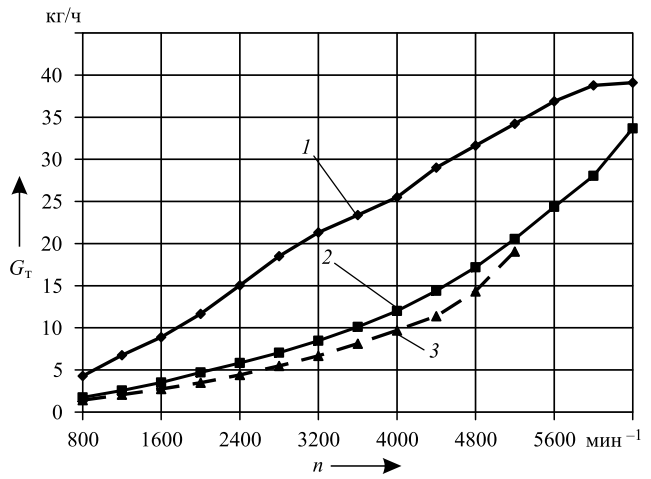


Рис. 2. Зависимость часовых расходов топлива при работе двигателя "Ауди V6" по внешней скоростной характеристике (1) и по характеристике нагружения ($M_c = f(n)$) в случае полноразмерного его варианта (2) и при трех цилиндрах (3)

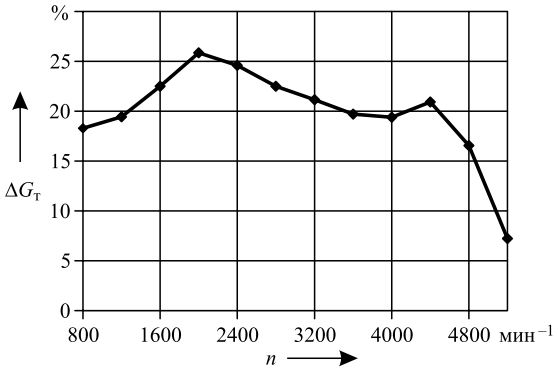


Рис. 3. Зависимость выигрыша в расходах топлива двигателем "Ауди V6" при переходе его работы с шести на три цилиндра

двигателя (сплошная жирная кривая) и для варианта рассматриваемого на $n = 3600$ мин$^{-1}$, его нагрузка равна (точка *A*) ~30 % полной, а удельный эффективный расход b_e топлива — ~340 г/(кВт · ч). Вариант же двигателя, работающего на трёх цилиндрах (точка *B*), будет иметь b_e = ~271 г/(кВт · ч), т.е. его экономичность повышается на ~20 %.

Кривые, характеризующие изменения часовых расходов $G_т$ топлива при работе двигателя на всех или трех цилиндрах, приведены на рис. 2 (кривые *2* и *3* соответственно), свидетельствуют о возможности повышения экономичности двигателя при применении метода отключения цилиндров.

О том же говорит и зависимость (рис. 3) относительного выигрыша $\Delta G_т$ в расходах топлива от частоты вращения коленчатого вала, полученного благодаря переводу ДВС на работу на трёх цилиндрах на режимах малых нагрузок. На отдельных режимах с малой нагрузкой экономия топлива за счёт отключения трёх цилиндров может составить, по сравнению с расходом на тех же режимах при работе полноразмерного двигателя, 20...25 %. Но поскольку часть режимов с малой нагрузкой протекает на трёх цилиндрах, а часть — в области повышенных нагрузок на всех шести, то в среднем при реализации метода отключения части цилиндров в условиях равной вероятности режимов экономия топлива может составить ~10 %.

Литература

1. Патрахальцев Н.Н., А. Вальдеррама, Х. Градос От отключения цилиндров — к отключению циклов // Автомобильная промышленность. 1995. № 11. С. 23...24.
2. Регулирование дизеля методом изменения его рабочего объема / Н.Н. Патрахальцев, С.В. Страшнов, И.С. Мельник, Б.А. Корнев // Тракторы и сельхозмашины. 2012. № 1. С. 19...22.
3. Der neue Audi-V6-Motor. Faltermeier G., Leitner P., Stemmer X., Xaver T.M. // MTZ: Motortechn. Z. 1991. 52. № 4. P. 172—176, 178, 180—181.

УДК 621.43

К ВОПРОСУ О ВЫБОРЕ ПОТРЕБНОЙ МОЩНОСТИ ДВИГАТЕЛЯ ПРИ ПЕРЕХОДНЫХ РЕЖИМАХ ЕГО РАБОТЫ

Д-р техн. наук **Г.И. ГЛАДОВ**, канд. техн. наук **Д.М. РЯБОВ**
МГТУ имени Н.Э. Баумана

Рассмотрен вариант выбора потребной мощности двигателя при его работе на переходных режимах.

Ключевые слова: *двигатель, мощность, топливо, подача, отключение.*

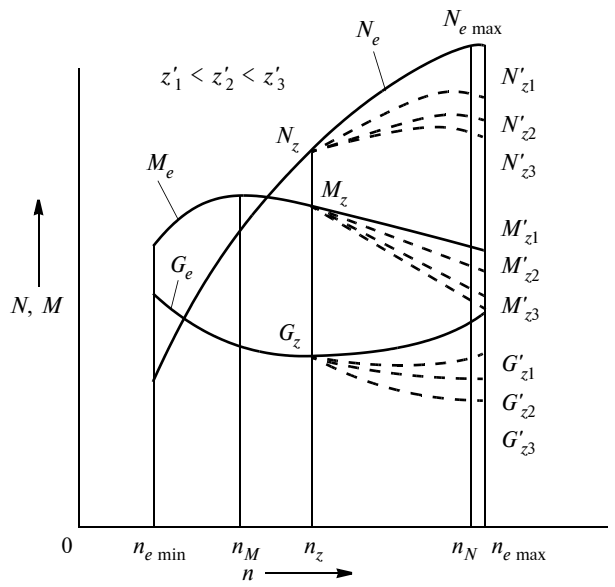
Gladov G.I., Ryabov D.M.

BY QUESTION ABOUT SELECTION OF THE REQUIRED POWER OF THE ENGINE ON TRANSIENT MODES OF ITS WORK

Option of required power of engine at its work on transient modes operation is considered.

Keywords: *engine, power, fuel, supply, disconnect.*

В характеристиках ДВС обычно указывается его номинальная мощность. Однако в реальных условиях эксплуатации он чаще всего работает на режимах частичных нагрузок, где его расход топлива и количество вредных выбросов с отработавшими газами, динамическая и тепловая нагруженности, а также шумность существенно другие. Причём не в лучшую сторону. Поэтому и появились системы автоматического изменения (регулирования) количества подаваемого в цилиндры (или в рампу) топлива, начала (момента) впрыскивания топлива во время длительной стоянки в "пробках", при движении на спуске и др. Есть также примеры использования электронных устройств, автоматически поддерживающих постоянство частоты вращения коленчатого вала дизеля при изменяющихся динамической и тепловой его нагруженностях, параметров внешней среды и режима работы АТС. Типичный тому пример — турбонаддувные дизели карьерных самосвалов БелАЗ, где давление наддувочного воздуха и степень его охлаждения регулируются по довольно сложной программе. Очень много внимания в последнее время уделяется оптимизации управления переходными процессами в ДВС.



Внешние характеристики дизеля

Все задачи, перечисленные выше, как правило, решаются экспериментально — методом "проб и ошибок". Что и долго, и дорого, и не даёт основания утверждать: решение — оптимально.

Выход из такого положения известен: математическая модель. Однако все существующие в настоящее время её варианты разрабатывались в основном для изучения рабочих процессов ДВС, а не переходных режимов. При этом считается, что такие модели достаточно близко описывают и переходные режимы, поскольку в состав дифференциальных уравнений входят переменные параметры. Что не совсем верно. Например, при разработке математической модели таких режимов дизеля с турбонаддувом приходится принимать ряд допущений: зависимости крутящего момента и момента сопротивления от частоты вращения коленчатого вала в интервале от холостого хода до режима максимальной мощности считать линейными; крутящий момент — зависимым от цикловой подачи топлива и давления наддува; система турбонаддува, исполнительный механизм регулятора частоты вращения коленчатого вала — представлять как апериодические звенья; запаздыванием в канале управления — пренебрегать. Это означает, что решения, полученные с помощью математической модели, — тоже лишь условно оптимальные.

Чтобы повысить эффективность математической модели, авторы предлагают "отключать" поочередно цилиндры двигателя. В этом случае придется иметь дело с внешней скоростной характеристикой как бы нескольких двигателей.

Параметрами обычной внешней скоростной характеристики являются, как правило, максимальная эффективная мощность $N_{e\,max}$; максимальный крутящий

№ формулы	Формула	Примечания
1	$N_e = N_{e\,max}\left[a\left(\frac{n_e}{n_N}\right) + b\left(\frac{n_e}{n_N}\right)^2 - c\left(\frac{n_e}{n_N}\right)^3\right]$	$N_{e\,max}$ — максимальная эффективная мощность; a, b, c — коэффициенты; n_e — частота вращения коленчатого вала двигателя; n_N — его частота вращения при максимальной мощности
2	$a = 1 - M_з K_w \frac{(2 - K_w)}{(K_w - 1)^2} \cdot 100$	K_w — коэффициент приспосабливаемости двигателя по частоте вращения коленчатого вала; $M_з$ — запас крутящего момента двигателя
3	$b = \frac{2 M_з K_w}{(K_w - 1)^2} \cdot 100$	—
4	$c = \frac{2 M_з K_w^2}{(K_w - 1)^2} \cdot 100$	—
5	$K_w = \frac{n_N}{n_M}$	n_M — частота вращения коленчатого вала двигателя при максимальном моменте
6	$M_з = \frac{(M_{e\,max} - M_N)}{M_N} \cdot 100$	$N_{e\,max}$ — максимальный крутящий момент двигателя; M_N — крутящий момент при максимальной мощности
7	$M_N = \frac{9550\, N_{emax}}{n_N}$	—
8	$M_e = M_N\left[(a + b)\frac{n_e}{n_N} - c\left(\frac{n_e}{n_N}\right)^2\right]$	—
9	$N_z = N_e\left(1 - \frac{z'}{z}\right)$	z — общее число цилиндров двигателя; z' — число отключаемых цилиндров; N_e— мощность двигателя при неотключённых цилиндрах

момент $M_{e\,\max}$; крутящий момент M_N при максимальной мощности; максимальная частота $n_{e\,\max}$ вращения коленчатого вала; частота n_N вращения коленчатого вала двигателя при максимальной мощности; частота n_M вращения вала двигателя при максимальном крутящем моменте; расход G топлива.

В частности, зависимость $N_e = f(n_e)$ аппроксимируется формулой кубического трехчлена [1]: формула № 1 в таблице. При этом входящие в эту формулу коэффициенты a, b и с для дизеля определяются соответственно по формулам № 2, 3 и 4. В свою очередь, значения входящих в эти формулы параметров дают формулы № 5...8.

Например, для дизеля КамАЗ-740.11-240 $N_{e\,\max}$ = = 169 кВт; $M_{e\,\max}$ = 814 Н · м; $n_{eN} \cong n_{e\,\max}$ = 2200 мин$^{-1}$, n_{eM} = 1200...1600 мин$^{-1}$, а если принять, что подача топлива в его цилиндры отключается при частоте n_z вращения коленчатого вала (например, при частоте n_{xx} на холостом ходу), то внешняя скоростная характеристика этого двигателя может быть представлена (см. рисунок) в виде сплошной линии, а такие же характеристики для режимов неполной мощности — в виде зависимостей ($N_z = f(n_z)$), ($M_z = f(n_z)$), ($G_z = f(n_z)$) (пунктирные линии). И поскольку параметры N_z, M_z и G_z зависят от ряда факторов, то решение этих зависимостей требует наличия конкретных данных, определение которых особого труда не представляет.

Так, мощность N_z двигателя предлагается определять по формуле № 9. Соответственно, можно определить M_z, G_z и другие параметры, которые также уменьшаются.

Отсюда следует практический вывод: на режимах неполной мощности (например, в режиме холостого хода) целесообразно отключать подачу топлива в цилиндры автоматически или принудительно. При этом число и последовательность их отключения должны определяться конструкцией двигателя, а также конкретными (экономическими, экологическими и др.) требованиями, предъявляемыми к нему.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках договора № 9905/17/07-к-12 между ОАО "КамАЗ" и МГТУ имени Н.Э. Баумана.

УДК 621.868.238

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ МОЩНОСТИ В ХОДОВОЙ СИСТЕМЕ МНОГООСНОЙ МАШИНЫ

(в порядке обсуждения)

Д-р техн. наук **Г.Б. ШИПИЛЕВСКИЙ**
НИИЦ АТ 3 ЦНИИ МО РФ (8.916. 396-63-43)

Рассматривается принцип решения задачи о рациональном распределении мощности между осями или колесами многоосной машины.

Ключевые слова: *многоосная, полноприводная, распределение мощности, дифференциальный привод, блокированный привод, потери мощности.*

Shipilevsky G.B.

AUTOMATIC CONTROL OF POWER DISTRIBUTION IN MOVING SYSTEM OF MULTI-AXLE VEHICLES

The problem of rational distribution of the power between the axles and the wheels of multi-axle machine is considered.

Keywords: *multi-axle, all-wheel drive, distribution of power, differential drive, blocked drive, losses of power.*

Рациональное распределение мощности в ходовой системе многоосной колесной машины — важнейшее из условий, при выполнении которого обеспечивается высокий уровень её эксплуатационных свойств (топливной экономичности, устойчивости движения и т.д.). Однако оно предполагает наличие двух предпосылок. Во-первых, её ведущие колёса имеют индивидуальный привод, позволяющий управлять вращением каждого из них независимо от других (таким приводом может быть электрический, гидрообъёмный и, теоретически, на механических вариаторах). Во-вторых, управление частотой вращения каждого колеса осуществляется в автоматическом режиме, алгоритм которого учитывает скорость движения машины, её "развесовку" по вертикальным нагрузкам и свойства опорной поверхности под каждым колесом в отдельности. Другими словами, этот алгоритм должен обеспечивать оптимальные для любых конкретных условий движения значения силы тяги, развиваемые колёсами. При этом алгоритм управления вращением ведущих колес должен быть таким, чтобы суммарное сопротивление движению (потери мощности в ходовой системе) были как можно меньшими.

Поисками решения этой проблемы занимались многие. Так, авторы работы [1] утверждают, что рациональный выбор межосевых передаточных чисел блокированного привода способен снизить общее сопротивление качению машины. Однако, насколько известно, результатов экспериментальной проверки этой гипотезы не имеется. Кроме того, её реализация в форме алгоритма автоматического регулирования не просматривается никаким другим способом, кроме поискового, да еще и с неопределенностью направления начального шага поиска. Это происходит, во-первых, из-за свойств мощности как скалярной величины, во-вторых, здесь нужно будет, по существу, искать оптимум функции многих переменных, число которых всего на единицу меньше числа осей или колёс с независимым индивидуальным приводом. Но даже если удастся преодолеть вычислительные трудности при решении такой задачи в бортовом компьютере в режиме реального времени, то, скорее всего, для этого (не столько для

расчётных операций, сколько для перенастройки привода) потребуется время, в течение которого условия движения машины наверняка изменятся.

Более рациональный подход, по мнению автора данной статьи, предлагается в работе [2]. В ней доказывается, что при постоянстве суммарного сопротивления движению машины можно свести к минимуму потери на буксование ведущих колёс, оказавшихся в неодинаковых условиях сцепления с опорной поверхностью, если все колёса будут иметь одинаковую скорость скольжения (разницу между теоретической скоростью оси колеса и действительной скоростью машины). Однако и в этой работе не приводится доказательств того, что такой эффект является наилучшим из возможных, т.е. достигается с учетом всех других видов потерь. Кроме того, реализовать такое управление можно только при условии, что в каждый момент времени измеряются (известны) значения радиусов качения колес, что теоретически возможно, но на практике — труднореализуемо.

Так что есть все основания утверждать: общее решение, реализация которого возможна доступными и надёжными аппаратными и программными средствами, пока что не просматривается даже в теории. Но необходимость такого решения очевидна. Что автор и попытался сделать, начав с рассмотрения условий, при которых может быть получен эффект от такого оптимального управления при двух вариантах организации привода ведущих колес машины — дифференциальном и блокированном.

Как известно, одним из главных свойств дифференциального привода является его способность поддерживать заданное соотношение крутящих моментов, подводимых к ведущим колёсам. При движении по дорогам с твёрдым покрытием оно исключает циркуляцию мощности и фактически выравнивает касательные усилия тяги (здесь фактор неравномерной "развесовки" и разных прогибов шин помогает, так как при равенстве моментов колесо с меньшим радиусом будет развивать большее усилие тяги). Однако для машин с обычными дифференциалами при попадании на поверхность с плохими, а главное, с неодинаковыми условиями сцепления это свойство становится недостатком, от которого избавляются переходом к блокированному приводу, который, что тоже хорошо известно, обеспечивает заданное соотношение частот вращения ведущих колёс. Поэтому в последние годы на многоосных колесных машинах и стали все чаше применять индивидуальный гидрообъёмный или электрический приводы колёс, которые легко устраняют этот недостаток за счёт специальных приёмов управления. Так, в гидрообъёмном приводе дифференциальный режим обеспечивается параллельным присоединением всех насосов и всех гидромоторов к единой магистрали. Для этого перед входом в каждый гидромотор достаточно установить электроуправляемый дроссель: если какое-то колесо попадает на "скользкое" место, т.е. на нём резко падает касательное усилие тяги и начинается его раскрутка с опасностью остановки передачи вращения другим колёсам, то можно просто уменьшить проходное сечение дросселя на входе в гидромотор этого колеса и эта опасность перестанет угрожать. В электрическом же приводе падение крутящего момента на оси какого-то из колёс вообще никак не скажется на вращении других колёс.

Переходя к возможностям блокированного привода, необходимо напомнить такой известный факт: его крайне нежелательно использовать на опорных поверхностях с твёрдым и сухим покрытием, так как в этом случае нельзя избежать циркуляции мощности со всеми вытекающими отсюда последствиями. Более того, и на поверхностях с недостаточными сцепными свойствами блокированный привод не стоит считать лучшим способом распределения мощности по колёсам. Ведь, как показано выше, добиться минимальных потерь на буксование можно только в одном случае — если обеспечить равенство скоростей скольжения каждого колеса, а это требует знания их радиусов качения, измерять которые в условиях эксплуатации с достаточной точностью весьма проблематично, так что ожидаемого эффекта можно и не получить.

Если же рассматривать другие возможности управления, то нужно принять во внимание слишком большое разнообразие условий движения, а также то, что многие значимые показатели будут неизмеряемыми или даже ненаблюдаемыми. Это хорошо показано в работе [3]. Там отмечено, что распределение тяговых усилий (и мощности) по осям полноприводной колёсной машины при заданном соотношении частот вращения колёс определяется вертикальными нагрузками на эти колёса, коэффициентами эмпирических зависимостей, характеризующих свойства почвы, и состоянием шин.

На основании приведенных выше фактов, автор сделал вывод:, что единого алгоритма управления, который способен в изменяющихся условиях движения обеспечивать эффект наибольшей экономичности, скорее всего, не существует. Поэтому стоило бы обсудить не какие-то один или два приема управления распределением мощности, действующие в автоматическом режиме, а все в принципе возможные и определить те из них, которые можно рекомендовать для реализации. При этом особое внимание придется уделить информационному обеспечению, т.е. возможности оснащения машины датчиками, которые необходимы для измерения значимых параметров ходовой системы машины. А картина здесь складывается такая.

Измерить частоты вращения колёс, работу которых обеспечивают электрические и гидрообъемные трансмиссии, довольно просто: электродвигатели и гидромоторы, как правило, снабжаются встроенными датчиками. Для измерения же крутящих моментов на осях колес можно, конечно, применять специальные датчики, встраиваемые непосредственно в привод. Но будет весьма трудно подобрать такие из выпускаемых

серийно, которые могут надежно работать в достаточно сложных условиях эксплуатации — при вибрациях, высокой влажности, в широком диапазоне колебаний температуры и в грязи. Поэтому для автоматического управления лучше использовать косвенные оценки: в гидрообъёмном приводе — по перепадам давлений в гидромоторах, умноженным на величины рабочих объёмов, а в электроприводе — по величине потребляемого тока.

О сложности измерения радиусов колёс уже упоминалось выше. Аналогичным образом можно оценить и возможность измерения вертикальных нагрузок по деформации подвески, а также касательных усилий тяги. Однако установка датчиков в этих местах заставит принимать довольно сложные меры по их защите от возможных повреждений и воздействий от неблагоприятной среды.

Как видим, сложности есть. Но нельзя умолчать и о возможностях, которые уже есть, но почему-то не пользуются вниманием у специалистов автомобилестроения. Например, измерение действительной скорости с помощью радарных доплеровских датчиков, которыми пренебрегают автомобилисты, давно уже стали стандартным оснащением колёсных тракторов зарубежного производства: автору приходилось слышать утверждения о том, что с развитием средств спутниковой навигации смысл такого измерения исчезает. Однако сторонники аналогичного мнения не принимают во внимание тот факт, что базовые конфигурации таких систем без их поддержки наземными реперными средствами обеспечивают точность измерения координат объекта с погрешностью до нескольких метров. При этом такая погрешность имеет вид случайного процесса. Если же пытаться по сигналам этой системы обеспечить измерение скорости, то сама природа этого процесса будет связана с процедурой оценки приращений, близкой к дифференцированию, что даст размах результатов, требующий усреднений за периоды, существенно превышающие интервалы стабильности условий движения. В связи с этим результаты измерений окажутся устаревшими и не соответствующими текущему состоянию этих условий. То есть возможности информационного обеспечения управления в данном процессе весьма ограничены. Поэтому стоит попытаться сформулировать предложения по структуре этого управления, исходящие из предполагаемого назначения и использования машин такого вида, а также из предпочтительных особенностей их конструкции. Кроме того, следует учитывать, что машина не всегда движется прямолинейно и должна обладать необходимой поворачиваемостью, которой не должны мешать особенности привода колес.

Однако сложившееся положение упрощают следующие обстоятельства.

