

АВТОМОБИЛЬНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

№ 6 • 2000



АВТОМОБИЛЬНАЯ
ПРОМЫШЛЕННОСТЬ



Н.А. ПУЗЫН

АВТОМОБИЛЬНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

У ЧРЕДИТЕЛИ:

ОАО "АВТОСЕЛЬХОЗМАШ-ХОЛДИНГ",

ОАО "ГАЗ"

№ 6 • июнь • 2000

Уважаемый Николай Андреевич!

Говорят, что юбилейные даты — сугубо личное дело юбиляров и их близких. Ваше 60-летие — одно из нечастых исключений. Для одних оно — повод поздравить Вас с этим событием и высказать свое уважение, для других, очень многих, в том числе не известных Вам людей, — выразить свою благодарность. За их рабочие места, обеспечение жильем, реализацию надежд на лучшее будущее, а главное — за сохранение и развитие всего того, что называлось "автомобильная промышленность СССР".

Вся Ваша трудовая жизнь, а это 42 года, и Ваша судьба связаны с автомобилестроением и прежде всего — с первенцем пятилеток ГАЗом. 18-летним молодым специалистом, окончив Павловский индустриальный техникум, Вы пришли в механосборочный цех этого прославленного предприятия и с тех пор ни разу не уходили из отрасли. Даже в институте Вы учились без отрыва от производства, пройдя все ступени нелегкой профессии автомобилестроителя: рабочий-станочник, мастер, старший мастер, заместитель начальника цеха по технической части, главный инженер завода коробок скоростей, главный инженер-технический директор автозавода, генеральный директор ПО "ГАЗ", министр автомобильной промышленности СССР в годы "перестройки", министр автомобильного и сельскохозяйственного машиностроения СССР в годы ее перехода в "эпоху реформ" и распада СССР. На всех этих постах Вы, по существу, оставались одним и тем же — блестяще подготовленным специалистом, талантливым организатором производства, умелым руководителем трудовых коллективов. Поэтому даже в те времена, когда слово зачастую ценилось больше, чем дело, Ваши труд и личный вклад в развитие отрасли были отмечены высокими правительственными наградами — орденами Трудового Красного Знамени и "Знак Почета", многими медалями; Вы стали лауреатом Государственной премии СССР в области науки и техники.

Но наиболее полно Ваш творческий потенциал и Ваши моральные качества проявились, по общему мнению, все-таки в постсоветский период. Вы были

одним из первых, кто понял, что распад великой страны грозит разрушением отрасли. Вы не только поняли это, но и делали все возможное и даже невозможное, чтобы ее сохранить. Результат известен: в 1991 г. руководители ставших независимыми республик б. СССР подписались под соглашением об образовании акционерного общества — АО "АСМ-холдинг", главными задачами которого должны были стать выработка стратегии и тактики деятельности акционеров, насыщение потребительского рынка стран-участниц автомобильной и сельскохозяйственной техникой и услугами по ее эксплуатации, создание наиболее благоприятных условий деятельности для производителей. Первым президентом, а затем и председателем совета директоров ОАО "АСМ-холдинг" были избраны Вы — его инициатор и организатор. И это объединение, в отличие от созданных после него и затем быстро распавшихся аналогов в других отраслях, действует и сегодня. Причем действует успешно.

В последние годы многие массовые печатные издания стали публиковать на своих страницах таблицы общенациональных рейтингов ведущих и наиболее авторитетных политиков, бизнесменов и т. д. Ваше имя, Николай Андреевич, всегда там присутствует ("Пугин Н. А., президент ОАО "ГАЗ"). Более того, среди людей, занятых не "бумажным", а материальным производством, оно всегда на первом месте. Факт, говорящий о многом. В том числе о том, что в годы реформ, особенно в их начале, когда значительная часть руководителей предприятий все свои таланты бросила в дела приватизации (которая, как теперь признано даже ее инициаторами, быстро превратилась в "прихватизацию"), Вы оказались одним из тех немногих, кто думал не о личном обогащении, а о судьбах российской индустрии. И делал все, чтобы она жила, "вписалась" в зарождающиеся рыночные условия. Итог тоже известен. На фоне массовых банкротств, остановок производства, объясняемых системным общероссийским кризисом, ГАЗ, руководимый Вами, в той же самой кризисной ситуации продолжал работать, успешно конкурируя с зарубежными ветеранами автомобиль-

ных рынков. Везение? Не только. Как говаривал А. В. Суворов, раз повезет, два повезет, но нужно и уметь. Уметь правильно и своевременно оценить складывающуюся обстановку и принять наиболее точно соответствующее ей решение. И твердость при реализации этого решения. То есть все то, чем в полной мере владеете Вы.

Несколько фактов из сравнительно недавней истории.

Когда Вы возвратились к руководству ГАЗом (1994 г.), здесь, как и на многих других автозаводах, уже произошло затоваривание складов готовой продукцией: грузовые автомобили средней грузоподъемности не находили сбыта. О том, что в стране существует потребительская "ниша" (автомобили грузоподъемностью до 1,5 т) и что эта ниша при неизбежном росте мелкооптовой частной торговли будет так же неизбежно расширяться и углубляться, говорили многие, много и давно. Но только ГАЗ рискнул взяться за ее заполнение, резко свернуть отлаженное и привычное производство среднетоннажников. И теперь "ГАЗели" уже стали непереманным атрибутом пейзажа российских и вообще СНГ-овских больших городов. Причем спрос на ГАЗ-3302 и множество его модификаций растет настолько быстро, что основной конвейер уже не успевает его удовлетворять. Отсюда — как всегда точное и своевременное решение: создавать сборочные производства непосредственно в регионах-потребителях. Сейчас таких производств уже около двух десятков (симферопольское АО "КрымавтоГАЗсервис", черниговское ОАО "Черниговавтодеталь", абаканское ОАО "АбаканавтоГАЗ", алмаатинское СП "Искер-ГАЗ", СП "КременчугавтоГАЗ", "Шестой киевский авторемонтный завод" и др.).