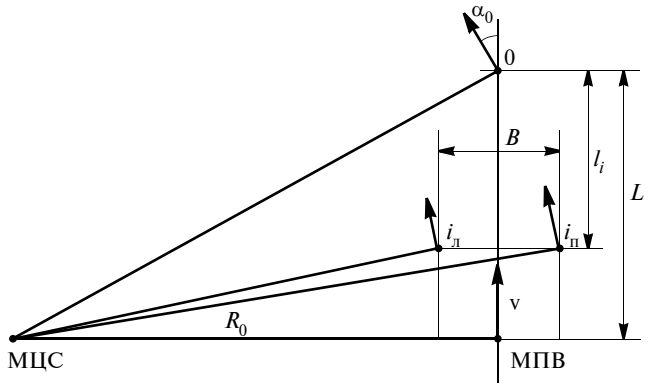
Во-первых, есть все основания предположить, что машины такого вида, как правило, предназначены для перевозки особо важных и ценных грузов (в основном неделимых) или для монтажа важного оборудования. Поэтому они будут двигаться в основном по заранее разведанным маршрутам, имеющим инженерное обеспечение. В связи с чем к ним вряд ли стоит предъявлять слишком высокие требования по проходимости (что, наверное, нельзя относить к боевым колёсным машинам). Во-вторых, маловероятно и то, что такую машину заставят долго двигаться по поверхности, на которой остается глубокая и заметная колея. В-третьих, есть то, что можно утверждать точно при рассмотрении различных конструктивных решений индивидуального привода колёс: вариатор любого из известного в настоящее время типа механическую его базу составлять не будет. В четвертых, гидрообъёмный привод как в полнопоточном, так и в двухпоточном его вариантах оправдывает себя только для трехосных машин. Но и это, скорей, теоретически.

Таким образом, наиболее перспективным можно считать электропривод. Поэтому дальнейшие рассуждения автора относятся к нему.

Теоретические основы управления распределением мощности по колёсам машины достаточно подробно рассмотрены в работе [4]. Однако они, к сожалению, не доведены до формулировок, которые можно использовать для создания алгоритмов управления применительно к изменяющимся условиям движения. В ней даны лишь два определения.

Первое из них: минимальное сопротивление движению имеет колесо со свободным режимом качения, т.е. при отсутствии продольного сопротивления. Но такой режим для конкретной машины в конкретных условиях просто нереален, так как он требует полного отсутствия продольных сил сопротивления, приложенных к остову машины (в том числе сил инерции, возникающих при её разгоне или замедлении). Второе: поворот полноприводных многоосных машин может быть основан на применении всеколёсного рулевого управления, при котором каждое колесо может поворачиваться в обе стороны на заданный ему угол. При этом положение мгновенного центра поворота может быть управляемым и мигрирующим в зависимости от скорости движения и заданной угловой скорости поворота машины. Но такое управление поворотом должно иметь конкретный алгоритм с указанием условий выполнения каждого действия, так что в каждый момент времени в зависимости от этих условий можно считать известным угловое положение каждого колеса относительно продольной оси машины и теоретический план скоростей без учёта уводов и боковых скольжений.

Упрощенная расчетная схема и план такого поворота показаны на рисунке. На нём в качестве управляющего воздействия принят условный угол α_0 поворота влево виртуального среднего колеса передней оси (точка 0), находящийся в известном соотношении с углом $\varphi_{рк}$ поворота рулевого колеса (штурвала). При этом принято, что проекция мгновенного центра скоростей на продольную ось машины (мгновенный полюс поворота) отстоит от передней оси на расстоянии L.



Из простейших геометрических соотношений векторов видно, что радиус R_0 мгновенного полюса поворота определяется по формуле:

$$R_0 = \frac{L}{\mathrm{tg}\alpha_0}.$$

Тогда для оси с номером i, отстоящей на расстоянии l_i от передней оси, радиусы поворота левого ($R_л$) и правого ($R_п$) колес (показаны для центров пятен контактов) при $l_i \le L$ будут определяться формулами:

$$R_{л,п} = \sqrt{\left(R_0 \mp \frac{B}{2}\right)^2 + (L - l_i)^2},$$

для $l_i > L$:

$$R_{л,п} = \sqrt{\left(R_0 \mp \frac{B}{2}\right)^2 + l_i^2},$$

где B — колея колесной машины.

Если считать, что поступательная скорость перемещения мгновенного полюса поворота равна v, то модуль вектора скорости любого другого колеса будет относиться к ней так, как относится её радиус R_i к R_0. (Напомним, что это расчётные теоретические соотношения, в которых не учитываются уводы и боковые скольжения колёс.)

Теперь можно вернуться к соображениям по рациональному управлению вращением колёс. Если каждое из них имеет индивидуальный электропривод, то просматривается использование таких его свойств, как возможность управлять и частотой его вращения, и развиваемым им крутящим моментом. При этом должно выполняться главное требование: в основном режиме движения от водителя не требуется никаких действий, кроме задания скорости движения машины. Всё остальное должно происходить автоматически, без его участия.

И последнее. Приводимые ниже предложения автора следует считать не более чем предметом дискуссии для их подтверждения или опровержения на базе корректных аргументов.

Первое из этих предложений: основным режимом можно считать движение по дороге с твёрдым покрытием и хорошими сцепными свойствами. В таких условиях блокированный привод в чистом виде нежелателен, так как вертикальные нагрузки на все колёса машины, а значит, и их радиусы никогда не бывают абсолютно одинаковыми, поэтому придётся прибегнуть к действиям, свойственным дифференциальному приводу и связанным с распределением крутящих моментов. Так, в начале движения машины должно устанавливаться соотношение частот вращения колёс, определяемое положением рулевого управления, и приведёнными выше соотношениями. Кроме того, придётся учитывать особенности, связанные с конкретными параметрами машины. Например, при построении плана скоростей такой машины, как МЗКТ-79221, не обойтись без определённых допущений, поскольку у нее из восьми осей управляемые — только три передние и три задние.

Дальше можно предположить, что какое-то колесо имеет более высокую вертикальную нагрузку и соответственно — меньший радиус качения. Поэтому его вращение с расчётной частотой даст несколько меньшую скорость, в результате чего на его ось начнёт действовать толкающее усилие остова машины (известная предпосылка циркуляции мощности). Это вызовет снижение крутящего момента на оси того колеса, которое должно быть замечено действующим измерением. Тогда могут быть предприняты следующие действия: у колеса, на оси которого крутящий момент наименьший, частота вращения должна быть увеличена до значения, соответствующего среднему значению на всех остальных колёсах. При этом не исключено, что после такой манипуляции минимальный крутящий момент окажется на оси другого колеса и действие по выравниванию моментов придется повторить. И если в конце концов скорость движения машины окажется выше или ниже заданной, то частоты вращения всех колёс тоже придется изменять.

Второе предположение. При установившемся движении машины попадание одного или нескольких её колес на "скользкое" место может быть обнаружено по самопроизвольному снижению моментов на их осях, сопровождающемуся повышением частоты их вращения. Уменьшение этой частоты сразу же снизит потери мощности, однако снижение суммарной тяги должно быть компенсировано увеличением тяги других колёс, чтобы не допустить снижения скорости движения машины.

Литература

1. Пирковский Ю.В., Шухман С.Б. Теория движения полноприводного автомобиля. М.: ЮНИТИ, 2001.
2. Новиков Г.В. Теория и принципы автоматического регулирования многодвигательных бесступенчатых трансмиссий // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2005. № 4.
3. Соловейчик А.А. Тяговый расчет полноприводной ходовой системы трактора с учетом кинематического несоответствия привода ведущих осей. Сб. Чтения академика В.Н. Болтинского. Калуга: "Манускрипт". 2007.
4. Белоусов Б.Н., Попов С.Д. Колесные транспортные средства особо большой грузоподъемности. М.: МГТУ имени Н.Э. Баумана. 2006.

УДК 629.113

ЗАВИСИМОСТЬ КОЛИЧЕСТВА ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В ОТРАБОТАВШИХ ГАЗАХ АВТОМОБИЛЯ ОТ РЕЛЬЕФА МЕСТНОСТИ

Канд. техн. наук **Б.У. АКУНОВ**
Кыргызский ГТУ имени И. Раззакова (+ 996.312. 54-51-78)

Представлены результаты экспериментальной оценки выброса монооксида углерода и несгоревших углеводородов в отработавших газах автомобиля в зависимости от рельефа местности.

Ключевые слова: *автомобиль, монооксид углерода, несгоревшие углеводороды, датчик кислорода, рельеф местности, высота над уровнем моря.*

Akunov B.U.

DEPENDENCE ON THE TERRAIN OF HARMFUL SUBSTANCES AMOUNT IN THE EXHAUST GASES OF CARS

Results of an experimental analysis of emission of carbon monoxide and unburned hydrocarbons in the exhaust gases of the vehicle are given depending on the terrain.

Keywords: *car, carbon monoxide, unburned hydrocarbons, oxygen sensor, terrain, height above sea level.*

Автопроизводители в условиях жёсткой конкуренции делают всё, чтобы повысить потребительские качества своих автомобилей — их надёжность, топливную экономичность, экологическую безопасность, динамичность, комфортабельность, устойчивость в движении, управляемость и др. И с каждым годом добиваются определенных положительных результатов. Особенно с точки зрения топливной экономичности и экологичности. Но, несмотря на эти успехи, автомобильный транспорт по-прежнему остается основным источником загрязнения окружающей среды. Поэтому экологические показатели ДВС и АТС в целом регламентируются различными нормативно-техническими документами: ОСТ, ГОСТ, Директивами, Правилами ЕЭК ООН и т.д. Причём устанавливаемые ими нормы постоянно ужесточаются: это доказывает анализ нормативных документов, в которых оговариваются предельные значения удельных (на единицу мощности двигателя любого типа) или пробегового (на единицу пробега АТС) выброса конкретных веществ с отработавшими газами: за последние 10...15 лет эти параметры мало изменились. Однако все они относятся к так называемым нормальным условиям эксплуатации АТС: давлению, равному 101,3 кПа (760 мм рт. ст.), и температуре 288 К (15 °С). Например, при оценке экологических показателей и при проведении государственного технического осмотра автомобилей с бензиновыми двигателями специалисты руководствуются ГОСТ Р 52033—2003 "Автомобили с бензиновыми двигателями. Выбросы загрязняющих веществ с отработавшими газами. Нормы и методы контроля при оценке технического состояния". Согласно требованиям этого стандарта, при отсутствии данных, установленных заводом-изготовителем, содержание монооксида углерода и несгоревших углеводородов в отработавших газах у автомобилей всех категорий проверяется на двух режимах холостого хода — при минимальной n и повышенной частотах вращения коленчатого вала ДВС. Причём в первом случае для автомобилей категорий М1 и N1 эти частоты должны быть равными 1100 мин$^{-1}$, а для автомобилей остальных категорий — 900 мин$^{-1}$. Во втором случае для автомобилей категорий М1 и N1, не оборудованных системами нейтрализации, они составляют 2000...3500 мин$^{-1}$, оборудованных такими системами, — 2500...3500 мин$^{-1}$, а для автомобилей остальных категорий независимо от их комплектации — 2000...2800 мин$^{-1}$. Но выбросы монооксида углерода и углеводородов зависят от условий окружающей среды, т.е. на их значения влияют температура, давление и влажность воздуха. В принципе, в ГОСТ Р 52033—2003 эти условия чётко оговорены. Однако на практике их мало кто учитывает, считая их малосущественными. В итоге получается, что контролеры все условия считают "нормальными".

Например, в средней полосе России при проведении технического осмотра ошибки в оценке исправности ДВС не очень значительны, поэтому владелец АТС особых неудобств не испытывает. Гораздо хуже обстоят дела, когда автомобиль проверяют в горной местности, где и давление воздуха, и его температура существенно отличаются от "нормальных".

Чтобы оценить степень влияния этих отличий на экологические показатели автомобиля, автор провёл эксперимент на автомобильной дороге Бишкек — Ош в Кыргыстане, для которой характерно сочетание равнинных, горных и высокогорных участков.

Эксперименты проводились на легковом автомобиле "Тойота Авенсис" 2001 г. выпуска, имеющем пробег 180 тыс. км. Этот автомобиль оснащён бензиновым двигателем рабочим объемом 1,6 л и инжекторной системой подачи топлива распределённого типа, подогреваемым датчиком кислорода (лямбда-зонд), который расположен до каталитического нейтрализатора отработавших газов, его топливный бак заправлялся бензином марки АИ-95 класса "Евро-3".

Условия и результаты выполненных в ходе эксперимента измерений представлены в табл. 1.

Чтобы полученные данные измерений приводились к "нормальным", ГОСТ Р 52033—2003 рекомендует полученные значения умножать на поправочный коэффициент. Его значения даны в руководстве эксплуатации газоанализаторов АВТОТЕСТ [2], которым автор пользовался в ходе экспериментов. В результате были получены данные, приведённые в табл. 2.

Как видим, они существенно отличаются от тех, что даны в табл. 1: при повышении рельефа местности на 2100...2600 м над уровнем моря выброс монооксида углерода при $n_{мин}$ снижается на 29...34 %, а при $n_{пов}$ — на 22...29 %, снижение выброса несгоревших углеводородов при повышении рельефа местности от 1500 до 2000 м над уровнем моря при $n_{мин}$ составило 15...30 %, а при $n_{пов}$ практически не наблюдалось. При этом значение $n_{мин}$ при изменении высоты над уровнем моря до 2100...2600 м самопроизвольно увеличивалось с 770 до 830 мин$^{-1}$, т.е. на 7,8 %.

Таким образом, эксперимент показал: пренебрегать пересчётом результатов измерений в горных условиях нельзя.

Таблица 1

Место измерения	Высота над уровнем моря, м	Атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)	Температура воздуха, °С	Частота вращения коленчатого вала двигателя, мин$^{-1}$		Выброс оксида углерода, %		Выброс несгоревших углеводородов, млн$^{-1}$	
				$n_{мин}$	$n_{пов}$	$n_{мин}$	$n_{пов}$	$n_{мин}$	$n_{пов}$
Пост «Сосновка»	1200	88,0 (660)	+23	780	2550	0,46	0,42	70	10
Перевал Тоо-Ашуу	3200	69,3 (520)	+15	830	2540	0,24	0,28	40	0
Поворот в сторону Таласской области	2700	73,3 (550)	+21	780	2440	0,28	0,32	50	10
Перевал Ала-Бел	3200	69,3 (520)	+17	820	2410	0,24	0,29	40	10
Город Таш-Комур	610	93,3 (700)	+41	770	2450	0,50	0,52	70	10

Таблица 2

Место измерения	Высота над уровнем моря, м	Атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)	Температура воздуха, °С	Частота вращения коленчатого вала двигателя, мин$^{-1}$		Значение поправочного коэффициента	Выброс монооксида углерода, %		Выброс несгоревших углеводородов, млн$^{-1}$	
				$n_{мин}$	$n_{пов}$		$n_{мин}$	$n_{пов}$	$n_{мин}$	$n_{пов}$
Пост «Сосновка»	1200	660 (4950)	+23	780	2550	1,20	0,55	0,50	84	12
Перевал Тоо-Ашуу	3200	520 (3900)	+15	830	2540	1,48	0,36	0,41	59	0
Поворот в сторону Таласской области	2700	550 (4125)	+21	780	2440	1,42	0,40	0,45	71	14
Перевал Ала-Бел	3200	520 (3900)	+17	820	2410	1,48	0,36	0,43	59	15
Город Таш-Комур	610	700 (5250)	+41	770	2450	1,12	0,56	0,58	78	11

И еще один важный вопрос. Считается, что при эксплуатации автомобиля в горных и высокогорных условиях топливная экономичность и, следовательно, экологичность, всегда ухудшаются. Потому что с повышением рельефа местности снижаются атмосферное давление и плотность воздуха. В результате происходит обогащение топливовоздушной смеси, её состав становится нестехиометрическим, коэффициент λ избытка воздуха существенно уменьшается, и часть топлива просто не успевает сгорать.

Все это верно, но лишь для карбюраторных двигателей, где подача топлива не зависит от внешних условий, поскольку определяется только диаметрами отверстий топливных жиклеров. Двигатели же, оснащённые инжекторной системой подачи топлива и системой снижения токсичности отработавших газов, с этой точки зрения ведут себя совершенно иначе. Скажем, в нашем случае автомобиль "Тойота Авенсис" оборудован стандартным пальчиковым подогреваемым кислородным датчиком (λ-зондом), который представляет собой керамический элемент, имеющий с обеих сторон покрытие (элемент Нернста). Одно из этих покрытий контактирует с окружающим воздухом, а второе — с отработавшими газами. При изменении разницы между концентрациями кислорода в воздухе и отработавших газах происходит изменение электрического напряжения между этими слоями, играющими роль электродов, т.е. образуется сигнал, который и передается в электронный блок управления двигателем. Этот блок, в свою очередь, оценивает значение полученного сигнала и сравнивает его с эталонным сигналом, а затем, при необходимости, изменяет подачу топлива так, чтобы коэффициент избытка воздуха в топливовоздушной смеси был близок к единице (обычно в пределах $0,97 \le \lambda \le 1,03$). Иначе говоря, датчик кислорода автоматически вводит поправку на высоту над уровнем моря. Что и зафиксировано в табл. 2.

Из всего сказанного напрашивается как минимум два вывода.

Во-первых, экологические показатели автомобильных двигателей с ростом высоты над уровнем моря могут как ухудшаться (карбюраторные двигатели), так и улучшаться (двигатели, оснащённые впрыскиваемыми топливными системами и каталитическими нейтрализаторами отработавших газов). И этого нельзя не учитывать.

Во-вторых, тот факт, что современные автомобильные ДВС при уменьшении плотности воздуха, поступающего в их цилиндры, снижает количество нормируемых вредных веществ в отработавших газах, наводит на мысль о необходимости разработки устройства, способного в нормальных условиях имитировать работу датчиков массового расхода воздуха и кислорода в горных и высокогорных условиях. Такое устройство

позволило бы в этих условиях значительно улучшить экологические и экономические показатели автомобилей с бензиновым двигателем. Например, по той же дороге Бишкек — Ош, как показывают расчёты, на ~15 %. Что весьма ощутимо: на июнь 2015 г. в Кыргыстане зарегистрировано 130 тыс. легковых автомобилей, в том числе более 70 % — автомобили с бензиновыми двигателями.

Литература

1. ГОСТ Р 52033—2003 Автомобили с бензиновыми двигателями. Выбросы загрязняющих веществ с отработавшими газами. Нормы и методы контроля при оценке технического состояния. М.: ГОССТАНДАРТ РОССИИ, 2004. — 10 с.
2. Газоанализаторы многокомпонентные. Руководство по эксплуатации М 047.000.00 РЭ. Методика проверки М 047.000.00 МП. Паспорт М 047.000.00 ПС. Научно-производственная фирма "Мета", г. Жигулевск, 2008. — 104 с.

УДК 629.072

О ЗАЩИТЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ АМОРТИЗАТОРОВ ОТ ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗОК

Канд. техн. наук **И.С. ЧАБУНИН**, д-р техн. наук **И.В. БАЛАБИН**, аспирант **Д.А. ПЛЕТИН**
Военный институт (общевойсковой) ВУНЦ СВ "ОВА ВС РФ"
Университет машиностроения (МАМИ)

Функции демпфирующего элемента в современной автомобильной подвеске выполняет, как правило, гидравлический телескопический амортизатор двухстороннего действия, работающий как на отбой (гашение колебаний), так и при прямом ходе, вместе с упругим элементом воспринимая динамическое воздействие. Чем более интенсивен внешний силовой импульс, тем большую часть усилия принимает на себя амортизатор, работая, по сути, не только как гаситель колебаний, но и как дополнительный упругий элемент, и тем самым помогая исключить пробои подвески при движении с большой скоростью на неровной дороге. При этом амортизатор сам оказывается "под ударом" и нередко выходит из строя по причине поломки, либо в силу потерь функциональных качеств вследствие перегрева рабочей жидкости и утраты ее вязкости.

Приведенные соображения обуславливают необходимость поиска альтернативного механизма, который бы смог взять на себя "помощь" упругому элементу, частично разгрузив амортизатор, без ухудшения плавности хода транспортного средства. В качестве такого элемента на спортивно-гоночных автомобилях уже нашел применение так называемый инертер (см. "АП" № 9, 2016 г.)

Он позволяет амортизатору более эффективно выполнять свою прямую функцию — гасить колебания, гарантирует его исправную работу и оберегает от чрезмерных перегрузок, сохраняя работоспособность в различных дорожных скоростных режимах. Данное устройство содержит инертную массу, реагирующую на внешнее силовое воздействие в тем большей степени, чем интенсивнее это силовое воздействие изменяется, и притом не подвержено отказам при мощном силовом потоке.

На данный момент известны следующие конструктивные схемы инертера: по типу рейка-шестерня с ходовым винтом и гидравлический.

Принципиальная схема инертера "рейка-шестерня" представлена на рис. 1. Устройство представляет собой механизм, состоящий из корпуса, крепящегося на подрессоренную массу автомобиля через точку подключения *1*, шестерен, зубчатого колеса и маховика. Рейка, входящая в корпус, крепится к неподрессоренной массе через точку подключение *2*. Перемещение рейки при прямом ходе под воздействием сил, действующих со стороны дороги, приводит в движение маховик, который, в свою очередь, воспринимает силовые импульсы, тем самым защищая амортизатор от перегрузок.

Инертер с ходовым винтом, имеет схожую конструкцию, только здесь роль маховика выполняет гайка, закрепленная в корпусе на двух подшипниках, а роль рейки — винтовой шток. Устройство инертера с ходовым винтом приведено на рис. 2. Преимущества данной конструкции — её относительные компактность и

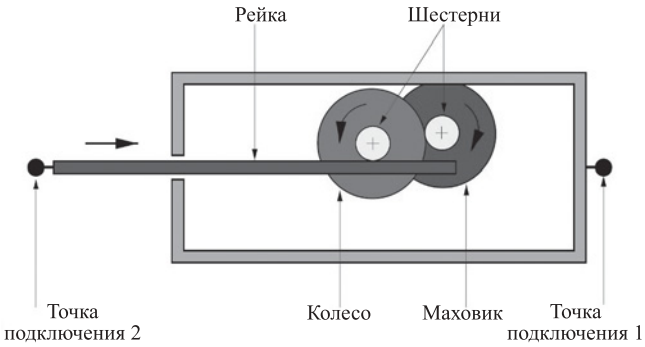


Рис. 1

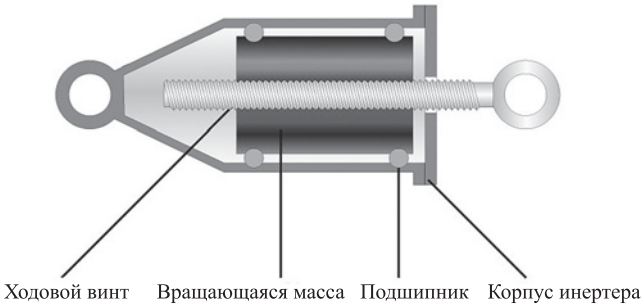


Рис. 2

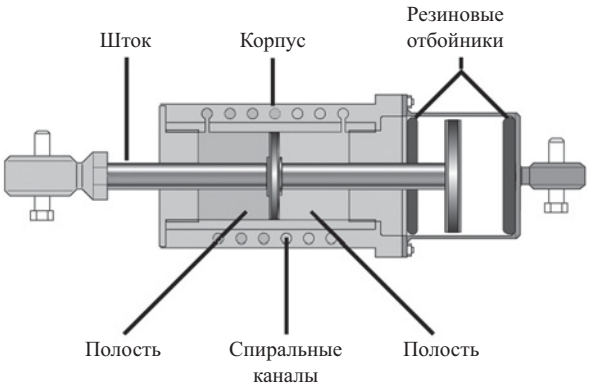


Рис. 3

простота по сравнению с инертером по типу рейка-шестерня. Однако узел довольно сложен в изготовлении, к тому же необходимо каким-то образом полностью исключить заклинивание гайки на резьбе при больших силовых импульсах и за счёт температурных деформаций при перегреве, обусловленном невысоким КПД.

Наконец, гидравлический инертер имеет совершенно иную принципиальную схему, в которой роль инертного тела играет ртуть или какая-либо другая жидкость с большим удельным весом. Принципиальная схема такого инертера показана на рис. 3.

Гидравлический инертер, как и ранее описанные конструкции имеет корпус и шток. Движение последнего ограничено в обе стороны резиновыми отбойниками. В корпусе имеются спиралевидные каналы для перетекания жидкости, по которым и движется ртуть, перетекая из одной полости в другую. Применение ртути обусловлено её высокой плотностью, а значит и массой, и следовательно, наивысшими показателями инертности среди жидкостей. На данный момент отсутствуют сведения о практическом применении подобной конструкции, но можно с уверенностью сказать, что использование ртути представляет опасность в случае повреждения как для водителя, так и для механиков.

Описанные варианты инертеров можно установить на автомобиле таким образом, чтобы обе точки подключения крепились на неподрессоренных массах. В этом случае принцип их действия на подвеску иной, но цель использования та же — разгрузить амортизатор от импульсных силовых воздействий, не снижая несущественно плавности хода транспортного средства.

Все перечисленные схемы — первая попытка использования инертеров в качестве механизма коммутации подрессоренных и неподрессоренных частей автомобиля. В настоящее время в Университете машиностроения проводится работа по изучению рабочих процессов инертера. Рассматривается возможность применения подобных устройств на автомобилях общего назначения.

Литература

1. Malcolm C. Smith "The Inerter Concept and Its Application" Plenary lecture. 2003.
2. Malcolm C. Smith, Michael Z.Q. Chen "The missing mechanical circuit element" IEEE 2010.
3. Вебсайт http://scarbsf1.com/blog1/category/inerters/2011.

УДК 629.113

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ТЕОРИИ АВТОМОБИЛЯ

Доктора техн. наук **Б.Н. БЕЛОУСОВ** и **Г.И. ГЛАДОВ**,
канд. физ.-мат. наук **Т.И. КСЕНЕВИЧ**,
канд. техн. наук **М.П. МАЛИНОВСКИЙ**, **В.О. ОСИПКОВ**
МГТУ имени Н.Э. Баумана (499.263-60-65),
МАДИ,
Научно-технический центр "ЛазерАрт"

Рассматриваются основные направления развития теории автомобиля как научный задел создания конструкции автомобиля будущего. Рассмотрены некоторые фундаментальные причины системного кризиса отечественной автомобильной промышленности; дан прогноз главных направлений развития мировой транспортной индустрии на ближайшие полвека; сформулированы задачи развития теории автомобиля и подготовки инженеров-конструкторов нового поколения как научно-технический задел для реализации этих направлений.

Ключевые слова: *автомобиль, интеллектуальная транспортная система, автономное управление, коллективное управление, модельно-ориентированное проектирование, оптимизация транспортных систем, система управления движением, система "водитель—автомобиль—окружающая среда".*

Belousov B.N., Gladov G.I., Ksenevich T.I., Malinovskii M.P., Osipkov V.O.
MODERN CHALLENGES IN THEORY OF GROUND VEHICLES

Fundamental issues of the systemic crisis of the domestic automotive industry are discussed in an article. The main trends of the global transport industry development for the next half century were provided. The authors have formulated the tasks for development of theory of ground vehicles and education a new generation of scientific and technical specialists for the implementation of these trends.

Keywords: *vehicle, intelligent transportation system, autonomous control, collective control, model-oriented design, optimization of transport systems, traffic control system, system "driver—vehicle—environment"*

В современной научно-технической литературе широко обсуждаются проблемы создания транспортной системы будущего. При этом система "водитель—автомобиль—окружающая среда", как правило, разрывается. Это вызвано ведомственной разобщенностью, ответственностью за развитие объектов этой системы разных государственных и частных структур. Дорожники и строители развивают инфраструктуру исходя из внешних факторов (например, автомобилей стало много — транспортный поток большой) и недостаточ-

ных оценочных показателей, не учитывающих конструктивные особенности перспективных транспортных средств — участников дорожного движения. Процесс создания интеллектуальных транспортных систем идет без глубокого понимания основных тенденций развития конструкции автомобиля. Автомобилестроители делают заявления о создании беспилотных автомобилей, но ведут работы без учёта перспектив и тенденций развития инфраструктуры городов и весей. Полностью отсутствует понимание необходимости законодательного обеспечения развития транспортной системы в целом. Причём подобное положение в настоящее время характерно для всех стран мира, однако, в других странах хотя бы ведутся бурные дискуссии по этим проблемам (*Vladimir V. Vantsevich, "Road and off-road vehicle system dynamics. Understanding the future from the past", Vehicle System Dynamics: International Journal of Vehicle Mechanics and Mobility, Volume 53, Issue 2, 2015, P. 137—153*). Например, с целью формирования нормативно-правой среды ЕС в 2012 году был создан консорциум *RoboLaw*, в который вошли эксперты в области права, инженерии, философии, регулирование и совершенствование прав человека. Консорциум опубликовал результаты своих обсуждений: "руководство по регулированию робототехники" (*"Guidelines on Regulating Robotics"*). Доклад был представлен на сессии Европейского парламента по правовым вопросам. Документ представляет собой свод рекомендаций, разработанных, чтобы помочь европейским законодателям успешно управлять внедрением новых роботов и других технологий, улучшающих жизнь человека в обществе без ущерба принципам, уже закрепленным в европейском законодательстве.

Научные исследования в развитии теории автомобиля в РФ сведены практически к научно-техническому сопровождению ведущихся ОКР, а новый Российский научный фонд просто заблокировал научные исследования этого направления, считая их неактуальными для страны. РФФИ занят своими проблемами. Новое поколение инженеров, как автомобилестроителей, так и эксплуатационников автомобилей имеют весьма общее представление об этой проблеме, а студентам, не дается вообще никакого. Для того, чтобы вырастить смену, новым кадрам необходимо ставить амбициозные задачи уровня тех, на которых выросло советское поколение. Транспортная мехатроника воспринимается специалистами и конструкторами транспортных средств как что-то абстрактное и не относящееся к роду их деятельности. Новое поколение инженеров может просто выпасть из процесса подготовки к созданию автомобиля будущего. Таким образом, в российском автопроме происходят те же самые процессы, что и в космической отрасли, но только их печальные итоги не настолько всем очевидны.

Все это подвигло авторов высказать свою точку зрения на актуальность развития теории автомобиля, как базы для совершенствования автомобиля, ключевого объекта-участника транспортной системы страны.

Успешное развитие теории в области динамики автомобиля и управления в СССР существенно подтолкнуло к созданию новой транспортной технологии и за рубежом — а именно, создание интеллектуальных транспортных средств, которые обеспечивают эффективность и безопасность перевозок на основе использования в конструкции мехатронных модулей и систем.

На использовании мехатроники построена современная парадигма проектирования перспективных автомобилей за рубежом. Кроме того, модельно-ориентированный подход к проектированию ТС приходит на смену традиционной в отечественном автомобилестроении конструкторско-механической парадигме разработки новой техники и является значимым фактором обеспечения конкурентоспособности при создании новых образцов. Новая парадигма создания ТС стимулирует за рубежом развитие современных технологий разработки, уровень техники которых был недостижим при классическом подходе. В качестве примера достаточно упомянуть управление тягой, электронные системы стабилизации курсовой устойчивости, систему активного распределения крутящего момента, различные виды активной подвески, активные стабилизаторы поперечной устойчивости, активное рулевое управление, системы активной безопасности, гибридно-электрические и полностью электрические трансмиссии транспортных средств и др.

Все упомянутые системы по своей природе являются мехатронными. Они работают в режиме реального времени с гарантированным периодом реакции до 100—120 мс и обеспечивают быстрое и точное взаимодействие с окружающей средой и быстрый отклик на правильные действия водителя. Такие системы быстрых и точных взаимодействий можно охарактеризовать как системы с быстрым реагированием — быстрой адаптацией.

Идёт интенсивная разработка прогностической модели управления (англ. *Model predictive control,* MPC), которая становится одной из наиболее перспективных схем оптимального управления в режиме реального времени с обратной связью. MPC нашла своё применение в активном рулевом управлении, антипробуксовочных системах и т.д. Много внимания за рубежом уделяется развитию стохастической математической модели шин; моделированию динамического взаимодействия и потерь на трение в системе "шина—поверхность"; новые темы появляются в анализе чувствительности динамических характеристик автомобиля, в новых конструкциях подвески, а также в моделировании динамики транспортных средств в целом.

Методы проектирования систем автомобиля существенно изменилась в сторону развития систем с открытой архитектурой. Уровень анализа целевых систем использования разрабатываемых образцов "води-

тель—автомобиль—окружающая среда" становится всё более глубоким и сложным. Главными современными требованиями в отношении новых ТС являются: повышение энергоэффективности, эксплуатационных свойств, безопасности и экологичности дорожного и внедорожного движения. Одновременно с этим становятся актуальными требования по обеспечению готовности перспективных конструкций транспортных средств к автономному (беспилотному) режиму управления.

Исследовательские работы, которые были проведены ранее, не обеспечивают научно-технический задел для дальнейшего удовлетворения всех конструктивно-технических требований, предъявляемых к транспортным средствам современной эпохи. Задача внедрения нового подхода к конструированию сводится к необходимости перехода на новую технологическую парадигму проектирования и инжиниринга ТС. Только переход на новый уровень исследований в теории автомобилей и внедрение новых конструкторско-технологических концепций могут привести к принципиально новым свойствам конструкций, а не просто обеспечивать все более возрастающие требования к системам автомобиля.

Например, концептуально новым направлением исследований на современном этапе является продолжение усиления адаптивности конструкций в динамике взаимодействия "шина—поверхность", которое может быть сформулировано как новая техническая парадигма — динамика быстро адаптивной ("умной", "робастной") шины, которая ориентирована не только на чрезвычайную быстроту и точность, но также на определение 3D-параметров модели "автомобиль—шина—поверхность" и достижения скорости управления адаптацией системы "шина—поверхность" в пределах запаздывания реакции на 60—80 мс.

Это устраняет основную проблему в расчёте динамики колеса — оценку порога скольжения/буксования шин, чтобы свести к минимуму потери мощности в системе "шина—поверхность", увеличить проходимость автомобиля и уменьшить износ шин, а также снизить повреждение почвы. Действительно, в отношении контроля проскальзывания шин динамика быстро-адаптивной шины предоставляет достаточно времени, чтобы определить и передать управляющее воздействие на привод колеса, за период пока шина и почва приспосабливаются друг к другу.

Современные и перспективные мехатронные модули и системы, созданные на основе новинок технологий в области автомобилестроения, могут способствовать внедрению быстро адаптивных систем в конструкцию автомобиля. Это обеспечит более эффективную безопасность водителя и пассажиров, экономию энергии, и повышение производительности системы "водитель—автомобиль—окружающая среда".

Таким образом, теория работающих в реальном времени быстро-адаптивных систем ТС должна развиваться как ключевое направление на современном этапе развития.

Ещё одна проблема в теории динамики автомобиля, складывающаяся сегодня, — это определение взаимозависимости и взаимовлияния мехатронных систем автомобиля и оценка их влияния на эксплуатационные и потребительские свойства транспортного средства — слаженность работы по исполнению главной целевой функции автомобиля. При этом необходимо учитывать развитие дорожной инфраструктуры (транспортной среды), средств связи, навигации и т.п.

Основы теории автомобиля были созданы на двух основных, но различных подходах для исследования динамики систем транспортного средства и проектирования систем автомобиля: (I) эксплуатационные свойства каждого транспортного средства изучаются с учётом отдельных и независимых воздействий различных систем на эти свойства; (II) динамика и конструкция транспортного средства изучаются с учётом комплексного влияния всех систем ТС на различные эксплуатационные свойства автомобиля.

Системы перспективных ТС могут унаследовать существующие конфликты (противоречия) при функционировании различных конструкций, что существенно влияет на свойства автомобиля. При классическом способе проектирования систем автомобиля инженеры обычно не принимают во внимание совместного воздействия на динамику транспортного средства в результате потенциального объединения действий различных систем. Связанные действия и эффекты взаимовлияния обычно остаются незамеченными в процессе проектирования.

Современное комплексное управление автомобилем может рассматриваться как техническое решение для согласования помех между системами (решения конфликтов "интересов"), что частично может исключить отрицательное влияние на эксплуатационные свойства автомобиля. Однако, несмотря на улучшение динамики автомобиля, интегрированное управление не может с надлежащим уровнем качества решить технические проблемы противоречивых действий систем (полностью исключить конфликт "интересов").

Таким образом, новые исследования динамики систем транспортного средства необходимы для того, чтобы основательно выявить и понять взаимозависимость и взаимовлияние систем транспортного средства. Для этого нужен переход от технологии исследования динамики связанных систем ТС (англ. *coupled dynamics* — исследование систем, влияющих друг на друга без всяких ограничений) к интерактивной технологии исследования (англ. *Interactive dynamics* — исследования, нацеленные на осуществление сглаживания отрицательных действий систем друг на друга, заложенных в конструкцию. Данные системы автомобиля не находятся под активным воздействием управления — исследователи "заставляют" их "дружить" друг с другом).

В отличие от технологии динамики связанных систем, интерактивный (интерактивный процесс — процесс, содержащий активное действие между чем-либо, кем-либо) процесс исследования разъединяет динамические эффекты системы и затем сознательно и намеренно направляет действия каждой системы во взаимодействие между собой для улучшения динамики автомобиля в целом, повышения его производительности, энергетической эффективности использования топлива и других потребительских свойств.

Таким образом, создаются теоретические основы для последующего намеренного проектирования какой-то системы, которая работает не совсем в оптимальном режиме, но обеспечивает оптимальную работу других систем, определяющих выполнение главной целевой функции автомобиля.

Еще одно направление — развитие возможности упреждающих быстрых откликов на потребность новых конструкций, с новыми потребительскими свойствами автомобиля — теория систем переменной массы и конфигурации. Наземные машины-роботы (например, теория движения планетоходов и машин военного назначения), легковые машины (например, теория реконструкции аварий), военные машины (например, теория обеспечения/восстановления требуемого движения в боевой обстановке и тяжелых грунтовых условиях) — могут быть названы как потенциальные области применения этого направления.

Необходимо развивать новые исследовательские направления, которые относятся к кибербезопасности автомобиля, систем "автомобиль—автомобиль" и "автомобиль—дорожная инфраструктура". Эти новые технические проблемы стоят на повестке дня, поскольку многие исследования мехатронных систем транспортного средства включают телеуправляемые системы, принадлежащих к кластеру киберфизических систем. Динамика этих систем, применяемых для пилотируемых и беспилотных наземных транспортных средств, должна быть обеспечена в сложной электромагнитной обстановке.

Таким образом, современная теория автомобиля приобретает следующие принципиально новые черты, которые могут привести к новым парадигмам в развитии теории автомобиля будущего: быстро-адаптивные (гибкие), работающие в реальном времени управляющие системы автомобиля; мультифизическая мехатронно/кибернетическая механика систем; связанная и интерактивная технологии исследования динамики систем транспортного средства.

Многие современные исследования и наиболее смелые концепт-кары выходят за рамки задач текущего времени. По мнению авторов, уже в первой половине XXI века нас ожидает два качественно различающихся этапа развития средств управления автомобилями.

Основной отличительной чертой ближайшего этапа будет появление на дорогах общего пользования транспортных средств с частичным или полностью автоматическим управлением. Главными задачами теории автомобилей станут проблемы автономного управления и интегральной оптимизации для разрабатываемых ТС: конструкции и потребительских свойств; конструкции и элементов дорожной инфраструктуры. Целевая функция при такой оптимизации потребует одновременного удовлетворения противоречивых и трудно сопоставимых требований для обеспечения экологичности, безопасности и комфортабельности автомобиля при минимизации потребительских расходов, повышения рентабельности разработки и производства. Следует ожидать, что наилучшим образом удовлетворять подобному набору противоречивых требований будут массово выпускаемые модульные платформы базовой модификации автомобиля с развитыми возможностями приспособленности под запросы конкретного потребителя и прогнозируемые условия использования. Определение потребностей потребителя и прогноз специфики использования наряду с унификацией модулей платформы могут стать важными направлениями совершенствования теории наземных транспортных средств. Другим ключевым направлением будут исследования в области безопасности, необходимые для разработки алгоритмов управления в критических ситуациях, включая прогнозирование оценки вреда здоровью и ущерба имуществу при различных вариантах ДТП.

Главным качественным отличием последующего этапа развития теории автомобиля, ожидаемого авторами, будет переход от задач транспортно-индивидуальной оптимизации к задачам коллективной оптимизации транспортной среды. Вариантом целевой функции оптимизации может стать сокращение суммарных транспортных издержек всего сообщества при обеспечении безопасности движения, экологичности и индивидуальных потребностей человека в ходе выполнения транспортной задачи. В рамках исследовательских работ в этом направлении можно ожидать разработку коллективных систем синхронизированного управления транспортными потоками, алгоритмов раннего предсказания угроз безопасности движения, методик коллективного согласованного взаимодействия для предотвращения развития опасных ситуаций и максимизации пропускной способности автомагистралей. В период этого этапа возможно введение полного запрета на движение по дорогам общего пользования управляемых людьми транспортных средств. Большое количество современных исследований в области коллективного управления наземными ТС позволяет ожидать, что этот период развития ТС может оказаться непродолжительным. Развитие научной мысли в области автономного управления ТС с самого начала идет с учётом задач коллективной оптимизации транспортной среды и различие между двумя этапами, вероятно, будет выражено преимущественно степенью

допуска на дороги общего пользования автономных и управляемых людьми ТС.

Дляобеспечениянаучно-технического задела, в настоящее время прежде всего необходима разработка математического аппарата и технических систем высокоточного определения и надёжного предсказания положения автомобиля на дороге. Необходимый доверительный интервал погрешности место определения управляемого и соседних с ним автомобилей должен составлять не более 100—200 мм. Величина этого доверительного интервала должна включаться в качестве условного расширения габарита автомобиля при определении вероятности пересечения траекторий ТС. Гипотеза о пересечении траекторий должна разрешаться с уровнем доверия, гарантирующим отсутствие столкновения с вероятностью не ниже 0,9999. Требуемые параметры недостижимы для традиционных в настоящее время средств глобальных спутниковых навигационных систем (ГНСС).

Наиболее перспективным направлением для обеспечения надлежащих характеристик точности считается применение комплексированных систем, состоящих из модулей ГНСС, инерциальных навигационных систем (ИНС), магнитно-курсовых систем (МКС), кинематических навигационных систем (КНС) и оптических навигационных систем (ОНС)). Необходимо разработать методики синтеза матриц эволюции, наблюдения, управления, ковариации для Калмановского фильтра, позволяющего сводить в единое навигационное решение потоки сигналов от этих систем с учётом изменяющихся характеристик их точности. Эффективность работы ОНС значительно улучшается в случае известной априорной оценки вектора ориентации ТС (углы курса, крена и тангажа), поэтому требуется разработка "подсказывающих" математических моделей, которые будут уточнять и прогнозировать ориентацию ТС на основе сигналов датчиков ИНС (гироскопы, акселерометры) и КНС (углы поворота и собственного вращения колёс). Такое уточнение и прогноз должны учитывать динамику напряженно-деформируемого состояния корпуса, шин и элементов подвески. Для повышения точности КНС потребуется разработка моделей расчёта в простейшем случае динамического радиуса качения, а в общем случае — деформированного состояния шины в зависимости от профиля дороги и характера нагрузки на колесо.

Требование надёжного среднесрочного предсказания будущих положений автомобиля сводится к решению типовой задачи интеллектуального управления о конусе возможных траекторий, с обязательным рассмотрением особых случаев движения, связанных с процессом скольжения колеса по опорной поверхности и возможным развитием эффектов потери управляемости. Для решения задач выбора оптимальной траектории и динамики движения необходимы модели расхода ГСМ и изменения технического состояния механизмов автомобиля в зависимости от условий движения и рельефа опорной поверхности.