Созданный Вами коллектив чутко реагирует на динамику потребительского спроса. Например, в последние два-три года в отношении автомобилей семейства "ГАЗелей" стали поступать пожелания: машина хорошая, но целесообразно улучшить некоторые ее потребительские свойства. Эти пожелания сразу же стали достоянием конструкторских и технологических служб, в результате появились новые модели — "Соболь", "Баргузин" и др., была ускорена подготовка к производству лицензионных дизелей "Штайр" и т. д. Та же картина и с легковыми автомобилями: работа над ГАЗ-3110, который выгодно отличается от своих предшественников, тем не менее продолжается. И прежде всего — по антикоррозионной защите кузова: гарантийный ресурс по этому показателю возрастает до шести лет.

Нынешний коллектив ГАЗа — не только тонко и точно чувствующий обстановку, но и творческий и даже, как выразился кто-то из журналистов, фанатически преданный своему предприятию. Причины, как говорится, лежат на поверхности. Это прежде всего Ваш личный пример, Николай Андреевич. Вы всей своей жизнью доказали правильность известного управленческого принципа "делай как я". Во-вторых, Вы, может быть, единственный в отрасли, кто рассматривает членов своего коллектива не как наемную рабочую силу, а именно как единомышленников-со-

трудников. Достаточно вспомнить один не слишком афишируемый, но тем не менее реальный факт: большинство руководителей предприятий уже давно "спихнули" так называемую "социалку" муниципальным властям, а ГАЗ сохранил главное из нее, не боясь того, что это "попахивает недавним прошлым". Каждый работник, видя, скажем, то, как решает руководство ОАО проблемы жилья для своих ветеранов, их дополнительного пенсионного обеспечения и многие другие вопросы жизни и быта своих людей, уверен: от добра добра не ищут. Отсюда и стабильность кадров, и заводской патриотизм, и тот (не побоимся этого девальвированного в свое время термина) трудовой энтузиазм, который столь характерен для нынешнего ГАЗа: за последние пять лет здесь сделано столько, на что в прежние времена потребовалось бы 12—15 лет. В итоге его продукция занимает сейчас на рынке России и других стран СНГ очень твердые позиции: легковые автомобили — 15 %, автобусы — 28, грузовые автомобили — 62 %. И ни у кого нет сомнения, что одна из главных задач, поставленных Вами перед трудовым коллективом на предстоящее пятилетие (развить новый модельный ряд легковых автомобилей на базе ГАЗ-3111), будет выполнена.

Ваш труд, личные заслуги в области отечественного автомобилестроения в самый сложный для него период перехода от плано-распределительной к рыночной экономике признаны на всех уровнях — правительством, которое наградило Вас орденом "За заслуги перед Отечеством", земляками и крымчанами (Вы — почетный гражданин г. Нижний Новгород, Нижегородской области и автономной республики Крым) и всеми теми, кто сделал выпускаемую ГАЗом автомобильную технику средством своего производства или просто передвижения.

Знаком признания широты Ваших творческих возможностей, порядочности и ответственности является и то, что очень многие другие организации постоянно избирают Вас в свой состав и на самые ключевые из своих постов: Вы — действительный член российских Инженерной академии и Академии естественных наук, Международной инженерной академии, председатель наблюдательного совета "Автобанка", президент финансово-промышленной группы "Нижегородские автомобили", член национального банковского совета при ЦБ РФ, председатель Российской автомобильной федерации, главный редактор журнала "Автомобильная промышленность".

Велико доверие к Вам со стороны зарубежных финансовых организаций и автомобилестроительных фирм.

Пусть и это открытое письмо будет свидетельством того глубокого и искреннего уважения, которое испытывают к Вам многочисленные авторы и читатели "АП" — ученые вузов и НИИ, специалисты автомобилестроительных предприятий и предприятий автотранспорта, а также его редакция и редакционная коллегия. Все они поздравляют Вас с юбилеем, желают крепкого здоровья, личного счастья и новых успехов в Вашем очень нужном для страны, подвижническом труде.



УДК 330.131:629.114

ГОСУДАРСТВЕННОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ТОПЛИВНОЙ ЭКОНОМИЧНОСТИ АТС

Канд. техн. наук А. Г. ШМИДТ, д-р техн. наук А. А. ТОКАРЕВ
НАМИ

Системы государственного регулирования топливной экономичности призваны решать двудиную задачу — способствовать сохранению приемлемой экологической чистоты среды обитания и экономии топливно-энергетических ресурсов страны. Они предусматривают применение определенных экономических санкций государства к производителям и импортерам тех АТС, реальная топливная экономичность которых хуже узаконенной в стране на данный период времени. Другими словами, если расход топлива у АТС выше допустимого по нормам.

Это с одной стороны. С другой же, сами устанавливаемые пределы должны быть, очевидно, хорошо обоснованными. Понятно, что, скажем, брать за основу норм показатели топливной экономичности концептуальных образцов автомобилей нельзя, поскольку в этих образцах часто используются технологии, еще не нашедшие широкого применения. Нельзя ориентироваться и на показатели отдельных (например, лучших) образцов автомобилей массового производства, поскольку у изделий даже одной модели они могут существенно отличаться вследствие неизбежного и допустимого по ТУ производственного разброса характеристик систем, агрегатов и узлов.

Однако решение есть. Оно, на наш взгляд, — в использовании регрессионного анализа, который, как

известно, на основе представительного объема информации позволяет получать статистические зависимости. При условии, разумеется, если оценочные показатели топливной экономичности выбраны правильно. Дело в том, что топливная экономичность АТС зависит от большого числа факторов, в первую очередь — совершенства конструкции автомобиля, дорожных, погодных-климатических и сезонных условий, квалификации водителя, качества обслуживания, ремонта техники и др.

Но и это — не препятствие. Ведь при разработке норм нужно учитывать их цель. А она проста: не допустить к эксплуатации технически несовершенную, "прожорливую" технику. Значит, в качестве оценочных надо брать показатели, не зависящие от эксплуатационных факторов. Такому — главному — требованию в полной мере отвечает хорошо известный показатель — "контрольный расход топлива".

Данный показатель, с точки зрения конструкции автомобиля, формируется только двумя факторами: величиной полного сопротивления движению и совершенством рабочего процесса в двигателе (его индикаторным КПД). Причем в случае автомобиля конкретного типа и назначения проблема даже упрощается: величины всех без исключения составляющих сопротивления движению и механических потерь в его агрегатах и узлах напрямую связаны с его полной массой. В самом деле: сопротивление качению и инерционное сопротивление движению автомобиля зависят от его массы, как известно, линейно; аэродинамическое сопротивление — зависит опосредованно, но также связано с ней (более тяжелым автомобилям обычно соответствуют большие габаритные размеры и площадь лобового сопротивления); механические потери

Таблица 1

Тип АТС	Изготовитель	Тип двигателя	Тип привода	Объем выборки, шт.	Диапазон полных масс, кг	Коэффициенты уравнения регрессии вида $y = abx$		Коэффициенты корреляции	Примечание
						a	b		
Легковые автомобили	Страны СНГ	Сискровым зажиганием	Неполный	171	950—1950	0,00043	1,37227	0,92	—
То же	То же	То же	Полный	10	1400—1560	0,01430	0,89942	0,38	—
"	Страны дальнего зарубежья	"	Неполный	151	900—2900	0,00356	1,06553	0,86	—
"	То же	Дизель	То же	30	1000—2200	0,08456	0,58916	0,74	—
Грузовые автомобили	Страны СНГ	Сискровым зажиганием	"	54	6000—21000	0,214	0,52848	0,87	При 70 км/ч
То же	То же	То же	Полный	27	5700—15700	0,02352	0,76825	0,98	При 50 км/ч
"	"	Дизель	Неполный	140	4000—50000	0,1512	0,53084	0,93	При 70 км/ч
"	Страны дальнего зарубежья	То же	То же	19	12000—52000	0,07602	0,57670	0,87	То же
Автобусы междугородного и местного сообщения	Страны СНГ	Сискровым зажиганием	"	14	5700—13700	0,2559	0,51232	0,95	"
Автобусы городские	Страны дальнего зарубежья	Дизель	"	31	5000—30000	0,12958	0,527293	0,63	При 50 км/ч

в агрегатах трансмиссии и двигателе и затраты на привод вспомогательного оборудования тоже, хотя и косвенно, связаны с массой автомобиля вследствие зависимости от последней влияющих на них размеров агрегатов и двигателя, а также величин передаваемых крутящих моментов.

Таким образом, полную массу автомобиля вполне допустимо принять в качестве основного классифицирующего конструктивного фактора, позволяющего оценивать достигнутые и назначать допустимые уровни его топливной экономичности.

Обоснованность такого подхода подтверждается результатами статистических исследований: они показали, что при достаточных объемах выборки коэффициент корреляции между контрольным расходом топлива и полной массой автомобиля превышает 0,8. Значит, простая регрессия ("зависимость расхода топлива от полной массы АТС") может дать вполне приемлемые результаты. Но простых регрессий, к сожалению, много — линейная, степенная, обратная, экспоненциальная. Установлено (и это тоже результат специального исследования), что все преимущества — на стороне простой степенной регрессии вида $Q_s = a(G_p b)$. Зависимости контрольного расхода топлива от полной массы для различных автомобилей, полученные в соответствии с ней, приведены в табл. 1, а в табл. 2, кроме того, — результаты средних расходов топлива по легковым автомобилям.

Данные таблиц позволяют применительно к автомобилям с одинаковой полной массой сделать вполне определенные выводы. Например, в отношении легковых автомобилей:

преимущество по топливной экономичности бензиновых полноприводных автомобилей производства стран дальнего зарубежья перед аналогами производства стран СНГ достигает 23 % (в среднем — 12 %); при этом чем больше полная масса автомобиля, тем больше разница;

расходы топлива полноприводных дизельных автомобилей на 11—39 % (в среднем — на 28 %) ниже, чем у их бензиновых аналогов, при этом степень различия с увеличением полной массы автомобиля возрастает;

Таблица 2

Полная масса автомобиля, кг	Средний расход топлива, л/100 км		
	Бензиновые с искровым зажиганием, полноприводные производства стран СНГ	Бензиновые с искровым зажиганием, полноприводные производства стран дальнего зарубежья	Дизельные производства стран дальнего зарубежья
900	—	5	—
1000	5,7	5,6	5
1100	6,5	6,2	5,2
1300	8,1	7,4	5,8
1500	9,9	8,6	6,3
1700	11,7	9,8	6,8
1900	13,7	11,1	7,2
2100	—	12,3	7,7
2300	—	13,6	—
2500	—	14,8	—
2700	—	16,1	—
2900	—	17,4	—

Тип АТС	Тип двигателя	Средняя степень отставания достигнутого уровня топливной экономичности, %
Легковые автомобили	Бензиновый с искровым зажиганием	12
Грузовые автомобили	Дизель	15—16
Городские автобусы	То же	8

полноприводные бензиновые автомобили расходуют на 3—7 % (в среднем — на 5 %) топлива больше, чем неполноприводные.

В отношении грузовых автомобилей:

дизельные неполноприводные производства стран СНГ на 16—19 % (в среднем — на 17 %) уступают по топливной экономичности аналогам производства стран дальнего зарубежья;

дизельные неполноприводные производства стран СНГ на 38—39 % экономичнее по сравнению с бензиновыми аналогами;

дизельные полноприводные производства стран дальнего зарубежья на 11—19 % (в среднем — на 15 %) экономичнее аналогов стран СНГ;

дизельные полноприводные производства стран СНГ расходуют топлива на 30—34 % меньше, чем их бензиновые аналоги.

В отношении автобусов: среднестатистические расходы топлива выпускаемыми в России городскими дизельным (ЛиАЗ-5256) и бензиновым (ЛиАЗ-677) автобусами составляют соответственно 22,7 и 34,5 л/100 км, при этом ЛиАЗ-5256 в среднем на 8 % уступает аналогам производства стран дальнего зарубежья.

Из сказанного ясно: сколько бы мы ни говорили о рынке и конкуренции, при назначении перспективных норм нам нельзя не принимать во внимание реальные уровни топливной экономичности отечественных АТС. Другими словами, зарубежные нормы — для нас пока лишь ориентир, перспектива. Но стремиться к ним, естественно, нужно. Причем обязательно учитывая опыт в этой области таких стран, как США.