Особое место, на наш взгляд, следует уделить задачам обеспечения информационной безопасности и надежности, т. е. верификации алгоритмов и систем управления. По мнению авторов, широкий спектр условий движения, различных дорожных ситуаций и крайне высокие требования по надёжности обеспечения требований безопасности не позволят полагаться исключительно на результаты полигонных испытаний с приемлемой продолжительностью. Проблема в том, что после внесения в конструкцию или алгоритм управления любого изменения, в том числе после любого исправления выявленных ошибок, такие испытания придется повторять заново. Кроме того, условия любого самого совершенного полигона не могут покрыть многообразие различных возможных дорожных и сезонно-климатических ситуаций. Поэтому становится актуальной задача создания математической модели динамики движения транспортного средства, применимой для проведения верификации программного обеспечения методами вычислительного эксперимента. После решения такой задачи процесс испытаний будет сводиться к автоматическому исполнению набора ситуационных тестов на ЭВМ, перечень которых будет расширяться по мере выявления недостаточно протестированных случаев. Именно такой способ верификации используется для систем автоматического управления в ракетно-космической технике.

В случае, когда необходимо проверить работу не только программ, но и электронных модулей, модельная динамика ТС должна имитироваться (симулироваться) при помощи специальных вычислителей, работающих в режиме реального времени. Такие вычислители сопрягаются по физическому интерфейсу с испытываемым электронным модулем, выдавая сигналы, полностью аналогичные сигналам датчиков, установленных на разрабатываемом ТС. Следует отметить, что современное развитие компьютерных технологий позволяет имитировать не только сигналы датчиков, но и более сложную информацию, например, видеоизображения. Для синтеза имитационного видеопотока используются данные о местах установки и ориентации видеокамер на автомобиле, об использованной в видеокамере оптической системе, а также результаты моделирования в части мгновенного положения и ориентации моделируемого ТС.

Имитационный видеопоток должен создаваться с использованием трехмерной модели местности, это может быть реальный участок дороги или специально подготовленный виртуальный тестовый участок. Формируемые видеокадры должны включать фотореалистические изображения не только самой дороги, зданий, сооружений, растений, но также и изображения виртуальных движущихся автомобилей, пешеходов, прочих возможных препятствий или предпосылок развития опасной ситуации. Такой подход позволяет си-

мулировать различные дорожные ситуации в различных климатических и погодных условиях. К одной из перспективных задач теории движения ТС также необходимо отнести выявление потенциальных зон неустойчивости — критических режимов, "провоцирующих" манёвров смежных и встречных автомобилей, после которых испытуемая система с большой вероятностью может выйти из режима нормального функционирования.

Для ситуаций, в которых ДТП избежать невозможно, система управления должна выбрать такую траекторию автомобиля, при которой при любом поведении других участников дорожного движения будут минимизированы следующие три ранга угроз: во-первых, угроза жизни, во-вторых, оценка угрозы вреда здоровью, в-третьих, угроза имуществу и окружающей среде. Разработка предиктивных моделей оценки таких угроз в зависимости от условий ДТП является актуальной темой научных исследований на стыке теории движения ТС, медицины и экономики.

И, наконец, задачи обеспечения удобства пользования, как совокупности антропометрической, сенсомоторной, энергетической и психофизиологической совместимости конструируемых моделей ТС с людьми должны разрабатываться с использованием системоцентрического подхода эргономики, науки о методах оценки параметров качества и оптимизации человекомашинных систем.

Кроме того, авторы представляют, что развитие теории автомобиля невозможно без учёта политических (координация законодательства, техническое регулирование, создание единого экономического пространства и т.д.), экономических (топливный резерв и инфраструктура его использования, уровень благосостояния, степень урбанизации и субурбанизации, соотношение эффективность/стоимость и т.п.) и социальных (модели поведения людей и способы проведения досуга, общественные нормы к транспортным средствам, стоимость машин и топлива, проблемы окружающей среды и другие) факторов.

Таков, по мнению авторов, далеко не полный перечень направлений исследований в области теории автомобиля необходимых для создания ТС будущего — как мобильного робота различного назначения. Конструктивная реализация этого процесса невозможна без развития теории автомобиля/трактора и интеграции соответствующих областей науки и техники.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ. ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕРВИС АТС

УДК 629.113

УЧЁТ ФАКТОРОВ СЕЗОННОСТИ ПРИ ОЦЕНКЕ НАДЁЖНОСТИ АВТОМОБИЛЕЙ В ЭКСПЛУАТАЦИИ

Д-р техн. наук **В.Н. КОЗЛОВСКИЙ**, кандидаты техн. наук **Д.И. ПАНЮКОВ** и **А.В. ЗАЯТРОВ**
Самарский ГТУ, Поволжский ГУ Сервиса, Тольяттинский ГУ
(8482. 63-71-40)

Представлены результаты разработки и практической реализации комплексного инструмента анализа и прогнозирования уровня надёжности автомобилей в период гарантии с учётом факторов сезонности эксплуатации.

Ключевые слова: *качество, надёжность, ремонтопригодность, удовлетворённость потребителей, автомобиль.*

Kozlovskiy V.N., Panyukov D.I., Zaytrov A.V.

ACCOUNTING SEASONALITY FACTOR BY ASSESSING THE RELIABILITY OF CARS IN OPERATION

The results of the development and implementation of integrated analysis tools and forecasting the level of reliability of cars in the warranty period, taking into account the seasonal factor of operation are presented.

Keywords: *quality, reliability, maintainability, customer satisfaction, the car.*

Мониторинг качества автомобильной техники в течение всего её жизненного цикла давно уже стал важнейшим из инструментов, с помощью которого зарубежные автопроизводители получают достоверную информацию об уровне безотказности своей продукции. Благодаря этой информации они решают многие чисто практические задачи. В частности, такие, как определение затрат, связанных с устранением дефектов и отказов автомобилей в гарантийный период их эксплуатации; разработка и реализация мер по устранению недочётов в их конструкции и технологии изготовления; повышение уровня их безотказности в послегарантийный период, а значит, и повышение авторитета фирмы среди потенциальных покупателей её изделий.

Российские производители, к сожалению, до такого всеобъемлющего мониторинга ещё "не дозрели". Они его хотя и проводят, но только в гарантийный период эксплуатации автомобиля. Хуже того, все неисправности и отказы, выявившиеся даже в этот период, рассматривают без учёта таких важных факторов, как

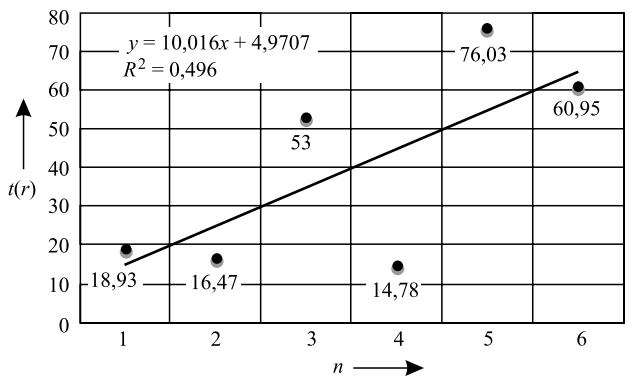


Рис. 1. Зависимость частоты отказов автомобилей от сроков их поступления в эксплуатацию

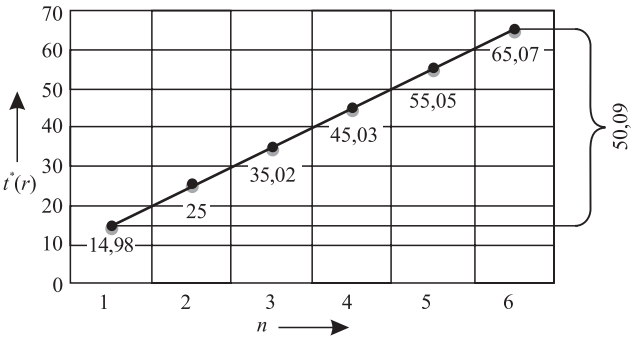


Рис. 2. Зависимость тренда частоты отказов автомобилей от сроков их поступления в эксплуатацию

география и связанная с ней сезонность эксплуатации транспортных средств. Что, естественно, ведет к серьезным прогностическим ошибкам, следовательно, к снижению качества планирования затрат на то же гарантийное обеспечение новых автомобилей и ослаблению позиций в конкурентной борьбе.

В связи с перечисленным выше возникает вопрос: как нам исправить сложившееся положение?

Что касается мониторинга автомобилей в течение всего их жизненного цикла, то, по мнению авторов, особых проблем нет: можно воспользоваться зарубежным опытом. Тем более что сейчас, когда автомобиль стал очень сложной машиной, его обслуживание может обеспечить только фирменный сервис, а не "гаражный", как это было раньше.

С учётом же сезонных факторов сложнее: у автозаводов нет технологии точного учёта. Хотя попытки её создания были. Например, уже есть модели, позволяющие оценить влияние факторов сезонности спроса и предложения на результаты экономической деятельности машиностроительных корпораций [1].

Известны и модели, учитывающие влияние факторов сезонности на финансово-экономические показатели компаний [2], которые строятся на основе баз данных, накапливающихся на автозаводах десятилетиями и отражающих предшествующий опыт работы в разных экономических, политических, конкурентных, а также сезонных условиях.

Однако говорить о том, что проблема использования математических моделей, отражающих факторы сезонности в вопросах мониторинга качества автомобилей, где-либо решена в полной мере, пока нельзя. Об этом говорит такой известный факт: даже компании-лидеры, выводящие на рынки свою новую продукцию, сталкиваются с трудностями в обеспечении качества бюджетирования гарантийных обязательств. И очень часто потому, что они не обращают внимания на климатические факторы, которые во многом определяют сезонность спроса и предложения, интенсивность отказов автомобильной техники и т.д. Иначе говоря, на то, что, скажем, между частотой отказов и интенсивностью эксплуатации отдельных узлов и агрегатов в в разные периоды года существует некая зависимость.

Чтобы найти комплексный экспертно-аналитический инструмент, позволяющий определить эту зависимость и с её помощью оценивать и прогнозировать влияния факторов сезонности на качество и надёжность автомобилей хотя бы в период гарантийной эксплуатации, авторы воспользовались методом математического и имитационного моделирования. При этом влияние сезонности рассматривалось применительно к отказам, имеющим постоянный характер, т.е. проявившимся в каждый месяц в период гарантийной эксплуатации автомобилей. (Этот период, как известно, у различных производителей варьируется в пределах от одного года до трёх лет и более, но авторы приняли его равным трём годам.)

Все перечисленные условия иллюстрирует рис. 1, на котором точками обозначен временной (помесячный) ряд изменения частоты $t(r)$ проявления одного из отказов автомобилей, выпущенных за шесть анализируемых месяцев, а прямая представляет собой результат аппроксимации этих точек. Описывается она, как и любая другая прямая, формулой № 1 (табл. 1). Коэффициенты b и k вычисляются по формулам № 2 и 3 соответственно.

Численные значения этих коэффициентов для значений $t(r)$ в шести рассматриваемых точках при коэффициенте R^2 корреляции, равном 0,496, следующие: $b = 4{,}9707$, $k = 10{,}016$. То есть формула № 1 принимает вид формулы № 4. Когда же $R^2 = 0{,}9117$, значения b и k получаются другими: $b = 4{,}402$, $k = 10{,}027$, т.е. формула № 1 принимает вид формулы № 5, чему соответствует более плотное расположение точек и, естественно, другие ординаты своих точек (рис. 2).

Таким образом, степень зависимости частоты $t(r)$ возникновения отказов автомобилей от времени (месяца выпуска) можно оценивать по значению коэффициента R^2 корреляции, вычисляемому по формуле № 6. Тренд $t^*(r)$ частоты возникновения отказа за месяц с учётом степени зависимости этой частоты от времени — по формуле № 7.

Как видно из рис. 2, за весь период анализа ($N = 6$) частота отказов по тренду увеличилась на величину

Таблица 1

№ формулы	Формула	Примечания
1	$y_n = b + k_n$	n — порядковый номер месяца
2	$b = \dfrac{\left(\sum\limits_{n=1}^{N} n^2\right)\left(\sum\limits_{n=1}^{N} \bar{d}_n\right) - \left(\sum\limits_{n=1}^{N} n\right)\left(\sum\limits_{n=1}^{N} n\bar{d}_n\right)}{N\left(\sum\limits_{n=1}^{N} n^2\right) - \left(\sum\limits_{n=1}^{N} n\right)^2}$	—
3	$k = \dfrac{N\left(\sum\limits_{n=1}^{N} n\bar{d}_n\right) - \left(\sum\limits_{n=1}^{N} n\right)\left(\sum\limits_{n=1}^{N} \bar{d}_n\right)}{N\left(\sum\limits_{n=1}^{N} n^2\right) - \left(\sum\limits_{n=1}^{N} n\right)^2}$	N — число рассматриваемых месяцев
4	$y = 4{,}9707 + 10{,}016x$	—
5	$y = 4{,}402 + 10{,}027x$	—
6	$R^2 = \dfrac{N\left(\sum\limits_{n=1}^{N} n\bar{d}_n\right) - \left(\sum\limits_{n=1}^{N} n\right)\left(\sum\limits_{n=1}^{N} \bar{d}_n\right)}{\left(N\left(\sum\limits_{n=1}^{N} (\bar{d}_n)^2\right) - \left(\sum\limits_{n=1}^{N} \bar{d}_n\right)^2\right)\left(N\left(\sum\limits_{n=1}^{N} n^2\right) - \left(\sum\limits_{n=1}^{N} n\right)^2\right)}$	—
7	$t^*(r) = t(r)R^2$	
8	$tr = \dfrac{(y_N - y_1)}{y_1(N-1)} \cdot 100 = \dfrac{(b + Nk) - (b + k)}{(N-1)(b+k)} \cdot 100 = \dfrac{k}{b+k} \cdot 100$	—
9	$\bar{d}_n^i = \dfrac{D_n^i}{V_n} \cdot 10^6$	V_n — число автомобилей, выпущенных в i-м месяце
10	$x_n = y_n - (b + k_n) = y_n - b - k_n$	$n = \overline{1, N}$
11	$g_n = a\sin\left(\dfrac{2\pi}{T}n + \varphi_0\right)$	$n = \overline{1, N}$ a, T и φ_0 — амплитуда, период и начальная фаза сезонных колебаний отказов
12	$\varphi_0 = \dfrac{2\pi}{T}\tau_0 = \dfrac{\pi}{6}\tau_0$	$\tau_0 = \overline{0, 11}$
13	$\sin(\varphi) = -\sin(\pi + \varphi)$	—
14	$g_n = a\sin\left(\dfrac{\pi}{6}(n + \tau_0)\right)$	$n = \overline{1, N}$, $\tau_0 = \overline{0, 5}$
15	$G = \sum\limits_{n=1}^{N} \left(x_n - a\sin\left(\dfrac{\pi}{6}(n + \tau_0)\right)\right)^2 \to \min$	$\tau_0 = \overline{0, 5}$
16	$a_{\tau_0} = \dfrac{\sum\limits_{n=1}^{N} x_n \sin\left(\dfrac{\pi}{6}(n + \tau_0)\right)}{\sum\limits_{n=1}^{N} \left[\sin\left(\dfrac{\pi}{6}(n + \tau_0)\right)\right]^2}$	$\tau_0 = \overline{0, 5}$
17	$F_{\text{мин}} = \sum\limits_{n=1}^{N} [y_n - b - kn]^2$	—
18	$F_{\text{мин+гарм}} = \sum\limits_{n=1}^{N} \left[y_n - b - kn - a\sin\left(\dfrac{\pi}{6}(n + \tau_0)\right)\right]^2$	—
19	$\dfrac{F_{\text{мин}}}{F_{\text{мин+гарм}}} \geqslant 1{,}5$	—

$(y_N - y_1)$. Чтобы вычислить значение тренда за месяц, значение $(y_N - y_1)$ нужно разделить на длительность N периода анализа минус единица. В итоге получается формула № 8 для определения величины $t(r)$, необходимой для расчёта $t^*(r)$.

Период анализа влияния сезонности, равный одному году, должен включать как минимум два пика влияния — зиму и лето. Но, как сказано выше, авторы приняли, что производитель установил для своих изделий трехлетнюю гарантию, т.е. период, равный 36 месяцам. Что увеличивает объём выбора и исключает из периода анализа влияния сезонности месяцы, в которые на временной ряд действовали особые причины (например, случайные отказы), следовательно, повышает достоверность (точность) анализа. Если эти причины и их влияние идентифицированы, то следует устранить из анализируемого ряда результаты действия таких причин).

В качестве расчетных лучше всего брать два месяца выпуска автомобилей — первый и 36-й, т.е. месяцы, гарантированно располагающиеся в различных сезонах года. При этом для каждого отказа рассчитывается число D_n^i его проявлений на автомобилях. Затем для каждого отказа по формуле № 9 вычисляется частота d_n^i его возникновения в каждом месяце анализа, а по формуле № 10 — из рассматриваемого ряда дефектности (формула № 1) y_n выделяется линейная (долгосрочная) составляющая x_n. При этом коэффициенты b и k линейного тренда определяются по тем же формулам № 2 и 3, но именно для периода соответствующей длительности N, а в качестве математической модели, описывающей сезонные изменения в "поведении" отказов, рассматривается формула № 11, в которой значение периода T колебаний принимается равным 12 месяцам, так как рассматриваются сезонные изменения отказов, повторяющихся из года в год, а начальная фаза φ_0 колебаний τ определятся с точностью до месяца, т.е. рассматриваются только начальные фазы колебаний, кратные 1/12 периода (формула № 12). Что очень удобно: при поиске оптимальной аппроксимирующей функции (формула № 11) придётся рассмотреть не более 12 возможных начальных фаз. При работе со взятой авторами конкретной выборкой влияние сезонности на частоту отказов этих автомобилей зависит от начальной фазы колебаний (месяца выпуска) так, как показано в табл. 2. Кроме того, функция $\sin(\varphi)$, представленная в формуле № 11, изменяется по закону, записанному в виде формулы № 13. Следовательно, с точностью до знака амплитуды число рассматриваемых начальных фаз можно сократить до шести (например, принять, что $\tau_0 = \overline{0, 5}$). Тогда уравнение, описывающее сезонные колебания отказов, принимает вид формулы № 14.

Таблица 2

Начальная фаза	Максимальное увеличение дефектности из-за сезонности	Максимальное уменьшение дефектности из-за сезонности	Влияние сезонности отсутствует
0	Апрель	Октябрь	Январь, июль
1	Май	Ноябрь	Февраль, август
2	Июнь	Декабрь	Март, сентябрь
3	Июль	Январь	Апрель, октябрь
4	Август	Февраль	Май, ноябрь
5	Сентябрь	Март	Июнь, декабрь
6	Октябрь	Апрель	Июль, январь
7	Ноябрь	Май	Август, февраль
8	Декабрь	Июнь	Сентябрь, март
9	Январь	Июль	Октябрь, апрель
10	Февраль	Август	Ноябрь, май
11	Март	Сентябрь	Декабрь, июнь

Для определения амплитуды колебаний воспользуемся методом наименьших квадратов [3]. Минимизируем функцию, выраженную формулой № 5. В итоге получаем значения оптимальных амплитуд a_{τ_0} в зависимости от τ_0 (формула № 16).

Очевидно, что минимальное значение функции G достигается при максимальной по модулю амплитуде a_{τ_0}. Значит, для поиска гармонической функции, наилучшим образом приближающей x_n, достаточно найти максимальную по модулю из амплитуд a_0, a_1, ..., a_5 и начальную фазу $\tau_0 = \overline{0, 5}$, при которой достигается эта амплитуда.

Чтобы оценить значимость полученных расчётами сезонных колебаний частоты отказов, авторы сравнили качество $F_{лин}$ приближения исходного ряда отказов y_n с помощью линейного тренда, определяемое по формуле № 17 с качеством $F_{лин + гарм}$ приближения исходного ряда отказов y_n, определяемым с помощью комбинации линейного и гармонического трендов, рассчитываемым по формуле № 18, а также провели серию экспериментов, позволивших получить эмпирическое правило определения значимости гармонической составляющей частоты отказов, т.е. влияния сезонности на изменение этой частоты. В итоге было установлено: если выполняется условие, записанное в виде формулы № 19, то влияние гармонической составляющей тренда признается значимым, а если оно не выполняется, то незначимым.

Эти операции позволили выявить отказы, частоты появления которых зависят от сезона изготовления (начала эксплуатации) автомобиля, и отказы, у которых такой зависимости нет. Затем исходный временной ряд y_n был скорректирован, т.е. из анализируемого исходного временного ряда частоты проявления отказов была изъята сезонная (гармоническая) составляющая, определенная ранее, и все дальнейшие вычисления выполняются с учётом этой коррекции [4].

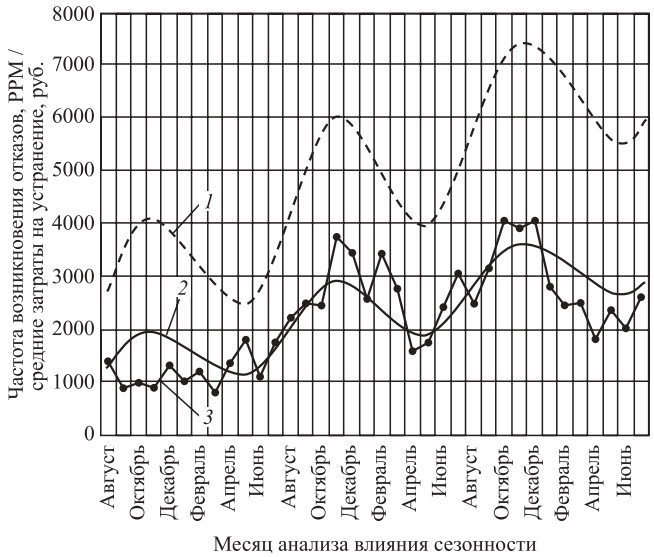


Рис. 3. Влияние факторов сезонности на отказ сальника коленчатого вала:

1 — исходный ряд частоты отказа; *2* — комбинация линейно-гармонического тренда для частоты отказа; *3* — комбинация линейно-гармонического тренда для финансовых затрат, связанных с устранением отказа

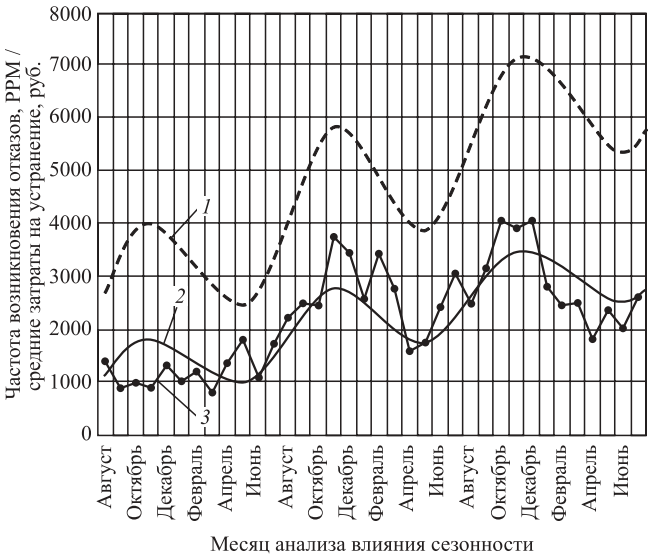


Рис. 4. Влияние факторов сезонности на отказ верхней опоры стойки переднего колеса автомобиля:

1 — исходный ряд частоты отказа; *2* — комбинация линейно-гармонического тренда для частоты отказа; *3* — комбинация линейно-гармонического тренда для финансовых затрат, связанных с устранением отказа

В качестве примеров на рис. 3 и 4 приведены временные ряды частоты появления и тренды с учётом гармонической составляющей отказов и затрат на их устранение, влияние сезонных факторов на которые является наиболее значимым.