Там, например, при регулировании уровней топливной экономичности выпускаемых в стране и импортируемых легковых и грузовых автомобилей малой грузоподъемности, превалирующих в производстве и парке страны, исходят именно из реальных технических, практических и политических возможностей обеспечить нужные допустимые перспективные уровни топливной экономичности. При этом технически достижимое улучшение топливной экономичности оценивается с учетом реальности внедрения новейших технологий, не нарушающих требования безопасности и экологии. А при оценке практически достижимого улучшения, т. е. основной задачи, для решения которой и предназначена система государственного регулирования, рассматривается не столько техника, сколько экономика (материальные затраты), социальная политика и просто политика.

У нас все эти вопросы пока в зачаточном состоянии, а что касается возможности обеспечить затраты, связанные с совершенствованием техники, здесь возможности практически отсутствуют. Поэтому, повторяем, нам пока доступен лишь один путь нормирования перспективных допустимых уровней топливной экономичности АТС — путь сокращения и постепенного исключения разрыва в показателях топливной экономичности между АТС российского производства и их аналогами производства стран дальнего зарубежья. (С учетом предполагаемых темпов повышения технического уровня последних, разумеется.)

Изложенные выше результаты исследования достигнутых уровней топливной экономичности позволили установить среднюю степень отставания по топливной экономичности АТС производства стран СНГ от их аналогов производства стран дальнего зарубежья

(табл. 3). Но опять же, надо иметь в виду, что зарубежные фирмы тоже не стоят на месте.

Так, в конце 1980-х годов предполагалось, что уровень топливной экономичности АТС производства США к 1995 г. в целом повысится, по сравнению с 1988 г., на 20 % (т. е. ежегодное улучшение на 3 %), а к 2000 г. — на 45 %. В период же 1990—2010 гг. легковые автомобили станут экономичнее на 44 %, грузовые — на 11 %, т. е. среднегодовое повышение топливной экономичности составит 2,2 и 0,55 % соответственно. И этот прогноз в целом оправдывается: темпы снижения допустимого расхода топлива легковыми автомобилями за период 1980—1990 гг. составили ~10 %, т. е. ~2 % в год.

Правда, у наших АТС темпы примерно такие же. Даже чуть выше. И, видимо, не будет ошибкой, если на период до 2010 г. их принять равными 2,5 (легковые автомобили) и 0,8 % (грузовые автомобили) в год. Причем особый рывок нужно сделать по легковым автомобилям.



Одним из мероприятий, посвященных 30-летию начала выпуска автомобилей на Волжском автозаводе, стала арктическая экспедиция, организованная ОАО "АвтоВАЗ" и его дочерней фирмой ПСА "Бронто". Автомобиле-снегоболотоходу "Марш" (ВАЗ-1922) на шинах сверхнизкого давления предстояло преодолеть более 800 км по льду океана и достичь Северного полюса.



К сожалению, необычайно теплая весна внесла свои коррективы: за неделю автомобиль прошел лишь 101,75 км (фактически, по спидометру, — более 300). Обилие трещин, разводий, перемещение льдов заставили снять его с маршрута и перебросить на ледовую базу Борнео по воздуху, откуда вновь своим ходом "Марш" добрался до полюса.

Несмотря на все трудности экспедиции снегоболотоход показал

себя с наилучшей стороны, продемонстрировав отличную проходимость и высокую надежность. Примечательно, что из-за нелетной погоды "Маршу" пришлось своим ходом пройти отрезок от мыса Арктический до острова Средний (220 км), который планировалось преодолеть на вертолете. В общей сложности пробег автомобиля по Северному Ледовитому океану составил ~560 км.

Очередной международный автомобильный фестиваль "Экзотика" пройдет 7—9 июля 2000 г. на Тушинском аэродроме в Москве. В фестивале примут участие автолюбители, коллекционеры и автомобильные клубы со всей России, из

стран ближнего зарубежья, автомобильные музеи, фирмы, занимающиеся реставрацией автомобилей-ветеранов, тюнингом современных моделей и постройкой уникальных автотранспортных средств, а также дилеры ряда зарубежных производителей автотехники и автомобильной аудиоаппаратуры.

Фестивали "Экзотика" проводятся регулярно, во вторые выходные дни июля, и неизменно вызывают большой интерес любителей автотехники. Так, в прошлом году за три дня работы мероприятие посетили около 25 тыс. чел. Не случайно фестиваль был признан вторым "Автомобильным шоу года" (после выставки "Автосалон-99").

"МОТОР-ШОУ-2000"

6-я Московская международная автомобильная выставка
23—27 августа 2000 г.

Выставочный комплекс
на Красной Пресне в г. Москве

Организаторы: ОАО "АСМ-холдинг" (Россия) и ITE Group Plc. (Великобритания)

На выставке "Мотор-шоу-2000" будут представлены:

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

С заявками на участие в выставке "МОТОР-ШОУ-2000"

обращаться в Центр международных автомобильных выставок:

103895, г. Москва, ул. Кузнецкий Мост, 21/5. ОАО "АСМ-холдинг". Офис 5-076.

Тел.: (095) 928-9464, 921-6001, 925-5179. Тел./факс: (095) 926-0498. Факс: (095) 926-0203, 926-0619.



УДК 629.093

ГРАЖДАНСКИЙ БРОНЕАВТОМОБИЛЬ: КАКИМ ЕМУ НУЖНО БЫТЬ?