На первом из этих рисунков кривые характеризуют влияние факторов сезонности на отказ (течь) сальника коленчатого вала двигателя, а на втором — влияние сезонности на отказ (стук стойки переднего колеса автомобиля). Они, по мнению авторов, в комментариях не нуждаются и подтверждают: рассмотренный выше экспертно-аналитический инструмент оценки и прогнозирования влияния факторов сезонности на надёжность автомобилей в период их гарантийной эксплуатации, следовательно, дающий возможность прогнозирования затрат, связанных с поддержанием качества продукции в этот период, теперь есть. Более того, после освоения применительно к гарантийным периодам эксплуатации его практически без изменений можно будет распространить и на весь жизненный цикл АТС.

Литература

1. Бредихин А.Л. Экономические механизмы управления сбытом автомобилей с сезонным характером спроса: На примере ОАО "АВТОВАЗ": Дисс. ... канд. эконом. наук: 08.00.05. — Самара, 2005. — 163 с.
2. Анализ видов и последствий потенциальных отказов. FMEA. Ссылочное руководство [пер. с англ.] — Н. Новгород: ООО СМЦ "Приоритет", 2012. — 282 с.
3. Курилов К.Ю. Хеджирование финансовых рынков предприятий автомобилестроения. Практические аспекты // Автомобильная промышленность. 2013. № 4. С. 2...7.
4. Брандт З. Анализ данных. Статистические и вычислительные методы для научных работников и инженеров [пер. с англ.] / З. Брандт — М.: Мир, 2003. — 686 с.
5. Строганов В.И. Обеспечение качества электромобилей и гибридов в эксплуатации: монография. — Saarbrucken, Palmarium Academic Publishing, AV Akademikerverland GmbH&Co., Deutschland, 2015. — 397 с.

УДК 656.138

КЛИЕНТООРИЕНТИРОВАННЫЙ АВТОСЕРВИС — ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ ВЗАИМООТНОШЕНИЯМИ С ВЛАДЕЛЬЦАМИ АТС

Кандидаты техн. наук **А.И. ШВЕЁВ** и **Т.В. ШВЕЁВА**,
канд. экон. наук **Е.И. ШВЕЁВА**
Набережночелнинский институт (филиал)
Казанского (Приволжского) федерального университета
(8. 8552. 58-97-16)

Рассматривается роль управления взаимоотношениями с клиентами в достижении конкурентных преимуществ.

Ключевые слова: *предприятие, автосервис, клиентоориентированность, автомобиль, клиент.*

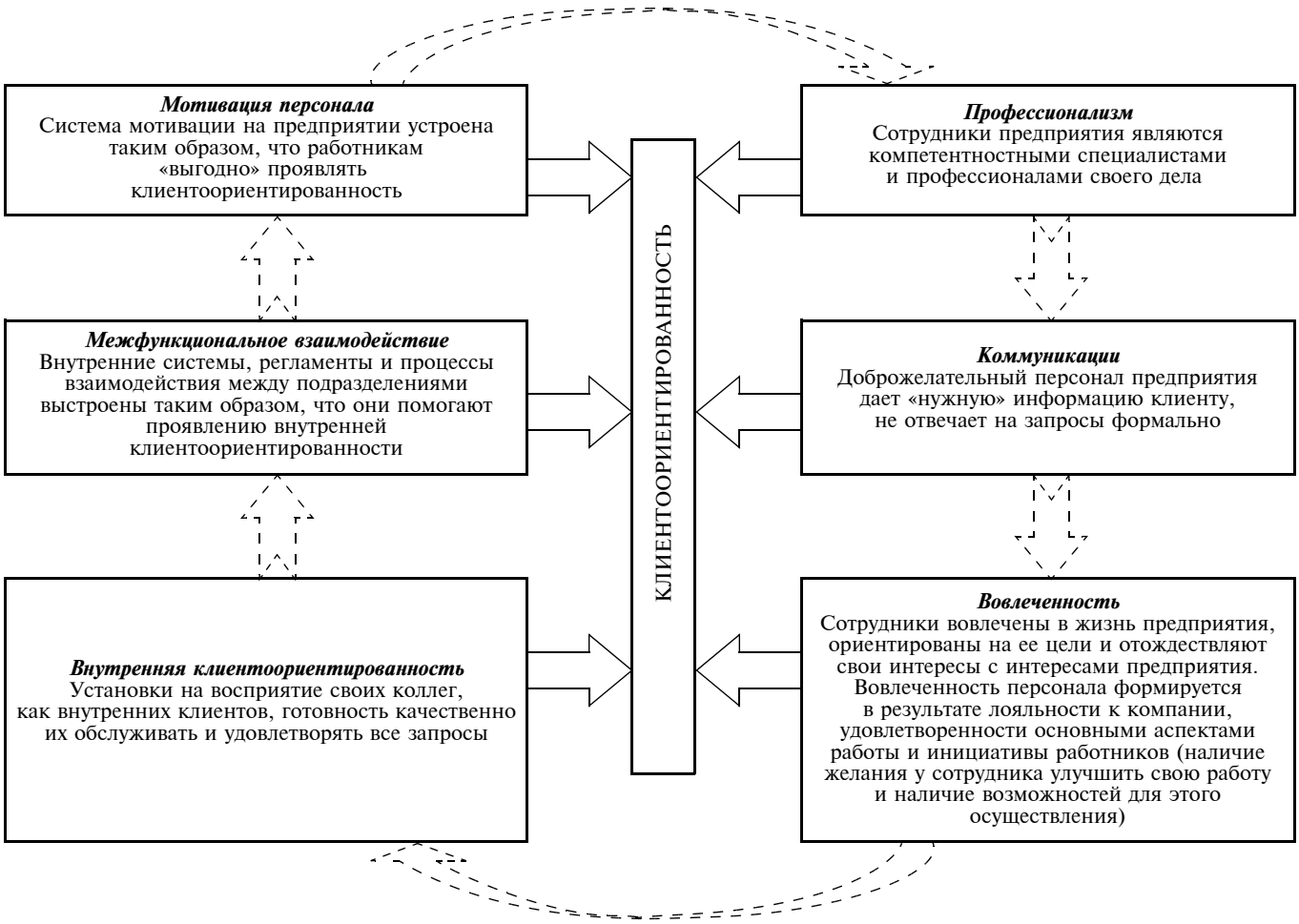
Shveyov A.I., Shveyova T.V., Shveyova E.I.

CUSTOMER-ORIENTED SERVICE — A TOOL FOR RELATIONSHIP MANAGEMENTWITH PROPRIETORS OF ATS

The role of customer relationship management in achieving competitive advantage of business service centers is considered.

Keywords: *enterprise, auto-service, customer orientation, car, customer.*

Развитие автомобилестроения, в том числе и благодаря приходу иностранных производителей в Россию (строительству сборочных производств), способствует росту потребностей в техническом обслуживании автомобилей. Причём в настоящее время эта проблема становится все острее, потому что состояние сферы



автосервиса как по числу предприятий, так и по содержанию и качеству оказываемых услуг, т.е. потребительским ожиданиям, не отвечает растущим потребностям автомобильного парка страны: автомобильная техника становится не только многочисленнее, но и сложнее, а условия выполнения её ТО и ремонта, уровень квалификации рабочих кадров изменяются медленно [1]. Кроме того, ресурсы, привлекаемые в развитие сферы сервиса, ограничены, а также организационные и экономические методы управления этой сферой не учитывают особенностей, условий и тенденций развития автомобилизации и потребностей клиентуры с растущим уровнем доходности и высокими требованиями к условиям и формам технического обслуживания автомобилей.

Конечно, говорить о том, что наши специалисты вообще не занимаются исследованием проблем технического сервиса автомобилей и адаптированием опыта зарубежных систем автосервиса к нашим условиям, нельзя: попытки того и другого есть. Но они немногочисленны и не отличаются полнотой. В частности, не направлены на выявление эффективных стратегий развития предприятий автосервиса в условиях ограниченных ресурсов и с учётом факторов конъюнктуры рынка, цикличности, сезонности колебаний спроса, их динамичного изменения. Например, совсем недавно российский рынок автосервисных услуг интенсивно рос в основном количественно. Причём предприятия автосервиса занимали совершенно разные ниши на рынке — среди них были как крупные и средние, так и малые. И если следовали концепции "жизненный цикл услуги", главная идея которой состоит в том, что любая политика в отношении услуги может и должна быть модифицирована под влиянием изменившихся рыночных условий, а тот, кто её оказывает, должен быстро реагировать на эти изменения [2], то следовали чисто интуитивно. Не всегда понимая, что срочная техническая помощь клиентам и "правильная" маркетинговая поддержка есть те "киты", на которых держится развитие автосервиса. И надо признать, что положение это если и меняется, то незначительно.

Не все благополучно у нас и с решением проблемы конкурентоспособности автосервисных предприятий: ею тоже управляют больше по наитию, чем по науке.

Да, все понимают, что одним из необходимых условий эффективной работы предприятия автосервиса является повышение качества обслуживания автомобилей. Но то, что главным способом повышения этого качества служит клиентоориентированность, дошло не до всех. Хотя разговоров на эту тему (типа "для нашей СТОА главное — интересы клиента") хоть отбавляй. Между тем становится все более очевидным: кли-

ентоориентированность не столько дань моде, сколько основное направление создания конкурентных преимуществ. Не случайно такие знатоки проблем автосервиса как Дж. Барлоу и Кл. Меллер считают [3], что лояльных клиентов делает не реклама, а обслуживающий персонал: именно он способен либо выполнить обещания бренда, либо "похоронить" компанию навсегда. Потому что клиент ждёт от предприятия автосервиса, что его заявка будет выполнена быстро и качественно. Следовательно, чтобы он остался удовлетворённым, предприятие должно ориентироваться на то, что, во-первых, работа будет выполнена правильно с первого раза, а во-вторых, у исполнителя имеется заранее разработанный план действий для тех случаев, когда что-то идет неправильно. Другими словами, под клиентоориентированностью следует понимать создание и обеспечение сервисных услуг, максимально удовлетворяющих потребителей с точки зрения качества и быстроты обслуживания. И складывается она из определённых связанных между собой элементов, представленных на рисунке в виде модели клиентоориентированной системы управления предприятием автосервиса.

Этот рисунок содержит, в общем-то, прописные истины.

Так, из него следует, что, во-первых, без тщательного планирования, постоянного мониторинга и статистического контроля качества процессов добиться чего-то интересного в работе предприятия невозможно; во-вторых, здесь так же, как и при организации работы любого производственного предприятия важен системный подход. При этом первое место в проблеме качества должна занимать работа с клиентами, под которой понимается не просто вежливость и готовность прийти на помощь, а способность обслужить клиента так, чтобы он был удовлетворён именно с точки зрения выполнения его заявки. Любезное обращение с людьми — это только 20 % хорошего сервиса, а 80 % составляет системный подход. Никакие улыбки не помогут, если продукт или услуга клиента не устраивают.

Создание клиентоориентированной и эффективной системы автосервиса, обеспечивающей доведение автосервисных услуг до потребителя и организацию послепродажного обслуживания в течение всего периода эксплуатации автомобиля, является главным направлением комплексной системной стратегии крупных зарубежных автомобилестроительных корпораций. Конкурентное преимущество при этом достигается за счёт поддержания требуемого уровня обслуживания потребителей при одновременном снижении затрат на его обеспечение. И нам нельзя не учитывать их опыт.

Литература

1. Кокран К. Нас много — потребитель один / Пер. с анг. А.Б. Болдина. — М.: РИА "Стандарты и качество", 2009. — 168 с.
2. Семыкина А.С., Конев А.А. Особенности создания клиентоориентированной компании для сферы сервиса транспортных и технологических машин / А.С. Семыкина, А.А. Конев // Современные наукоемкие технологии. 2013. № 8 (2). С. 225...227.
3. Барлоу Дж., Меллер Кл. Жалоба как подарок. Обратная связь с клиентом — инструмент маркетинговой стратегии. A Complaint is a Gift: Using Customer Feedback As a Strategic Tool. — М.: Олимп-Бизнес, 2010.

УДК 681.5

АВТОМАТИЗАЦИЯ МОЙКИ АВТОМОБИЛЕЙ

Канд. техн. наук **Е.В. ПОЕЗЖАЕВА**, **А.С. ВАСЕНИН**, **А.Г. ШУМКОВ**
Пермский ПНИПУ (+ 7. 919. 488-27-04)

Представлено решение, которое позволит автоматизировать мойку автомобилей.

Ключевые слова: *автоматизированная мойка, автомойка, манипулятор, автомобильная мойка, автоматизированная система.*

Poezzhaeva E.V., Vasenin A.S., Shumkov A.G.
AUTOMATION OF A CAR WASH

The decision which will allow to automate service of wash cars is presented.

Keywords: *automated wash, car wash, manipulator, automobile sink, the automated system.*

Неотъемлемой частью ухода за автомобилем является периодическая его мойка [1]. Такая услуга достаточно распространена: в любом городе, даже небольшом, а также вблизи автомобильных магистралей можно найти предприятие, предлагающее такую услугу. Причем, как правило, оно выполняет и другие операции, такие как чистка кузова, нанесение защитного покрытия, мытьё подкапотного пространства. Различаются эти предприятия лишь ценой услуги, её качеством и скоростью исполнения заказанных операций. Причём структура этого направления автосервиса постоянно совершенствуются. Например, так называемые портальные мойки, имеющие малый спектр операций, которые еще совсем недавно были широко распространены, сейчас уже встречаются довольно редко. Они остались разве что в небольших гаражных кооперативах. Однако в большинстве существующих автомоек пока что автоматизирована лишь одна операция — удаление загрязнений с наружных поверхностей кузова автомобиля: используется фактически та же технология, что и при мойке пассажирских железнодорожных вагонов. Всё остальное — операции ручные, что, естественно, требует больших затрат труда и времени.

Как видим, проблема автоматизации мойки автомобилей есть. И она, по мнению авторов, при нынешнем развитии автоматизации самых различных технологических процессов вполне разрешима: для этого необходимо создать робот, способный выполнять все опе-

№ формулы	Формула	Примечания
1	$\theta(t) = (\theta_1, \theta_2,..., \theta_n)^{\text{т}}$	$\theta(t)$ — зависящее от времени значение углов сочленения, полученное методом решения обратной задачи; θ_i — вектор *i-г*о угла в сочленении; T — время
2	$\theta_{i(t)} = \theta_{i(0)} + a_{1i}t + a_{2i}t^2 + a_{3i}t^3$; $\theta_{i(f)} = \theta_{i(0)} + a_{1i}t_f + a_{2i}t_f^2 + a_{3i}t_f^3$; $a_{1i} = 0$; $2a_{2i}t_f + 3a_{3i}t_f = 0$	a_1, a_2, a_3 — коэффициенты полинома; t, t_f — начальный и конечный момент времени
3	$a_{2i} = 3(\theta_{if} - \theta_{io})t - 2f$; $a_{3i} = 2(\theta_{if} - \theta_{io})t - 3f$	f — обобщенная скорость
4	$a_{ix} = \dot{\theta}_{io}$; $a_{2i} = 3(\theta_{if} - \theta_{io})t - 2f - \dot{\theta}_{io}\, t_f - 1 - \dot{\theta}_{if} t_f - 1$ $a_{3i} = 2(\theta_{if} - \theta_{io})t - 3f + (\dot{\theta}_{io} + \dot{\theta}_{if})$	—

рации, характерные для мойки автомобиля [2]. Что авторы и сделали. Основу этого робота составляют два манипулятора, предназначенные для выполнения пяти функций: нанесение на наружные поверхности автомобиля моющих средств, мойка этих поверхностей, а также нанесение на них защитного покрытия "антидождь", сухая чистка салона и мытьё подкапотного пространства.

Все эти операции, в принципе, могут выполнять многие манипуляторы, применяемые, например, на сборочных линиях. Поэтому задача разработчика моечного робота сводится лишь к формированию нужной траектории движения "руки" для её точного позиционирования в пространстве, её схвата из начального кинематического положения в заданное за время t [2] и сведению к нулю вероятности её столкновения с предметами, находящимися в рабочей области. Это означает: разработчик должен определять промежуточные точки, в каждой из которых должно быть найдено кинематическое положение схвата манипулятора. Кроме того, для очень подробно описанных траекторий должны быть определены значения обобщённой скорости v и обобщённого ускорения $\dot{v}$.

Очевидно, чтобы получить изменяющееся во времени кинематическое положение схвата робота $H(t)$, необходимо учесть множество изменяющихся во времени углов θ в сочленениях, или, иначе говоря, получить закон изменения по времени векторов углов θ в сочленениях (формула № 1 в таблице).

Рассмотрим наиболее простой и часто применяемый для планирования и генерации желаемых векторов углов в сочленениях манипулятора способ.

Его суть сводится к определению начального $\theta_{i(t)}$ и конечного $\dot{\theta}_{i(t)}$ положений схвата в любой точке траектории его движения. При этом принимается, что его скорости имеют значения $\theta_{i(0)} = \theta_{i(o)}$ и $\theta_{i(tf)} = \theta_{if}$, а ускорения $\dot{\theta}_{i(0)} = 0$ и $\dot{\theta}_{i(tf)} = 0$. То есть считается, что в начальный момент времени ($t = 0$) схват находится в состоянии покоя и переходит в это же состояние в момент времени $t = t$.

Условиям, перечисленным выше, могут удовлетворить многочлены третьей степени (формула № 2). Из них получаем значения коэффициентов a_2 и a_3 (формулы № 3).

Если начальная и конечная скорости не равны нулю, как в ситуации с роботом, отслеживающим движение конвейера, то эти значения получаются из условия выполнения следующих ограничений: $\dot{\theta}_{i(0)} = \dot{\theta}_{i(o)}$; $\dot{\theta}_{i(tf)} = \dot{\theta}_{if}$. После чего коэффициенты в формуле № 2 легко определить по формуле № 4.

Очевидно, что "рука" (схват) манипулятора моечного робота должна изменять своё положение. Поэтому скорость и ускорения учтены через коэффициенты a_i. А так как эти формулы носят достаточно общий характер, то их можно применять к любой промежуточной точке, расположенной между начальной и конечной точками траектории.

Построенная автоматизированная система позволит снизить цену на оказываемые услуги, а значит, увеличить поток клиентов. Но у такой системы есть и еще одно достоинство: этот робот может быть использован в качестве базы для создания робота по ремонтной окраске кузова автомобилей или отдельных его частей.

Литература

1. Романькова Е.В. Организация мобильной автономной мойки // Образование. Технология. Сервис. 2014. Т. 1. № 1 (5). С. 223...227.
2. Медведев А.Е., Волыков К.П. Разработка микропроцессорной системы автоматизации процесса мойки автомобиля // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2012. № 6 (94). С. 152...156.

УДК 629.353.027.45

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ НАДЁЖНОСТИ АВТОМОБИЛЕЙ КАМАЗ В ГАРАНТИЙНЫЙ ПЕРИОД ЭКСПЛУАТАЦИИ

Канд. техн. наук **С.Г. ПАВЛИШИН**, **А.Н. ДУЛЬНЕВ**, **Д.А. МАКАРОВ**
Тихоокеанский ГУ,
ООО "Хабаровский Восточно-Региональный "Автоцентр КамАЗ"

Рассматриваются вопросы оценки надёжности автомобилей КамАЗ. Предлагаются решения по обеспечению требуемого уровня их безотказности в гарантийный период эксплуатации.

Ключевые слова: *дилер, надёжность, техническое обслуживание, безотказность, гарантийный период, наработка, конструктивный отказ.*

Pavlishin S.G., Dulnev A.N., Makarov D.A.
WAYS OF IMPROVING THE RELIABILITY OF TRUCKS KAMAZ OPERATION WITHIN THE WARRANTY PERIOD

Reliability evaluation of cars and authorized service in the Far East region are considered. The methods of increasing reliability level of automobile machinery within guarantee period of utilization are presented.

Keywords: *dealer, reliability, maintenance, failure-free operation, warranty period, operating time, design failure.*

Крупные производители автотранспортных средств (АТС) считают, что наиболее оптимальным способом реализации их продукции является её продажа через собственную товаропроводящую дилерскую сеть [2]. Потому что это позволяет решать многие проблемы, и прежде всего — осуществлять маркетинговые исследования, т.е. использовать дилерскую сеть как источник информации о надёжности АТС и качестве их сервисного сопровождения. Затем, используя полученную информацию, совершенствовать конструкцию АТС, технологические процессы их изготовления и технического обслуживания. Правда, эта информация не всегда полная и достоверная. И в итоге многие проблемные элементы конструкции оказываются вне внимания специалистов. Со всеми вытекающими отсюда последствиями. Поэтому специалисты кафедры "Техническая эксплуатация и сервис транспортно-технологических машин" ТОГУ задались вопросом: а нельзя ли создать такую технологию, которая гарантировала бы решение указанной выше проблемы? С этой целью они провели исследования причин и наработок до отказов наиболее продаваемых в регионе автомобилей семейства КамАЗ — самосвалы КамАЗ-65115 (6×4) и КамАЗ-6522 (6×6), бортовые КамАЗ-4326 (4×4) и КамАЗ-43118 (6×6) в гарантийный период их эксплуатации.