Кандидаты техн. наук Э. Н. НИКУЛЬНИКОВ,
М. Е. ВАЙСБЛЮМ, Ю. В. ГАЛЕВКО и А. Д. ДАВЫДОВ;
А. А. БАРАШКОВ, О. В. МЕЛЬНИКОВ, Н. В. НЕВСКИЙ,
Г. Н. КОПНИН

НИЦИАМТ

Вопрос, поставленный в заглавии данной статьи, на первый взгляд, звучит риторически, поскольку технические требования к этим АТС разработаны и действуют в странах Западной Европы, США, Канаде. Есть они и в России. Это ОСТ 37.001.0519—96 "Транспортные средства для перевозки денежной выручки и ценных грузов. Технические требования. Методы испытаний", в котором оговариваются требования к активной, пассивной, экологической безопасности и обзорности, а также специальные требования к таким АТС. Однако если внимательно проанализировать реальные конструкции, то вопрос вполне уместен. Дело вот в чем: любой гражданский броневедомобиль выполняется на базе серийных шасси, но в них вносятся столько изменений, что его показатели становятся совершенно другими.

Возьмем, к примеру, массу. У броневедомобилей она часто превышает то предельное значение, на которое рассчитано базовое шасси. Кроме того, в большинстве случаев увеличивается высота расположения центра масс, изменяется "развесовка" по осям, иногда заметно ухудшаются условия охлаждения тормозных механизмов, что не только увеличивает потребные для торможения усилия на педали тормоза, но и снижает эффективность торможения, а иногда — и устойчивость при торможении. Ведь у броневедомобилей тормозные механизмы из-за увеличенной его массы зачастую не имеют запаса по мощности.

Бронирование может также стать причиной нарушений в работе АБС, поскольку оно изменяет жесткостные характеристики подвески или заставляет применять шины другой размерности.

Все перечисленные и не названные здесь случаи говорят об одном: серийное шасси перед установкой на него бронированного кузова требует доработки. Какой конкретно, устанавливается в процессе испытаний в соответствии с требованиями Правил № 13 (тормоза) и № 51 с поправкой "2" (требования к шумности при работе агрегатов пневмосистемы).

Понятно, что для такого рода испытаний нужны хорошие лабораторная база и дорожные сооружения.

Во всяком случае, не хуже тех, что имеются в НИЦИАМТе. Например, динамометрическая дорога с асфальтобетонным покрытием (оценка эффективности рабочей и запасной тормозных систем), уклоны на 12, 16, 18 и 30 % (оценка стояночного тормоза) и 4, 6, 8 и 10 % (оценка моторного тормоза). Не обойтись и без комплекса дорог, предназначенного для оценки работы АБС и представляющего собой набор участков (рис. 1) с различными коэффициентами сцепления (шероховатый цементобетон, базальтовая плитка, заглаженный цементобетон, асфальтобетон), который в сочетании с водополивом с помощью напольных форсунок позволяет получать высокостабильные значения коэффициентов сцепления в диапазоне от 0,15 до 0,8.

Точно так же не обойтись и без шинного тестера (рис. 2), позволяющего оценивать стабильность дорожных покрытий, измеряя коэффициенты их сцепления в зависимости от скольжения колеса, и многих других современных испытательных приборов с высокими метрологическими характеристиками.

Как уже упоминалось, бронирование базовых шасси влияет на показатели управляемости и устойчивости, причем практически всегда изменяет их в худшую сторону. Потому что увеличивает не только высоту центра масс (например, у АТС категорий M_1 и N_1 — на 3—12 %, у категорий N_2 и N_3 — на 5—12 %), но и моменты инерции вокруг вертикальной оси. Это снижает показатели устойчивости и управляемости броневедомобилей, ведет к росту усилий на его рулевом колесе. Да так, что в ряде случаев требует серьезной доработки



Рис. 1

конструкций (установки стабилизаторов поперечной устойчивости и гидроусилителя рулевого управления, ужесточения подвесок, замены моделей шин, оптимизации давления в них) и всегда предъявляет повышенные требования к водителю, его способности прогнозировать изменения дорожных ситуаций, выбирать безопасные скорость, дистанцию и траекторию движения в штатных, особенно критических ситуациях.

Таким образом, производитель, хочет он того или нет, должен, повторяем, дорабатывать шасси под свой броневедомобиль или вводить определенные ограничения на его эксплуатацию. Для этого ему прежде всего нужно на стенде (рис. 3) определить статическую устойчивость против опрокидывания, а при дорожных испытаниях промоделировать типичные ситуации по объезду препятствия (испытания "переставка" на участке протяженностью 20 м), превышение допустимой скорости при входе в поворот малого радиуса (испытания "поворот" с радиусом 35 м) и штатные режимы движения на дорогах различного профиля, включая горную дорогу, подъемы различной крутизны, специальные дороги и имитацию городского цикла движения. И если окажется, что устойчивость и управляемость не соответствуют требованиям нормативных документов для обычных АТС, то такой броневедомобиль нельзя выпускать на дороги общего пользования.

Далее. Броневедомобиль, в силу своего назначения, может эксплуатироваться в более форсированных режимах движения, чем автомобиль общего назначения. Значит, и последствия ДТП здесь могут быть более тяжелыми. В то же время известно, что конструктивно обеспечить даже нормальный, а тем более повышенный уровень защиты экипажа броневедомобиля значительно труднее: у него, как упоминалось, больше масса (следовательно, выше энергия столкновения), жестче детали интерьера, поскольку бронирование — чаще всего внутреннее и, как правило, без энергопоглощающих панелей внутренней обивки. К тому же ударно-прочностные характеристики базовых шасси не рассчитаны на то, что на них будет бронирование.



Рис. 2

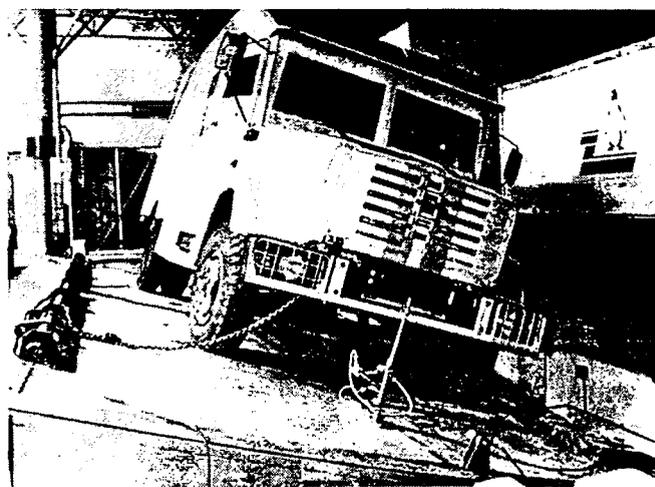


Рис. 3

Но с физической точки зрения защитить человека при столкновении — значит остановить его тело, движущееся вместе с автомобилем от какой-то начальной скорости движения до конечной (обычно нулевой), т. е. поглотить его кинетическую энергию. Работа, затрачиваемая на это, равна произведению силы удержания на путь. Причем очевидно, что сила удержания не должна превышать пределы биомеханических и физиологических возможностей человека. Следовательно, у конструктора остается только один параметр, который он может варьировать. Это путь, на протяжении которого тормозится тело человека. А он, как известно, определяется деформацией (растяжением) защитной системы и частично — деформацией кузова автомобиля.

Первый из параметров ограничен международными стандартами: на уровне контрольной точки груди защитная система не должна растягиваться более чем на 300 мм, а на уровне контрольной точки таза — более чем на 200 мм. Кроме того, экипаж при общем допустимом уровне нагрузок не должен получать локальных травм.

Именно из этой физической модели исходят Правила № 11, 12, 14, 16, 17, 21, 94 и 95 ЕЭК ООН (концепция защищенного жизненного пространства внутри автомобиля и травмобезопасности при контакте с интерьером, т. е. защиты от локальных травм). Однако, к сожалению, ряд процедур оценки безопасности конструкции броневедомобиля (фронтальное столкновение, наезд сзади, сбоку, опрокидывание) Правила и российская система обязательной сертификации не предусматривают, так как считается, что броневедомобили выпускаются малыми партиями, поэтому разрушение нескольких из них в процессе испытаний значительно увеличило бы стоимость всей партии. Тем более что они создаются на базе серийных конструкций, которые прошли полный комплекс оценки безопасности. В итоге получается: безопасность нужна, но требований к ней нет.

Чтобы заполнить эту брешь, НИЦИАМТ разработал метод экспертной оценки показателей пассивной безопасности рассматриваемых броневедомобилей

(внутренняя и внешняя травмобезопасность, способ закрепления бронепанелей и предотвращение их смещения при столкновениях и опрокидывании, прочность крепления бронезузова к раме).

Было у НИЦИАМТа и такое предложение: каждому производителю испытать свой броневедомобиль на фронтальное столкновение. Но не новый, а уже вышедший свой ресурс, что снизит стоимость испытаний, даст нужную информацию и позволит принять меры, исключающие судебные иски по случаям тяжелых травм от ДТП. И предложение нашло отклик: именно по такому пути пошло ОАО "Бронто", которое уже испытало два своих броневедомобилей ВАЗ-212182 (рис. 4) методом фронтального столкновения.

Вопрос вопросов — пожарная безопасность броневедомобилей.

Так, совершенно ясно, что топливные баки этих АТС нужно защищать броней или выполнять взрывобезопасными. Все остальные элементы топливной системы также желательно бронировать (моторный отсек — по усмотрению заказчика), аккумуляторные батареи — устанавливать в защищенных местах, места наибольшей пожарной опасности — оборудовать автоматическими системами пожаротушения, возможно шире использовать "негорючие" материалы. И очень важно помнить: двигатели, работающие на газе и газовых смесях, для броневедомобилей — "запретная зона".

Пока все перечисленное — лишь рекомендации. Но с 2000 г. в систему сертификации вводятся испытания по Правилам № 94 (фронтальное столкновение) и Правилам № 95 (боковое столкновение). То есть такие испытания становятся обязательными, их результаты будут основой доводки конструкции.

Передняя и задняя обзорность — тоже серьезная проблема броневедомобилей. Например, в США, проведя экономический анализ и подсчитав затраты от внедрения стандарта по передней обзорности, отказались от нормирования данного показателя не только в отношении броневедомобилей, но и всех АТС. Страны же Западной Европы имеют нормативные документы по передней обзорности (директивы № 649, 317, 318 и 366 ЕЭС), правда, касающиеся только транспортных средств категории M_1 . Россия занимает более активную позицию: требования по передней обзорности

разработаны для всех категорий обычных АТС (ГОСТ Р 51266—99) и броневедомобилей (ОСТ 37.001.519—96). В частности, последний устанавливает, что у бронированных автомобилей угловые величины непрозрачных зон, создаваемых стойками, допускаются несколько большие, чем у автомобилей общего назначения (до 01.01.99. — 20°, после — 11°). Вместе с тем в отношении степени очистки нормативных зон послаблений не сделано. Как и в отношении размеров зон боковой обзорности вниз. Что, конечно, усложняет жизнь производителям. Во-первых, если кузов броневедомобилей оригинальный, с оригинальными же световыми проемами окон, то, как правило, приспособить к нему элементы систем стеклоочистки, разработанных для другого светового проема, не удается: степень очистки нормативных зон оказывается ниже требуемой. Во-вторых, если бронируется серийный автомобиль, то рамки бронестекол получаются слишком широкими и в световой проем окна нормативная зона не может поместиться. В-третьих, бывает так, что базовое шасси само не соответствует требованиям ГОСТ Р 51266—99. Естественно, бронированные варианты повторяют все "болезни" своих родоначальников (типичный пример — броневедомобилей на базе автомобилей УАЗ).

Чтобы избежать перечисленного, нужно уже на стадии разработки консультироваться со специалистами, тем более что в этой области накоплен достаточно большой опыт, позволяющий в каждом конкретном случае дать предприятию-изготовителю четкие рекомендации по расположению и размерам световых проемов передних окон, максимальной ширине основных боковых стоек, размерам и кинематике элементов системы стеклоочистки, размерам и расположению боковых окон.

С задней обзорностью броневедомобилей проблем меньше: ее, как и везде, обеспечивают зеркала заднего вида. Важно лишь добиться, чтобы эти зеркала попадали в световой проем боковых окон, были полностью видны из кабины и приспособлены к регулированию положения с рабочего места водителя.