Суть исследований — оценка надёжности этих АТС. Исследования выполнялись совместно с работниками отдела гарантийного обслуживания ООО "Хабаровский Восточно-Региональный "Автоцентр КамАЗ". В их ходе были проанализированы акты рекламаций, поступившие в отдел за период с 2013 по 2014 г.

При этом оказалось, что отказы автомобилей КамАЗ в гарантийный период эксплуатации по вине завода-изготовителя произошли у 30 % проданных автомобилей. Причем стоимость устранения отказов по одному рекламационному акту колеблется от 0,6 до 35,5 тыс. руб. и зависит от модели автомобиля. Например, для самосвалов КамАЗ-65115 в среднем она составила ~12,8 тыс. руб., КамАЗ-6522 — 14,8 тыс. руб., для бортовых КамАЗ-4326 — 8,8 тыс. руб. и КамАЗ-43118 — 9,2 тыс. руб.

Установлено также, системы и агрегаты автомобилей КамАЗ с точки зрения надёжности неравноценны (табл. 1). С точки зрения вида отказов (конструктивные, производственные и эксплуатационные) картина примерно такая же. И чтобы её конкретизировать с целью предупреждения отказов и неисправностей в эксплуатации, необходимо знать причины и механизмы их возникновения и проявления, а также их влияние на надёжность (работоспособность) АТС в целом [2]. Эти данные, полученные авторами для рассматриваемых АТС, приведены в табл. 2.

Были обработаны и полученные эмпирические данные о наработках до отказов исследуемых автомобилей в гарантийный период эксплуатации. При этом аппроксимация наработок проводилась с помощью стандартных процедур по теоретическим законам — экспоненциальному и Вейбулла. Адекватность принятых зависимостей проверялась по критерию согласия Пирсона с заданной доверительной вероятностью $P_д = 0,9$. Вероятность согласия эмпирических данных и принятых для их описания теоретических законов превышает допустимую. В табл. 3 и 4 приведены результаты обработки статистических данных по пробегу АТС до первого отказа и аналогичная информация по их системам и агрегатам.

Таблица 1

Дефектная система или агрегат	Доля от общего количества отказов, %	Средняя стоимость устранения отказов, руб.
Радиаторы и система охлаждения	24	10 204
Электрооборудование	20	2511
Подогреватель жидкостный	19	2334
Механизм рулевой	7	39 996
Элементы трансмиссии	6	19 043
Колесно-ступичная группа	5	9505
Двигатель	4	20 737
Топливный насос высокого давления	3	13 371
Тормозная система	3	6998
Прочие	9	—

Таблица 2

Система, агрегат, узел	Причины конструктивных отказов	Причины производственных отказов
Радиатор	Трещины входного отверстия крепления впускного патрубка	Течь в местах стыка верхнего бачка и сот из-за некачественной пайки
Электрооборудование	Некачественные используемые материалы	Некачественное изготовление датчиков тормозной системы, давления масла, спидометра или топливозаборника
Подогреватель жидкостный	Отказ индикатора пламени или электромагнитного клапана	Дефекты кольца электромагнитного клапана и торцевого уплотнения жидкостного циркуляционного насоса
Рулевой механизм	Некачественный упорный подшипник в рулевом редукторе	Неправильно отрегулированный зазор между зубчатым сектором вала сошки и винтом; нештатная работа клапана с поворотным золотником
Коробка передач	Течь масла из-за дефектного сальника первичного вала	Неправильная установка сальника первичного вала; течь масла по фланцу
Турбокомпрессор	Срез гайки крепления крыльчатки к валу	—
Генератор	Разрушение переднего подшипника; деформация шпонки на валу якоря в месте посадки шкива	—
Колесно-ступичная группа	Заклинивание подшипников	Течь масла из-за некачественной установки ступичной манжеты; заклинивание подшипников из-за некачественной сборки
Насос жидкостный ГУР	Подтекание рабочей жидкости через контрольное отверстие насоса	Заклинивание подшипника насоса из-за нарушения технологии установки; нарушение технологии установки уплотнительной манжеты

Таблица 3

Объект исследования	Средняя наработка до отказа, км	Среднее квадратическое отклонение наработки, км	Коэффициент вариации наработки	Закон распределения вероятностей наработки
КамАЗ-4326	23291	13 812	0,59	Вейбулла
КамАЗ-43118	8524	8856	1,04	Экспоненциальный
КамАЗ-65115	6970	5725	0,82	То же
КамАЗ-6522	3384	3834	1,13	-"-

Таблица 4

Объект исследования	Средняя наработка до отказа, км	Среднее квадратическое отклонение наработки, км	Коэффициент вариации наработки	Закон распределения вероятностей наработки
Радиаторы и система охлаждения	13 560	8904	0,66	Вейбулла
Электрооборудование	15 366	12 294	0,8	Экспоненциальный
Подогреватель жидкостный	3950	5536	1,4	То же
Механизм рулевой	21961	10 529	0,48	Вейбулла

Данные табл. 1...4 позволили предложить меры, направленные на предупреждение отказов, повышение показателей безотказности работы АТС и сокращение удельных затрат на удовлетворение рекламаций. Основная из них — корректирование нормативов (режимов) регламентированных ТО предусмотренных в гарантийный период эксплуатации. Кроме того, предложено дополнительно включить в перечень работ по ТО контрольно-диагностические и ремонтные (по замене ненадёжных деталей) работы по предупреждению указанных в табл. 1 и 2 отказов. Сейчас автоцентр предлагает клиентам следующие виды периодических ТО: ТО-2500 (в гарантийный период эксплуатации) стоимостью 24 тыс. руб., ТО-1 и ТО-2 (проводятся в гарантийный и послегарантийный периоды эксплуатации) стоимостью 3,5 и 21 тыс. руб.

Следует отметить, что Отделом эксплуатационной надёжности НТЦ ОАО "КамАЗ" постоянно ведётся сбор и анализ информации по отказам автомобилей в различных условиях эксплуатации и выработка конструктивных и технологических решений по их сокращению.

Благодаря этому количество отказов в гарантийный период эксплуатации постоянно сокращается. Так, если ранее [3], например, на двигатель приходилось от 17 до 35 % всех отказов, то сейчас их количество практически не превышает 4 %.

Также повысилась культура технической эксплуатации такой сложной и дорогостоящей, как КамАЗ, автомобильной техники у потребителей.

ОАО "КамАЗ" продолжает совершенствовать свою фирменную систему технического обслуживания АТС, разработан новый изменённый по сравнению с традиционным вариант сервисной книжки (43118-390 2101 СК). В котором вместо проводимых ранее в начальный период эксплуатации ТО-1000 и ТО-5500 предусмотрено одно ТО-2500 в интервале 1000—5000 км или через 25—125 моточасов. Основным назначением ТО-2500 является — "предупреждение неисправностей путём проведения профилактических крепёжных, регулировочных и смазочно-очистительных работ на новом автомобиле". В ней конкретизирован срок постановки АТС на гарантийный учёт — "не позднее даты проведения очередного ТО". Оговорено условие, что если автомобиль укомплектован счётчиком моточасов, то периодичность ТО должна назначаться в соответствии с его показаниями. Также, правда незначительно, уменьшено количество операций по предпродажной подготовке автомобиля, а в условиях гарантии оговорено обязательное соблюдение рекомендаций по периодичности проведения ТО автомобиля в аттестованных ОАО "КамАЗ" сервисных центрах.

В ней представлен "график проведения ТО автомобилей КамАЗ" в зависимости от трёх (ранее было пяти) категорий условий эксплуатации и годового пробега автомобиля в километрах. Планирование периодичности в данном графике предусмотрено как в моточасах, так и в километрах. Следует отметить, что для некоторых условий эксплуатации периодичности ТО-1 и ТО-2 увеличены почти в 2 раза.

Полученные авторами статистические данные и математические зависимости, характеризующие отказы автомобилей КамАЗ в гарантийный период эксплуатации, позволяют выявить наиболее "слабые" элементы конструкции АТС и выработать меры по сокращению их числа; оперативно корректировать нормативы (режимы) ТО с целью повышения показателей надёжности автомобилей и сокращения удельных затрат на рекламационные ремонты; определить потребность в средствах обслуживания, площадях и рабочей силе автоцентра; скорректировать номенклатуру и объёмы хранящихся на складе запасных частей и оборотных агрегатов, в том числе необходимых для устранения в минимальные сроки рекламационных отказов. И на этой основе обеспечить более качественное фирменное сервисное сопровождение АТС в гарантийный и послегарантийный периоды эксплуатации, сократить число отказов и время, затрачиваемое на их устранение. Следовательно, повысить репутацию производителя и дилера автотехники КамАЗ. Причём не только в Дальневосточном федеральном округе.

Литература

1. Ишутин А.В. Пути повышения устойчивости дилера в секторе автосервиса // Автомобильная промышленность 2009. № 1. С. 31—33.
2. Техническая эксплуатация автомобилей / Е.С. Кузнецов, А.П. Болдин и др. — М.: Наука, 2001. — 535 с.
3. Надежность автомобилей КамАЗ в гарантийный период эксплуатации / С.Г. Павлишин // Автомобильная промышленность 2009. № 11. С. 18...19.

УДК 621.9.048.6:621.794

ВИБРАЦИОННОЕ МЕХАНОХИМИЧЕСКОЕ ЦИНКОВАНИЕ КРЕПЁЖНЫХ ДЕТАЛЕЙ АВТОМОБИЛЯ

Канд. техн. наук **В.В. ИВАНОВ**,
канд. физ.-мат. наук **Г.А. ГАЛЬЧЕНКО**
Донской ГТУ (8. 929. 139-02-31)

Представлены результаты исследования структуры и свойств вибрационного механохимического цинкового покрытия.

Ключевые слова: *адсорбция, вибрационное воздействие, цинковое покрытие, коррозионная стойкость.*

Ivanov V.V., Galchenko G.A.

OSCILLATION MECHANIC-CHEMICAL ZINC-PLATING OF TIMBER DETAILS OF AUTOMODILE

Results of researches of structure and properties of oscillation of zinc coverage are presented.

Keywords: *adsorption, oscillation influence, zinc coverage, corrosive firmness.*

Все твёрдые тела обладают способностью в той или иной степени поглощать (адсорбировать) на своей поверхности молекулы, атомы или ионы веществ, находящихся в окружающей их среде. Такая способность известна давно и широко используется на практике: все защитные покрытия (пары "лакокрасочный материал—металл", "цинк—сталь" и т.п.) — типичный тому пример. При этом давно замечено, что долговечность любых покрытий, т.е. их качество, зависит от многих факторов — свойств основного материала и материала покрытия, способа его нанесения, температуры этого процесса и т.д. Это означает, что правильным выбором сочетания таких факторов можно добиться любых наперед заданных свойств покрытий. Поэтому решением данной проблемы занимались не только практики, но и те, кто пытался выявить закономерности, которым подчиняются пары "покрытие—защищаемый материал". И надо сказать, что с точки зрения изучения природы адсорбционных процессов и возможности правильной оценки адсорбентов сделано много. В частности, что атомы поверхностного слоя материала — адсорбента всегда находятся не в одинаковых условиях. Потому что даже хорошо обработанная поверхность защищаемой детали имеет многочисленные микронеровности (шероховатость). При этом у атомов, расположенных на выступах и впадинах, степени насыщенности валентных сил существенно отличаются, следовательно, неодинаковой оказывается и их способность к взаимодействию с атомами и молекулами, находящимися в растворе или окружающей среде: наиболее активные участки поверхности адсорбируют эти атомы и молекулы более энергично, чем те, которые менее активны. В итоге сцепление покрытия с подложкой в первом случае получается надёжнее, а значит, — и долговечнее.

"Сдвигом" этой закономерности в лучшую сторону, т.е. улучшением качества сцепления покрытия с защищаемым материалом, занимаются давно. Один из тому примеров — подготовка (очистка от загрязнений) покрываемых материалов и поиск материалов, обладающих высокой степенью адгезии (скажем, при окраске грунтов). Однако потенциальные возможности этих направлений к настоящему времени исчерпаны. Поэтому специалисты занимаются поиском новых решений. В частности, в автомобилестроении — совершенствованием процессов широко применяемых здесь процессов цинкования. И небезуспешно. Например, уже созданы технологии вибрационного воздействия на защищаемый металл в процессе нанесения на него направленных ударов мелкими стеклянными или керамическими шариками, которые создают упругопластическую деформацию обрабатываемой поверхности и активируют её, т.е. повышают её способность адсорбции и диффузии цинка в эту поверхность. И происходит это следующим образом.

В первый момент образования покрытия ион Zn^{++} цинка из раствора, пройдя двойной слой, освобождается от гидратной оболочки и адсорбируется на активных поверхностях выступов покрываемой поверхности. Здесь он разряжается (принимает электроны) и превращается в цинк (Zn), который осаждается на поверхности металла за счёт окислительно-востановительных процессов. То есть образуется цинковое покрытие. При этом уже первые его кристаллы создают микро/наноэлементы "покрытие—металл". В результате на разность потенциалов Fe—Zn накладывается поле микроэлементов, что увеличивает внутреннюю энергию поверхностных слоев металла. И если к процессу добавить упомянутую выше "мягкую" деформацию обрабатываемой поверхности, то повышается её адсорбционная активность, а также активность ионов, возрастает число центров кристаллизации и плотность микротоков, в покрытие внедряются микро/наноструктуры цинкового покрытия, возникшая ЭДС оказывает существенное влияние на дальнейший ход образования покрытия. В итоге кристаллические структуры покрытия образуются не только на выступах, но и на гранях, и в углублениях обрабатываемой поверхности. Поэтому металл покрывается цинком более равномерно, кристаллы смыкаются, образуя сплошное покрытие. Это хорошо видно на рис. 1: на нём ясно различимы группы кристаллов цинкового покрытия. Причём здесь очень важно обеспечить образование большего числа мелких кристаллов: чем они меньше, тем более полным получается их взаимное перекрытие, а следовательно, плотным будет покрытие основного металла. Другими словами, меньше его пористость, выше коррозионная стойкость и прочность сцепления с ос-

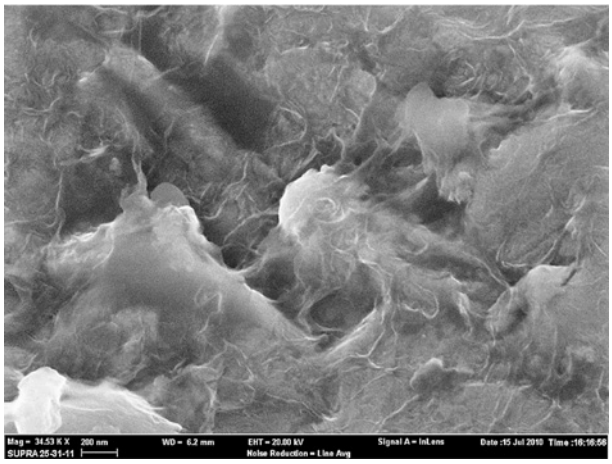


Рис. 1. Вибрационное механохимическое цинковое покрытие

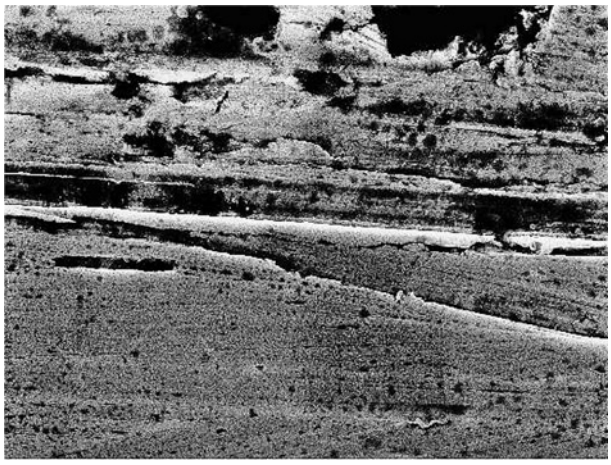


Рис. 2. Электронное изображение цинкового шлифа

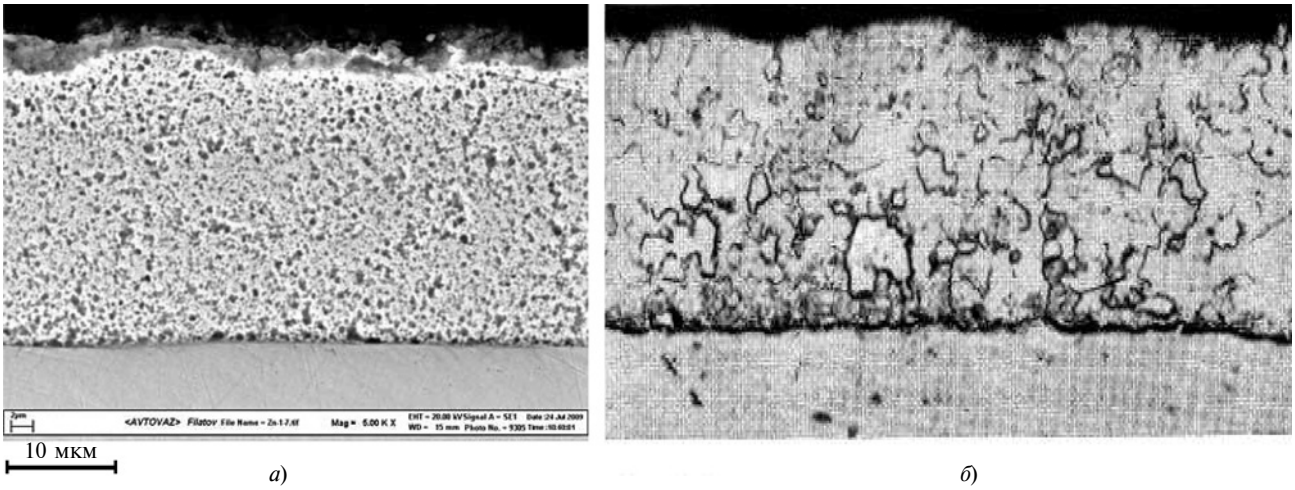


Рис. 3. Цинковое покрытие при традиционном (а) и Х-300 (б) режимах нанесения

новным металлом. Кроме того, Zn и Fe на поверхности их раздела начинают проникать друг в друга из-за наличия конвекционных процессов, возникающих при вибрационной обработке. Наконец, диффузионный процесс определяется также тепловым движением атомов (молекул), т.е. перепадом температур, электрических полей и др. Все это иллюстрирует рис. 2, на котором приведено электронное изображение шлифа и спектра вибрационного механохимического покрытия: включения цинка проникают в сталь на глубину до 16 мкм.

Способ получения цинковых покрытий — основной фактор, определяющий их структуру и свойства. Так, на рис. 3 приведена микроструктура цинкового покрытия, полученного традиционным гальваническим способом. На нём видна резкая граница между стальным основанием и слоем цинка. То есть при этом способе основной металл (сталь) и покрытие (цинк) никаких сплавов между собой не образуют, поскольку процесс идет при температуре, не обеспечивающей интенсивной взаимодиффузии. Результат — пористая структура покрытия, способствующая низкой его коррозионной стойкости и слабому "прилипанию" цинка к основному металлу, отслоению и шелушению покрытия.

Вибрационное же механохимическое покрытие имеет беспористую структуру и резкую границу между металлом и покрытием, что объясняет его повышенные антикоррозионные свойства и является несомненным преимуществом по сравнению с традиционными гальваническими покрытиями. Поэтому этот процесс всё более широко применяется для деталей из конструкционных углеродистых и легированных сталей. Тем более что оборудованием для его нанесения могут служить серийно выпускаемые вибрационные станки с прямоугольными и кольцевыми рабочими камерами. На них в качестве рабочей среды используются технологическая жидкость, содержащая стеклянные или фарфоровые шарики диаметром 2...8 мм, порошок цинка марки ПЦ-2 и химические активаторы. Получаемая при этом толщина цинкового покрытия может достигать 20 мкм.

Эта технология, если её сравнивать с традиционным гальваническим цинкованием, имеет, кроме все-

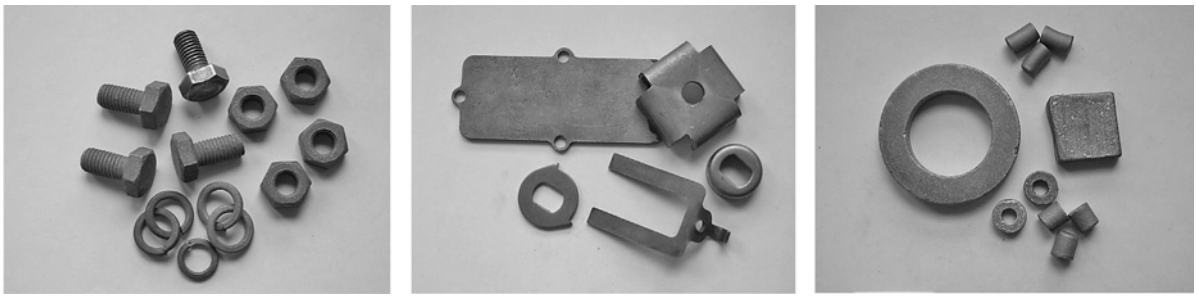


Рис. 4. Образцы крепёжных деталей с вибрационным механохимическим покрытием

го прочего, следующие несомненные преимущества: у неё меньше энергоёмкость; отсутствует наводораживание поверхности; она придаёт поверхности хорошие физико-механические и эксплуатационные свойства, в том числе низкую шероховатость, высокую коррозионную стойкость, отличается экологической чистотой.

Однако следует иметь в виду, что она не свободна от влияния таких факторов, как режимы обработки, частота и амплитуда колебаний, состав и абразивные свойства рабочей среды, объёмное соотношение рабочей среды и деталей, геометрические соотношения обрабатываемых деталей и рабочей камеры. Например, толщина покрытия определяется разностью скоростей формирования покрытия и сопутствующего съёма металла.