С точки зрения экологической безопасности броневедомобилей не выпадают из общего ряда автотранспортных средств. Например, дизельные их модифика-

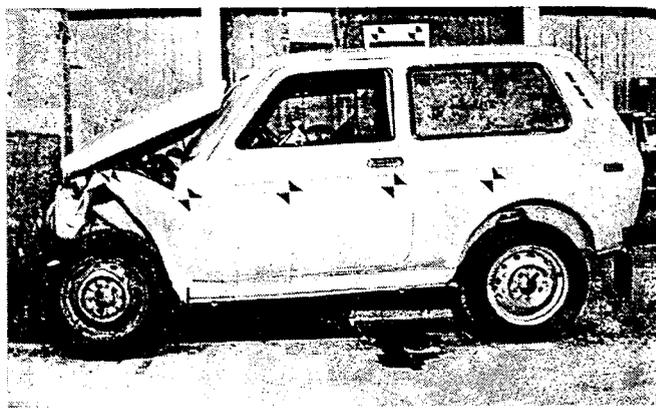
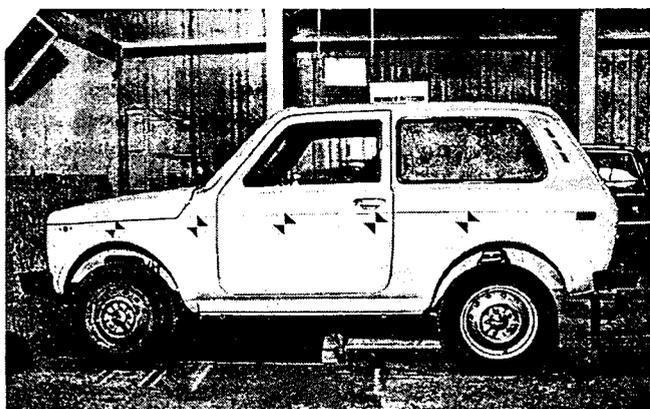


Рис. 4

ции по дымности отработавших газов должны отвечать требованиям Правил № 24—03 ЕЭК ООН; по выбросам вредных веществ категорий M_1 и M_2 с бензиновыми двигателями и дизелями — Правил № 83—02, категорий N_2 и N_3 с бензиновыми двигателями — ГОСТ 17.2.2.03—87, но только на режимах холостого хода, а с дизелями — Правил № 49—02. Однако это совсем не означает, что их экологическую безопасность проверять не нужно, поскольку базовые шасси уже просертифицированы. Все дело в том, что бронирование часто переводит АТС в другую категорию (скажем, при необходимости оснащать его более мощным двигателем).

Содержание вредных веществ в салонах и кабинах бронеавтомобилей должно соответствовать нормам ГОСТ 12.1.005—88; нет особых требований к бронеавтомобилям и в отношении внутреннего и внешнего шумов. Зато к ним предъявляется ряд специальных требований: к стойкости бронезащиты при обстреле из огнестрельного оружия (пулестойкость), установке государственных регистрационных знаков (ГОСТ Р 509577—93), окраске, проблесковому маячку, громкоговорящей установке и сирене (ГОСТ Р 50574—93) и др.

Так, бронезащита автомобиля для инкассации, согласно ОСТ 37.001.519, должна быть не ниже класса 1, т. е. исключать поражение экипажа от выстрелов из пистолета. При этом бронирование крыши может отличаться в худшую сторону от вертикального брони-

рования не больше, чем на один класс. В то же время необходимость бронирования пола и моторного отсека определяется заказчиком. А вот требования к конструкции броневой защиты после выбора ее уровня определяет уже ГОСТ Р 50963—96.

Таким образом, на вопрос "каким нужно быть бронеавтомобиле?" ответ однозначен: соответствующим требованиям нормативных документов, оговоренных в первую очередь системой сертификации. Однако итоги отечественной сертификации этих АТС свидетельствуют, что такое соответствие наблюдается, к сожалению, не всегда. И виной тому — не только их производители.

Во-первых, до сих пор и отечественное, и мировое автомобилестроение не располагает аргументированной нормативной базой, которая регламентирует создание бронеавтомобилей, отвечающих требованиям безопасности (активной, пассивной, обзорности, экологии), надежности и др. Во-вторых, проектируют и выпускают эту технику фирмы, не обладающие достаточным опытом (следовательно, и специалистами) конструирования и создания технологий изготовления таких сложных АТС, что неизбежно приводит к несоблюдению общепринятых основ проектирования автомобиля.

Конечно, все перечисленное — болезни роста. Но их надо изживать. И чем скорее, тем лучше.

УДК 621.43

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ДИЗЕЛЯ

Канд. техн. наук Е. В. КУЗНЕЦОВ

Могилевский машиностроительный институт

Несмотря на многолетний опыт проектирования, производства и эксплуатации дизелей, у них еще есть резервы для совершенствования. И не только совершенствования конструкции, технологии изготовления и качества применяемых материалов, но и рабочего процесса. Правда, реализовать последние традиционными методами, т. е. основываясь на средних термодинамических параметрах, получаемых расчетно-эмпирическим путем в отдельных точках индикаторной диаграммы, становится все труднее, поскольку данные методы дают существенные погрешности при принятии проектных решений, требуют дорогостоящих и длительных натурных исследований. Поэтому специалисты все чаще обращаются к методу математического моделирования рабочего процесса ДВС. Одна из таких моделей, при создании которой были использованы основные законы термодинамики, химической кинетики, гидравлики и механики, рассматривается ниже.

Рабочий процесс дизеля состоит, как известно, из нескольких фаз, первая из которых — впуск, процесс наполнения цилиндра свежим зарядом.

Этот процесс, в принципе, можно исследовать с помощью модели с распределенными параметрами. Од-

нако придется решать довольно сложную краевую задачу. Вместе с тем известно также: массовое наполнение цилиндра можно оценить с использованием модели с сосредоточенными переменными параметрами, что гораздо проще. На этом и остановились разработчики рассматриваемой математической модели.

Порядок определения параметров (рис. 1) рабочего тела при впуске следующий.

Масса m_b воздуха в цилиндре есть, очевидно, сумма той его части (m'_b), которая поступает "обычным порядком", и той части (dm_b), которую обеспечивает инерционный наддув, т. е. $m_b = m'_b + dm_b$.