Чтобы оценить количественную сторону этого влияния, авторы выполнили серию экспериментов, объектом которых были крепёжные детали, применяемые на автозаводах (рис. 4). В ходе этих экспериментов предварительно очищенные и покрытые детали помещали в герметически закрывающуюся рабочую камеру, заполненную фарфоровыми шариками диаметром 5...10 мм, раствором, содержащим хлорид цинка (100 г/л) и цинковый порошок (50 г/л раствора). Режимы работы оборудования устанавливались в следующих пределах [2]: амплитуда колебаний — 3 мм, их частота — 25 Гц, продолжительность процесса при температуре 291...308 K (18...35 °C) — 45...60 мин, а при 273...288 K (0...15 °C) — 52...69 мин.

После нанесения покрытия детали извлекали из камеры, промывали холодной проточной водой и сушили, а затем для повышения коррозионной стойкости цинковые покрытия подвергали специальной химической обработке в хроматном растворе следующего состава: азотная кислота — 2...5 г/л, хромовый ангидрит — 25...55, сернокислый натрий — 15...20 г/л. Продолжительность обработки при комнатной температуре — 0,1...0,3 мин. Далее детали промывали в холодной проточной воде и сушили в течение 6 мин при температуре 323 K (50 °C).

Инструментальный контроль обработанных деталей показал: вибрационные механохимические покрытия имеют гораздо более высокие эксплуатационные характеристики, чем в случае обычного гальванического нанесения. Например, они могут даже обойтись без хроматной обработки.

Литература

1. Бабичев А.П., Иванов В.В., Шудалей С.Н., Мотренко П.Д., Анкудимов Ю.П., Бабичев И.А. "Вибрационная механохимия в процессах отделочно-упрочняющей обработки и покрытий деталей машин" (монография). Издательский центр ДГТУ. Ростов н/Д, 2012.
2. Иванов В.В. Вибрационные механохимические покрытия (монография). LAP LAMBERT Academic Publishing is a trademark of: OmniScriptum GmbH & Co. KG. Heinrich-B@ocking-Str. 6-8, 66121. Saarbrucken, Germany. 2014. ISBN 978-3-659-49674-5. Стр. 119.

УДК 623.001.4

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ФОРМЫ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

А.Ю. КОТЛЯРОВ, д-р техн. наук **С.С. КУТОВОЙ**, канд. техн. наук **В.В. ЕФРЕМОВ**
Рязанское ВВДКУ имени генерала армии В.Ф. Маргелова (8.920. 952-62-92)

Рассматривается алгоритм и построенная в соответствии с ним математическая модель динамических процессов при шлифовании деталей класса "вал".

Ключевые слова: *математическая модель, шлифование, точность геометрических параметров, надёжность деталей.*

Kotlyarov A.Yu., Kutovoy C.C., Efremov V.V.

MATHEMATICAL MODELING OF GEOMETRIC PARAMETER FORM OF THE DETAILS OF MACHINES AT RESTORATION

An algorithm and constructed in accordance with the mathematical model of dynamic processes during the grinding of parts of "shaft" are considered.

Keywords: *mathematical model, grinding, the accuracy of the geometric parameters, reliability of detail.*

Одним из самых сложных для математического моделирования процессов механической обработки является процесс шлифования. Это обусловлено хаотичным расположением зёрен на поверхности шлифовального круга, а также множеством других факторов, влияющих на эффективность обработки. Тем не менее такие модели создаются, их применяют на практике. Однако всем им присущ один общий недостаток — недостаточная точность, что обусловлено особенностями граничных условий и допущениями, принимаемыми разработчиками из-

делий. Например, наиболее распространённым из таких допущений является то, что практически все считают: обрабатываемые поверхности имеют правильную геометрическую форму и идеальные физико-механические свойства. Хотя понятно, что идеальных поверхностей нет и не может быть: на любой из них есть самые разнообразные микронеровности, отличающиеся как формой, так и их свойствами [1]. Более того, эти микроповерхности и отклонения формы могут появляться в процессе самого шлифования. Чаще всего встречающиеся отклонения — огранка, или волнистость. Их причина — динамические явления, сопровождающие обработку резанием (прежде всего — дисбаланс шлифовального круга [2], вызываемый [3] погрешностями его геометрической формы, эксцентричностью его посадочного отверстия относительно наружной поверхности, неравномерностью его структуры и смещением его центра масс относительно оси вращения из-за зазора, образующегося между посадочным отверстием круга и планшайбой). Причём полностью устранить такие явления ещё никому не удавалось. Кроме того, динамические процессы, приводящие к появлению волнистости или огранки на обрабатываемой поверхности, зависят как от параметров технологической обрабатывающей системы, так и от режима резания. И если режим резания можно изменить, т.е. регулировать, то динамические характеристики обрабатывающей системы изменить довольно трудно, а нередко и невозможно. Поэтому разработчики процессов шлифования и делают упор на режимы резания, считая их основным способом повышения качества круглого врезного шлифования.

Однако выбор оптимального режима — процесс довольно непростой, связанный с необходимостью выполнять множество натурных экспериментов, следовательно, долог и дорог. Отсюда и разработка различных математических моделей: они позволяют обходиться без натурных исследований. Однако, повторяем, все известные их варианты не отличаются высокой точностью имитации реального процесса шлифования. Есть ли возможность повысить эту точность? По мнению авторов, такая возможность есть. Дело в том, что отклонения формы в виде волнистости или огранки являются следствием колебаний, возникающих в технологической обрабатывающей системе во время резания и взаимодействия инструментальной поверхности шлифовального круга с заготовкой.

Из всего сказанного можно сделать вывод: для решения задачи нужна математическая модель не всего процесса шлифования во всей, так сказать, многофакторности, а лишь модель этих колебаний, которая, естественно, адекватно отображает динамические характеристики обрабатывающей системы, учитывает режим резания и геометрическое взаимодействие инструментальной поверхности шлифовального круга с заготовкой. Именно такую модель и попытались построить авторы. При этом они исходили из следующих соображений.

Функциональная схема круглого врезного шлифования принципиально не отличается от функциональной схемы, разработанной автором работы [4]. Согласно ей, эквивалентная упругая система технологической обрабатывающей системы в направлении координаты Y находится под действием силового возбуждения от составляющей P_y силы резания и периодической силы $P_{ин}$ инерции от дисбаланса шлифовального круга. Это силовое возмущение вызывает упругую деформацию эквивалентной упругой системы, которая, вследствие замкнутости технологической обраба-

№ формулы	Формула	Примечания
1	$P_0 = C_p Q_{V^\alpha} B$	C_P — эмпирический коэффициент; α — показатель степени; Q_V — скорость удаления припуска; B — ширина резания
2	$\alpha_2 = 0{,}5\varepsilon - \varphi_1$	α_2 — угол составляющей силы резания P_y; ε — угол контакта шлифовального круга с заготовкой; φ_1 — угол смещения центра силового возбуждения
3	$\alpha_3 = \alpha_1 - \alpha_2 = \arctan 2{,}5 + \varphi_1 - 0{,}5\varepsilon$	α_3 — угол между векторами сил P и P_y; α_1 — угол между векторами сил P и P_r
4	$P_y = 2{,}69 P_o \cos(1{,}19 + \varphi_1 - 0{,}5\varepsilon)$	P_y — составляющая силы резания P; P_o — окружная составляющая силы резания P
5	$P_{ин} = \omega^2 db \cos(\omega t)$	$P_{ин}$ — сила инерции; ω — угловая скорость вращения круга (рад/с); db — его дисбаланс
6	$T_p dP_y/dt + P_y + P_{ин} = md^2y/dt^2 + \lambda d_y/dt + c_y$	T_p — временной коэффициент; m — приведённая масса эквивалентной упругой системы; λ — коэффициент вязкого трения; c_y — приведённая жёсткость эквивалентной системы
7	$(1/c)/s^2/\omega_0^2 + 2\xi s/\omega_0 + 1$	Закономерность изменения силы резания в зависимости от ω_0 — собственной частоты колебаний системы и ξ — коэффициента затухания колебаний
8	$Q_V = L_k^2/S_3$	L_k — дуга контакта шлифовального круга; S_3 — частота вращения заготовки

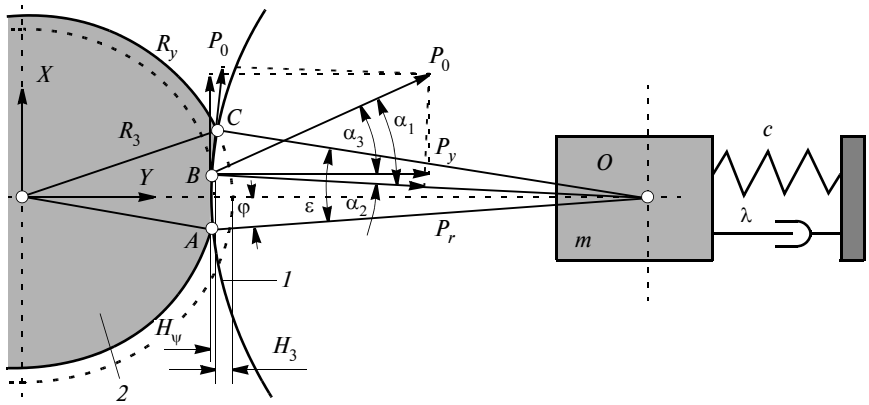


Рис. 1. Схема силового взаимодействия

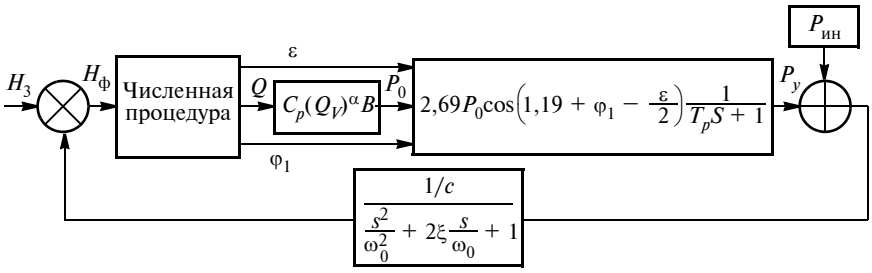


Рис. 2. Структурная схема процесса шлифования

тывающей системы, влияет на взаимное расположение шлифовального круга и заготовки, а следовательно, на фактическую глубину $H_ф$ резания. Но математическая модель, разработанная авторами, с точки зрения геометрического взаимодействия инструментальной поверхности шлифовального круга и расположения составляющих силы резания, от предложенной автором работы [4] отличается. Она предполагает, что шлифовальный круг осуществляет резание по дуге *AB* его контакта с заготовкой, создавая силу *P* резания, которую можно разложить на две составляющие: окружную $P_о$ и радиальную P_r. При этом первая из них, т.е. $P_о$, определяется по формуле № 1 (см. таблицу).

Из геометрических построений схемы расположения векторов составляющих $P_о$ и P_r силы резания, приведённой на рис. 1 (на нем *1* — припуск; *2* — заготовка; $R_з$ — её радиус; *A*, *B*, *C* — точки дуги контакта заготовки с кругом; φ — угол смещения центра силового возбуждения; α_1, α_2, α_3 — углы при вершине составляющих силы резания; *O* — центр масс технологической обрабатывающей системы; *m* — её масса; *c* — её жёсткость; λ — коэффициент вязкого трения), можно получить соотношение между углами α_2, ε и φ (формула № 2).

Если, далее, учесть известное из теории шлифования соотношение между окружной и радиальной составляющими силы резания ($P_r = 2{,}5P_0$) и углами α_1, α_2 и α_3 (формула № 3), то после несложных преобразований получается формула для расчёта составляющей P_y силы резания (формула № 4), а силу $P_{ин}$ инерции от дисбаланса шлифовального круга можно определить по формуле № 5.

Математическая модель эквивалентной упругой системы в первом приближении может быть представлена одномассовой динамической системой по координате ***Y***, нормальной к обрабатываемой поверхности, находящейся под действием силового возбуждения в виде составляющей P_y силы резания с учётом постоянной времени $T_р$ стружкообразования процесса резания [6] и силы $P_{ин}$ инерции от дисбаланса шлифовального круга. Эта модель представляет собой формулу № 6.

Используя формулы № 1...5, можно составить структурную схему процесса шлифования, представленную на рис. 2 (на нем: $H_з$ — глубина резания заготовки (заданная), $H_ф$ — фактическая глубина резания, Q_V — скорость удаления припуска, α — показатель степени, *s* — частота вращения круга, ξ — коэффициент затухания колебаний. На ней в качестве упругой эквивалентной системы использована её передаточная функция, полученная из стандартной формы представления уравнения движения (формула № 5) со следующими обозначениями: ω_0 — собственная частота колебаний системы; *m* — её масса; $\xi = \lambda/(2T_с)$ — коэффициент затухания колебаний; λ — коэффициент вязкого трения, $T_с$ — период собственных колебаний. В итоге получается искомая математическая модель (формула № 7).

На структурной схеме блок геометрического взаимодействия представлен численной процедурой, которая во время моделирования автоматически определяет координаты точек входа и выхода периферии шлифовального круга в зоне резания при любом положении его центра в ходе колебаний технологической обрабатывающей системы. Такая процедура, алгоритм которой представлен на рис. 3 (на нем *j* — номер точки входа, j_i — номер точки выхода, *i* — величина снимаемого припуска, R_x, $R_к$ — радиусы заготовки исходный и конечный соответственно, O_x, O_y — координаты центра масс, $x(i)$, $y(i)$ — координаты профиля заготовки в зависимости от величины снимаемого припуска) хорошо себя зарекомендовала при решении плоских задач взаимодействия инструмента и заготовки и позволяет рассчитывать главную характеристику процесса шлифования — аналог скорости срезания припуска. Кроме того, в эту процедуру входит процедура перестроения образовавшегося на каждом шаге моделирования профиля заготовки. Благодаря этому в процессе моделирования автоматически образуется массив про-

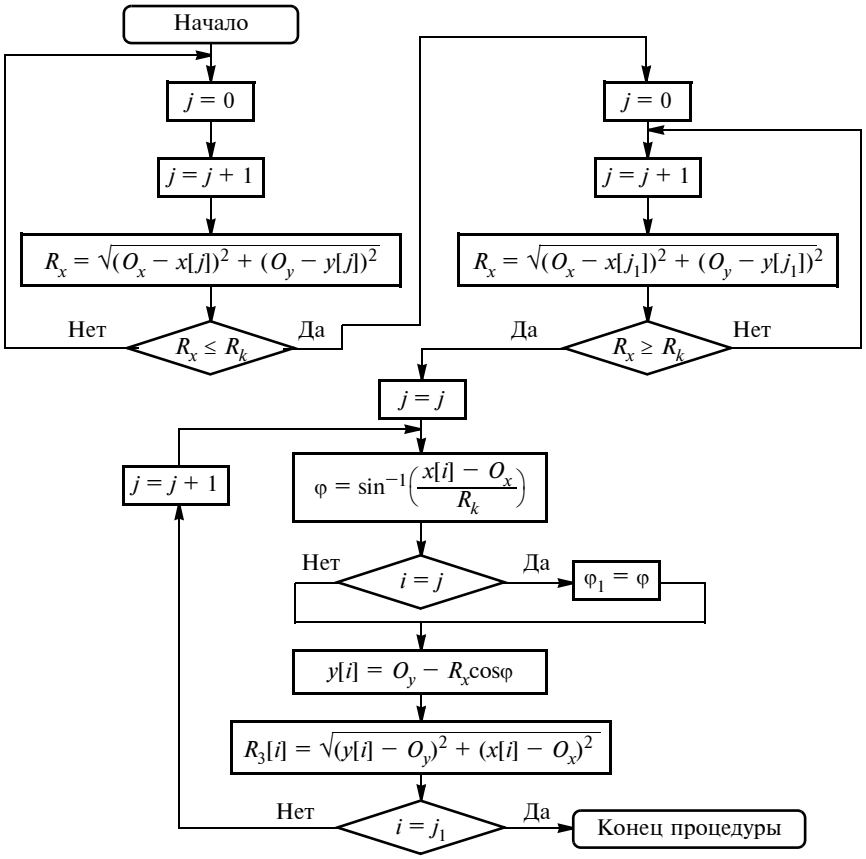


Рис. 3. Алгоритм численной процедуры моделирования геометрического взаимодействия

филя заготовки $R_3[i]$, сформированный периферией шлифовального круга, который и определяет форму поверхности детали.

Окончательно скорость срезания припуска, которая используется в формуле № 1, рассчитывается по формуле № 8.

Исследования рассмотренной выше математической модели доказали, что волнистость поверхности класса "вал" при круглом врезном шлифовании, действительно, существенно зависит от режима резания (в частности, от частоты вращения заготовки) и позволяет довольно быстро определить направления снижения волнистости поверхности обрабатываемых деталей ещё на стадии технологической подготовки операции, т.е. выбрать наилучший вариант сочетания технологической обрабатывающей системы и режима резания.

Литература

1. Балакшин Б.С. Теория и практика технологии машиностроения. — М.: Машиностроение, 1982. Т. 1—2.
2. Братан С.М. Разработка методов снижения волнистости поверхности на операциях шлифования. — М.: Машиностроение, 1978. С. 107...110.
3. Резников А.Н. Абразивная и алмазная обработка материалов. Справочник. М.: Машиностроение, 1977, 391 с.
4. Резников А.Н. Теплофизика резания / А.Н. Резников. — М.: Машиностроение, 1969. 288 с.
5. Ящерицын П.И. Теория резания. Физические и тепловые процессы в технологических системах / П.И. Ящерицын — Минск: Наука и техника, 1990. 512 с.
6. Якимов А.В. Теплофизика механической обработки / А.В. Якимов. — Одесса: Лыбидь, 1991. 240 с.

УДК 620.171.2

СЭНДВИЧЕВЫЙ ПОЛИУРЕТАНОВЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ ПОКРЫТИЯ ПОЛА ГРУЗОВОГО АВТОМОБИЛЯ

Кандидаты техн. наук **Л.Н. ШАФИГУЛЛИН**, **М.И. ГУМЕРОВ**, **А.И. ШВЕЁВ**, **И.Ф. ГУМЕРОВ**, **А.Н. ШАФИГУЛЛИНА**
Набережночелнинский институт (филиал)
Казанского (Приволжского) Федерального Университета
(8552. 39-71-40), ПАО "КамАЗ"

Представлены результаты исследования потребительских свойств сэндвичевых полиуретановых материалов, применяемых для покрытия пола кабины грузового автомобиля.

Ключевые слова: *полиуретан, покрытие пола, тепло- и звукоизоляционные свойства.*

Shafigullin L.N., Gumerov M.I., Shveyov A.I., Gumerov I.F., Shafigullina A.N.

SANDWICH POLYURETHANE MATERIAL FOR "FLOOR COVERING" TRUCKS

The results of research of consumer properties of polyurethane sandwich materials used for floor covering cab of truck are presented.

Keywords: *polyurethane, floor covering, heat and sound insulation properties.*

Важную роль в интерьере автомобиля играет полимерное покрытие пола кабины грузового автомобиля — один из важнейших элементов её конструкции, с помощью которых конструктор решает проблему её шумо- и теплоизоляции. Поэтому к материалам этого элемента предъявляются определённые требования. В частности, он должен обладать не только хорошими тепло- и звукоизоляционными свойствами, но и высокой износостойкостью, быть устойчивым к воздействию смазок и топлив, водонепроницаемым, противостоять плесени, не набухать и не гнить, не способствовать образованию очагов коррозии и ускоренного разрушения днища кабины и в то же время должен иметь высокие эстетические качества, сохранять свои свойства в любых, в том числе температурных, условиях эксплуатации.

Как видим, требований много, причём порой несовместимых. Поэтому сейчас для покрытия пола кабины автомобиля используют формованные детали

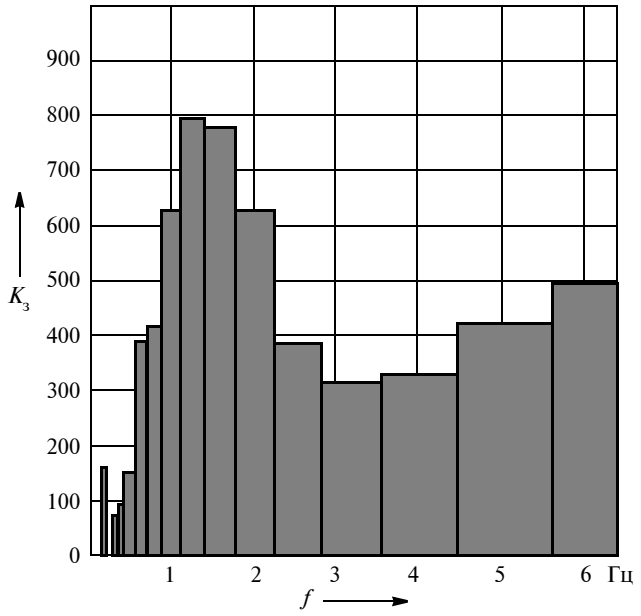


Рис. 1. Зависимость коэффициента затухания сэндвича от частоты вынуждающих колебаний

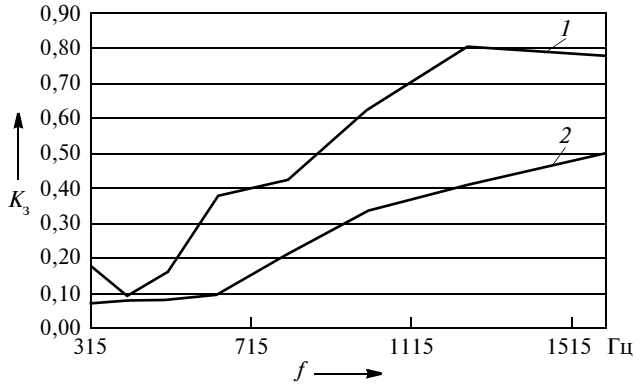


Рис. 2. Зависимость фактического (1) и требуемого камазовскими ТУ (2) коэффициента затухания от частоты вынуждающих колебаний в частотном диапазоне 315...1600 Гц

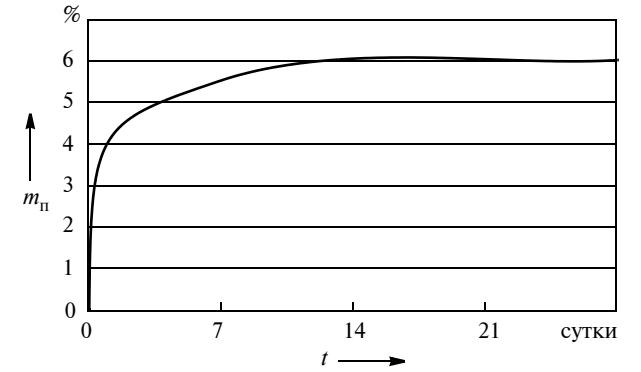


Рис. 3. Зависимость коэффициента массопоглощения сэндвичевого полиуретанового материала от времени

либо рулонные материалы — резиновые формовые ковры и дорожки, алкидный и поливинилхлоридный линолеумы с гладкой поверхностью, поливинилхлоридный рифлёный линолеум "автолин", текстильные ковровые материалы. Но ни один из них, к сожалению, не обеспечивает весь комплекс перечисленных выше технических требований. Отсюда — нескончаемый поиск новых решений. И одно из таких решений рассматривается ниже. Его суть — так называемый сэндвич, состоящий из трех слоев, первый из которых выполнен из смеси полиола "Бауфлекс 22900" и изоционата "Десмодур М72", второй — из смеси полиола "Спецфлекс NS753" и изоционата "Спецфлекс NE 138", а третий представляет собой полиэтиленовую активированную пленку $T_п$ (ГОСТ 10354—82). При этом первый и третий слои — водонепроницаемые, масло- и бензостойкие, изолирующие второй пористый слой от действия агрессивных сред (вода, масло, бензин и т.д.), и имеют высокие эстетические свойства.

Как заявляют разработчики этого сэндвича, он полностью удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к покрытию пола не только кабины, но и кузова грузового автомобиля. Чтобы проверить, так ли это, авторы статьи провели специальное исследование, в ходе которого по методике ГОСТ 16297—80 "Материалы звукоизоляционные и звукопоглощающие. Методы испытаний" определили коэффициент $K_з$ звукопоглощения, а по методике ГОСТ 7076—99 "Метод определения теплопроводности и термического сопротивления при стационарном тепловом режиме" — коэффициент λ теплопроводности и по методике ГОСТ 12020—72 "Пластмассы. Методы определения стойкости к воздействию химических сред" — массопоглощение этого материала.

Результаты исследования звукопоглощающих свойств сэндвичевого полиуретанового материала в диапазоне 31...6400 Гц оказались такими, как показано на рис. 1: в частотном диапазоне 1000...2000 Гц значения $K_з$ довольно высокие, причём максимальное из этих значений ($K_з$ = 0,794) соответствует частоте 1250 Гц. Из рис. 2, где приведены зависимости физических (кривая *1*) и требуемых, например, камазовскими ТУ (кривая *2*) его значений, становится очевидным: рассматриваемый сэндвичевый полиуретановый материал по данному показателю полностью соответствуют требованиям производственников.

Коэффициент теплопроводности сэндвича равен 0,083, т.е. довольно низкий, а коэффициент $m_п$ его массопоглощения, как видно из рис. 3, возрастает лишь в первые две недели после изготовления, а затем остается практически постоянным, не превышающим 6 %. Хорошие у него и другие качества — морозостойкость, сохранность потребительских свойств и срок эксплуатации (ресурс). То есть и с этих точек зрения новый материал можно считать вполне достойным конкурентом традиционных материалов.

УДК 629.353

АСПЕКТЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ СОВРЕМЕННЫХ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Канд. техн. наук **В.А. ЗЕЛЕНИН**, канд. пед. наук **С.А. БЕЛОВ**
Невинномысский государственный гуманитарно-технический институт

Рассматриваются конструктивные особенности современных грузовых автомобилей и рекомендации по их эксплуатации и обслуживанию.

Ключевые слова: *грузовой автомобиль, эксплуатация автомобилей, электронное управление двигателем, техническое обслуживание, самодиагностика, подготовка водителей.*

Zelenin V.A., Belov S.A.
ASPECTS OF MODERN TRUCKS' USING

The design features of modern trucks and recommendations on their operation and maintenacing are considered.

Keywords: *truck, car maintenance, electronic engine management, maintenance, self-diagnostics, driver training.*

Эффективность технической эксплуатации автомобилей, как известно, обеспечивается не только водителями автомобилей, но и инженерной службой предприятий, а также станциями технического обслуживания и ремонта. В настоящее время на долю СТО приходится более 80 % всех видов обслуживания и ремонта автомобилей.

В процессе эксплуатации (использования) автомобиль взаимодействует с окружающей действительностью, а его элементы взаимодействуют между собой и с их внутренней средой — маслами, техническими жидкостями, продуктами сгорания топлива и т.д. В результате взаимодействия изменяются значения различных параметров как автомобиля в целом, а также внутренней его среды.

Как правило, в грузовых автомобилях российского производства (ориентировочно до 1995 года) различают следующие параметры: выходных рабочих процессов (мощность двигателя, скорость движения автомобиля, тормозной путь и т.д.); сопутствующих процессов (температура выхлопных газов, содержание токсичных компонентов и др.); геометрические и конструктивные, определяющие связи между деталями в агрегате, механизме и связи между отдельными агрегатами и механизмами (размеры, взаимное расположение деталей, зазоры). На основании определения величин этих параметров определялось техническое состояние узла или агрегата, а также прогнозировался ресурс до их предельного состояния.

В современных автомобилях дополнительно учитываются параметры технического состояния автомобиля, на основании которых осуществляется контроль и управление процессом подачи топлива в цилиндры двигателя (система "коммон рейл"), воздуха (регулируемый наддув), нейтрализации отработавших газов (рециркуляция отработавших газов, система **AdBlue**). К таким параметрам можно отнести: диапазоны температур: охлаждающей жидкости в системе охлаждения, отработавших газов, воздуха, масла в системе смазки двигателя и КПП и т.д.; давление: топлива в системе топливоподачи, воздуха в турбокомпрессоре (до и после), выхлопных газов; содержание токсичных компонентов в выхлопных газах в процессе работы ДВС.

Для контроля этих и множества других параметров систем современных автомобилей разработаны и внедрены в электронные блоки управления (ЭБУ) функции самодиагностики. Системы самодиагностики проверяют соответствие сигналов, зафиксированных датчиками (установленными на ДВС, КПП и др.) с заложенными в памяти электронного блока величинами параметров. Если уровень сигнала выходит за допустимые пределы, ЭБУ определяет это как неисправность и заносит в память специальное сообщение. В дальнейшем эта информация может быть извлечена из памяти компьютера по мере необходимости водителем или механиком.

Известно, что интенсивность изменения технического состояния любого элемента автомобиля зависит от многих факторов, в том числе и от состояния самих элементов. Наиболее важные из них следующие: особенности конструкции автомобилей; качество материалов, применяемых масел, топлива и технических жидкостей; режимы работы автомобилей и их агрегатов; природно-климатические и сезонные условия; дорожные и транспортные условия; профессиональная подготовленность водителей.

В настоящее время особое внимание необходимо уделять профессиональной подготовке водителя автомобиля. Например, фирма "Скания" в инструкции для водителя грузовых автомобилей [1] приводит перечень действий, которые необходимо знать и выполнять водителю при эксплуатации автомобиля. Их невыполнение может привести к повреждению автомобиля или его частей. В частности, фирма предупреждает и советует водителю: положение переключателя воздухозаборника должно соответствовать сезону — при температурах ниже +5 °С рукоятку надо установить в зимнее положение "W" при более высоких температурах — в летнее "S" (если переключатель воздухозаборника летом установлен в зимнее положение, двигатель может быть поврежден; также нежелательно зимой оставлять переключатель в летнем положении, так как это может способствовать образованию льда в интеркулере); использовать ретардер и моторный тормоз-замедлитель, чтобы уменьшить износ тормозных механизмов колес; предварительно прогревать с помощью подогревателя двигатель при запуске для меньшего износа его деталей и механизмов.

Кроме этого, грузовые автомобили "Скания" имеют электронную систему поддержки водителя. Её цель заключается в том, чтобы помочь водителю в совершенствовании и поддержании манеры вождения, снижающей расход топлива и износ автомобиля. Система выводит рекомендации по вождению и оценку вождения на дисплей бортового компьютера в процессе движения. Она дает оценку вождения по четырём категориям (движение по холмистой местности, использование тормозов, способность к предварительному планированию, выбор передачи). Система поддержки постоянно активна. Но для просмотра её сообщений необходимо включить отображение сообщений системы на дисплее.

Таким образом, перед эксплуатацией автомобиля водитель обязан ознакомиться тщательным образом с инструкцией по управлению автомобилем и работе с бортовым компьютером. Или даже пройти обучающие курсы, осо-

бенно по вождению грузовых автомобилей (например, при заводе-изготовителе данных автомобилей).

Аналогичные рекомендации разработаны ведущими автомобилестроительными фирмами мира и России — ДАФ, МАН, "Вольво", "Рено", "Мерседес-Бенц", МАЗ, КамАЗ и др.

В рыночных условиях Российской Федерации каждый гражданин (организация) — владелец автомобиля — работает ради получения прибыли, часть которой необходимо выделять на поддержание своего автомобиля (группы автомобилей) в работоспособном состоянии. Кроме этого, покупая новый или подержанный автомобиль, владелец, как правило, приобретает и знакомится с инструкцией по эксплуатации этого автомобиля и заинтересован в том, чтобы выполнять все рекомендации фирмы-изготовителя по соблюдению правил диагностирования и обслуживания автомобиля, чтобы не тратить деньги на лишний ремонт. Срок службы, безопасность, остаточная стоимость и надёжность автомобилей во многом зависят от качественного выполнения технического обслуживания автомобиля. Оно включает регулярное обслуживание в соответствии с графиками его проведения, установленными автомобилестроительными фирмами.

Так, фирма ДАФ [2] рекомендует выполнять два основных вида технического обслуживания по своим грузовым автомобилям: обслуживание при достижении определённого пробега (*Service X* — проводится замена моторных масел, фильтров, выполняются внешние осмотры узлов и агрегатов автомобиля); ежегодное техническое обслуживание (*Service Y* — проводится в профилактических целях, заменяется масло в трансмиссии и задних мостах, а также выполняются другие мероприятия по контролю состояния узлов и агрегатов, замене вышедших из строя деталей). При этом немаловажным фактором, влияющим на ресурс двигателя, является интервал замены масла. При эксплуатации в европейских странах с высоким качеством дизельного топлива фирма ДАФ рекомендует менять масло каждые 90 000 км. Но в России качество дизельного топлива существенно ниже европейского, особенно по содержанию в нем серы. Поэтому в условиях эксплуатации автомобиля по российским дорогам и с российским дизельным топливом для двигателя будет недопустим интервал даже 50 000 км. Сроки выполнения данных видов технического обслуживания, как правило, заносятся в память ЭБУ на специализированной СТО.

Кроме этого, в зависимости от вида выполняемых автомобилем работ и условий эксплуатации автомобилестроительная фирма разрабатывает соответствующие рекомендации по корректировке периодичности выполнения технического обслуживания и диагностированию данного автомобиля. К примеру, одна и та же модель автомобиля может эксплуатироваться исключительно в условиях карьерных дорог, или же только на автомагистралях и т.д.

При эксплуатации автомобиля целесообразно проводить обслуживание и ремонт на специализированной (дилерской) СТО. Эти СТО имеют договор с данной автомобилестроительной фирмой, и, как следствие, необходимую техническую документацию, инструмент и оборудование, масла, смазки и другие технические жидкости. В результате обеспечивается более качественное выполнение проводимых работ, что значительно повышает надёжность использования автомобилей. При этом следует уточнить объём предстоящих работ в нормо-часах и стоимость одного нормо-часа.

Таким образом, можно заключить, что для качественного использования современного автомобиля необходимо: внимательно изучить техническую документацию на конкретный автомобиль и рекомендации фирмы по его эксплуатации; провести подготовку водителя по управлению автомобилем в соответствии с рекомендациями автомобилестроительной фирмы (в частности для грузовых автомобилей); использовать качественные топливо-смазочные материалы в соответствии с требованиями фирмы-изготовителя конкретного автомобиля; при проведении технического обслуживания и ремонта пользоваться услугами дилерских СТО. Особое внимание следует обращать на технологии проверки технического состояния агрегатов, узлов и систем автомобилей. В настоящее время значительная часть этих операций выполняется с помощью электронных средств (датчики, микропроцессоры, ЭБУ).

Литература

1. Инструкция по эксплуатации автомобилей SCANIA. Швеция: SCANIA, 2012.
2. DAF XF105. Руководство по эксплуатации. Нидерланды: DAF, 2011.

Коротко о разном

Российские дальнобойщики, недовольные введением платёжной системы "Платон", создают собственный альтернативный профсоюз "Дорога жизни". В настоящее время этот вопрос прорабатывается в регионах России. Так, на конференции в Петрозаводске подписан протокол о создании Союза дальнобойщиков Карелии, одобрен его устав и избрали председателя. Скоро Минюст РФ получит пакет регистрационных документов нового профсоюза дальнобойщиков. Проведены организационные встречи и в ряде других городов: Мурманске, Рязани, Ульяновске, Вологде, Волгограде, Минеральных Водах и др., а также в Дагестане. Главная задача профсоюза — недопущение взимания платы за проезд по федеральным дорогам. Создаваемая сеть профсоюзов в регионах в будущем будет объединена в один всероссийский профсоюз, который станет мощным механизмом в борьбе против платёжной системы.

Напомним, система "Платон" начала действовать в России в ноябре 2015 г. Покилометровый сбор, вменённый перевозчикам в дополнение к транспортному налогу (30...50 тыс. р. в год с автомобиля), акцизу на топливо (7 р. с литра дизельного) и обычным налогам на прибыль предприятия, при существующей конъюнктуре лишает работу перевозчиков экономического смысла, а в дальнейшем приведёт к значительному росту цен. Более того, сбор средств осуществляется не государством, а согласно Концессионному соглашению (текст которого засекречен) с Федеральным дорожным агентством поручен частной коммерческой структуре ООО "РТ-Инвест Транспортные Системы", которая до четверти запланированной "выручки" потратит на собственное содержание. В то же время реально прогнозируемые суммы, которые соответствуют фактическому объему транспортной работы в отрасли, многократно превышают плановые показатели, и нет никаких гарантий, что все эти средства дойдут до счетов Росавтодора.

Содержание

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Дубовик Е.А. — Комплексный показатель конкурентоспособности предприятий автосервиса 1

АСМ-факты 3

КОНСТРУКЦИИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Савастенко Э.А. — Возможности повышения эксплуатационной топливной экономичности бензинового двигателя 4

Гладов Г.И., Рябов Д.М. — К вопросу о выборе потребной мощности двигателя при переходных режимах его работы 5

Шипилевский Г.Б. — Автоматическое управление распределением мощности в ходовой системе многоосной машины 7

Акунов Б.У. — Зависимость количества вредных веществ в отработавших газах автомобиля от рельефа местности 11

Чабунин И.С., Балабин И.В., Плетин Д.А. — Защита гидравлических амортизаторов от динамических нагрузок, возникающих от воздействия неровностей дороги 13

Белоусов Б.Н., Гладов Г.И., Ксеневич Т.И., Малиновский М.П., Осипков В.О. — О некоторых направлениях развития теории автомобиля 14

ЭКСПЛУАТАЦИЯ. ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕРВИС АТС

Козловский В.Н., Панюков Д.И., Заятров А.В. — Учёт факторов сезонности при оценке надёжности автомобилей в эксплуатации 19

Швеёв А.И., Швеёва Т.В., Швеёва Е.И. — Клиентоориентированный автосервис — инструмент управления взаимоотношениями с владельцами АТС 23

Поезжаева Е.В., Васенин А.С., Шумков А.Г. — Автоматизация мойки автомобилей 25

Павлишин С.Г., Дульнев А.Н., Макаров Д.А. — Пути повышения надёжности автомобилей КамАЗ в гарантийный период эксплуатации 27

ТЕХНОЛОГИЯ, ОБОРУДОВАНИЕ, МАТЕРИАЛЫ

Иванов В.В., Гальченко Г.А. — Вибрационное механохимическое цинкование крепёжных деталей автомобиля 30

Котляров А.Ю., Кутовой С.С., Ефремов В.В. Математическое моделирование геометрических параметров формы при восстановлении деталей машин 32

Шафигуллин Л.Н., Гумеров М.И., Швеёв А.И., Гумеров И.Ф., Шафигуллина А.Н. — Сэндвичевый полиуретановый материал для покрытия пола грузового автомобиля 35

ИНФОРМАЦИЯ

Зеленин В.А., Белов С.А. — Аспекты эксплуатации современных грузовых автомобилей. 37

Коротко о разном 38

Главный редактор Н. А. ПУГИН

Зам. главного редактора Р.В. Козырев

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Балабин И.В. — *д-р техн. наук, профессор Университета машиностроения (МАМИ)*

Бахмутов С.В. — *д-р техн. наук, зам. директора по научной работе ГНЦ "НАМИ"*

Гируцкий О.И. — *д-р техн. наук, профессор, зам. председателя Экспертного совета НАМИ*

Гладков В.И. — *канд. техн. наук, зам. генерального директора по научной работе ОАО "НИИТавтопром"*

Ковригин А.С. — *зам. генерального директора ОАО "АСМ-холдинг"*

Круглов С.М. — *зам. генерального директора ОАО "НИИТавтопром"*

Ксеневич Т.И. — *канд. физ.-мат. наук, МГТУ имени Н.Э. Баумана, НИЦ "Русаен"*

Купеев Ю.А. — *канд. техн. наук, научный консультант НИИАЭ, профессор, доктор электротехнических наук АЭН*

Мамити Г.И. — *д-р техн. наук, профессор Горского Агроуниверситета (Владикавказ)*

Марков В.А. — *д-р техн. наук, профессор МГТУ им. Н.Э. Баумана*

Николаенко А.В. — *д-р экон. наук, ректор Университета машиностроения (МАМИ)*

Никульников Э.Н. — *канд. техн. наук, НИЦИАМТ ГНЦ "НАМИ"*

Пашков В.И. — *АМО "ЗИЛ"*

Сорокин Н.Т. — *д-р экон. наук, директор ФГБНУ ВНИМС ФАНО России*

Тер-Мкртичьян Г.Г. — *д-р техн. наук, ГНЦ "НАМИ"*

Титков А.И. — *канд. техн. наук, эксперт аналитического центра ОАО "АСМ-холдинг"*

Филимонов В.Н. — *ответственный секретарь "АП"*

Белорусский редакционный совет:

Альгин В.Б. — *д-р техн. наук, профессор, заместитель директора по научной работе ОИМ НАН Беларуси*

Егоров А.Н. — *генеральный конструктор — начальник НТЦ ПО "БелАЗ"*

Захарик А.М. — *канд. техн. наук, технический директор РУП "МАЗ"*

Кухаренок Г.М. — *д-р техн. наук, профессор БНТУ*

Мариев П.Л. — *д-р техн. наук, директор НТЦ "Карьерная техника" ОИМ НАН Беларуси*

Николаев Ю.И. — *главный конструктор ОАО "МЗКТ"*

Сазонов И.С. — *д-р техн. наук, проф., ректор Болорусско-российского университета (Могилев)*

Харитончик С.В. — *д-р техн. наук, доцент БНТУ (Минск)*

Информационный партнер АНО "НИЦ "Русаен"

Технический редактор *Шацкая Т.А.*
Корректор *Сажина Л.И.*
Сдано в набор 03.12.2015. Подписано в печать 03.02.2016.
Формат 60×88 1/8. Усл. печ. л. 4,9. Бумага офсетная.
Отпечатано в ООО "Канцлер".
150008, г. Ярославль, ул. Клубная, д. 4, кв. 49.
Оригинал-макет: ООО «Адвансед солюшнз».
119071, г. Москва, Ленинский пр-т, д. 19, стр. 1. Сайт: **www.aov.ru**

ООО "Издательство "Инновационное машиностроение"
Адрес издательства и редакции: 107076, Москва, Колодезный пер., 2а, стр. 2
Телефоны: (915) 412-52-56, (495) 785-60-69 (реклама и реализация)
E-mail: avtoprom-atd@mail.ru
www.mashin.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.

Уважаемые авторы и читатели!

Редакция и редакционная коллегия сообщают: научно-технический журнал
"АВТОМОБИЛЬНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ"
успешно прошел аккредитацию в ВАК для публикации работ
соискателей ученых степеней по трем отраслям наук:
05.00.00 — технические науки,
02.00.00 — химические науки,
08.00.00 — экономические науки;
и пяти группам специальностей:
05.02.00 — машиностроение и машиноведение,
05.05.00 — транспортное, горное и строительное машиностроение,
05.04.00 — энергетическое, металлургическое и химическое машиностроение,
05.09.00 — электротехника,
05.22.00 — транспорт.
Напоминаем: статьи следует подавать в редакцию заблаговременно!
С правилами оформления статей можно ознакомиться на сайте *mashin.ru*

Министерство образования и науки Российской Федерации
Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук

Здравствуйте, Руслан Владимирович

Выйти

Перечень Заявки Регистрация издания Просмотр зарегистрированных изданий FAQ Инструкция

Автомобильная промышленность

Статус	Издание включено в перечень Показать историю статусов
Издание зарегистрировано в следующих международных базах данных	Chemical Abstracts
Дата поступления заявки оператору	2015-11-10
1. Наименование (название) рецензируемого научного издания	Автомобильная промышленность
6. Адрес редакции рецензируемого научного издания (фактический)	Москва, Колодезный пер., 2а
7. Контактные телефоны/факс редакции рецензируемого научного издания (с указанием кода города)	(915)412-52-56; (499)269-54-98
8. E-mail редакции рецензируемого научного издания	avtoprom-atd@mail.ru
9. ФИО Главного редактора	Пугин Николай Андреевич
18. Адрес официального сайта в сети Интернет рецензируемого научного издания в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть Интернет)	http://mashin.ru/
30. Международный стандартный номер серийного издания (ISSN)	0005-2337