Первое слагаемое в этой сумме равно произведению плотности ρ_b воздуха на объем V цилиндра над поршнем. В свою очередь, плотность воздуха есть функция среднего давления p в цилиндре, температуры T и газовой постоянной R_b воздуха, а масса воздуха, подаваемого за счет инерционного наддува, пропорциональна ρ_b , площади A_n поршня и приращению dx_b (скорость) перемещения воздуха. Таким образом, можно записать: $m_b = \rho_b V + \rho_b A_n dx = \rho_b (V + A_n dx)$.

Это и будет модель процесса впуска. В ней, как видим, есть переменная dx_b . Как и всякую скорость, ее можно определить, интегрируя дифференциальное уравнение ускорения типа $\ddot{x} = F/m$. Только в нашем случае роль силы F играет сумма упругой силы (F_y) входящего в цилиндр воздуха, диссипативной силы ($F_{дл}$), зависящей от его перемещения линейно, и диссипа-

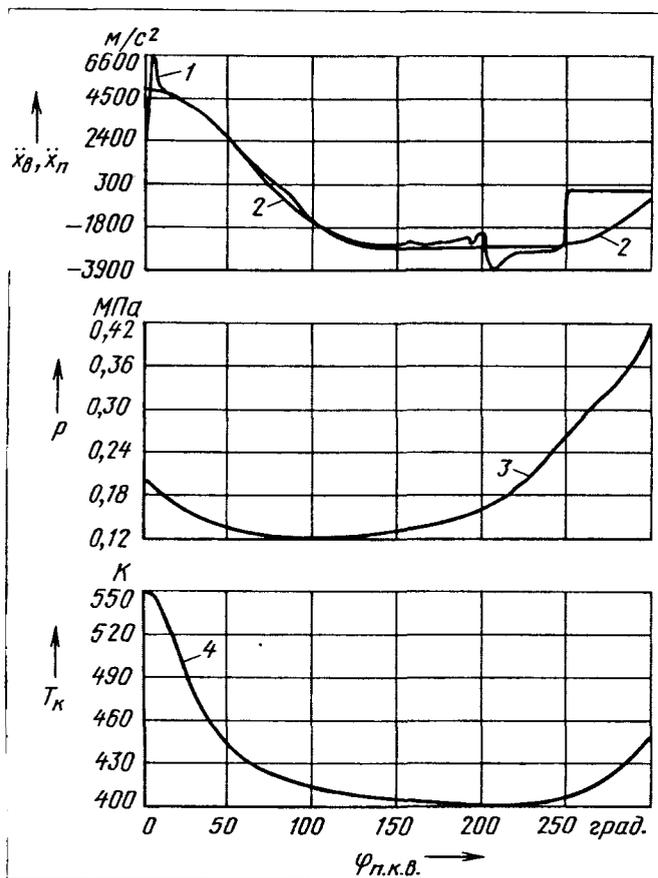


Рис. 1

тивной ($F_{д2}$) силы, зависящей от квадрата перемещения. Под массой же понимается сумма масс воздуха, остаточных газов и топлива в цилиндре и во впускной трубе.

Формулы для вычисления сил приведены в таблице.

Вторая фаза рабочего процесса — такт сжатия. При его моделировании показатель n_{i1} политропы и температура T_i смеси воздуха с остаточными отработавшими газами вычисляются по дискретам, "поворачивая" коленчатый вал на угол $d\varphi$, который соответствует интервалу времени (шагу интегрирования) dt . Расчетные формулы приведены в той же таблице.

Результаты моделирования рабочего процесса и хорошо изученного дизеля "Камминз КТТА 19-С" на режиме номинальной мощности приведены на рис. 2. Расчеты показали, что коэффициент наполнения у него равен 0,99, а коэффициент избытка воздуха — 1,7. Это свидетельствует о довольно хорошей организации его рабочего процесса.

Из рисунка видно, что воздух (кривая 2) при впуске начинает разгоняться с некоторым запаздыванием по отношению к движению поршня (кривая 1), т. е. после ВМТ, несмотря на то, что впускной клапан начинает открываться до нее. (Происходит это, видимо, потому, что в конце предыдущего такта (выпуск) отработавшие газы попадают во впускную трубу.) Вблизи же НМТ движение воздуха в цилиндре и во впускной трубе носит ярко выраженный колебательный характер.

Видно и то (кривая 3), что после $\varphi_{п.к.в.} > 100^\circ$ начинается заметный рост давления P . Причины: уменьшение $\dot{x}_п$ и увеличение $\dot{x}_в$, связанные с инерционным наддувом.

После закрытия впускного клапана ($\varphi_{п.к.в.} > 230^\circ$) начинается процесс сжатия, рост давления наблюдается раньше — при $\varphi_{п.к.в.} > 210^\circ$, что также можно объяснить инерционным наддувом.

Температуру рабочего тела при впуске иллюстрирует кривая 4. Как видим, до начала процесса сжатия она уменьшается, что вполне объяснимо: свежий заряд охлаждает остатки отработавших газов предыдущего цикла. Кроме того, часть их теплоты уходит в охлаждающую жидкость через стенки цилиндра.

Рабочий процесс, естественно, не ограничивается воздухом. В нем участвует и топливо.

Его массу, соответствующую цикловой подаче на один цилиндр за каждый интервал времени dt , можно и нужно считать равной произведению массового расхода (g_T) через форсунку на интервал времени dt .

Подача топлива и его воспламенение есть третья фаза рабочего процесса. И здесь нужно смоделировать два момента — период τ_i задержки воспламенения и среднюю скорость v_i сгорания на каждом шаге (dt) интегрирования, применив закон Аррениуса (см. таблицу).

Расчеты показали, что для дизеля "Камминз КТТА 19-С", работающего на режиме номинальной мощности, $\tau_i = 1,7$ мс, а наибольшая скорость реакции $v_{r \max} = 0,24$ кг/с. Причем оба показателя весьма резко реагируют даже на незначительные изменения угла опережения впрыскивания топлива.

Масса dm_f сгоревшего за период dt топлива, очевидно, равна произведению средней скорости V_{fi} реакции горения на длительность этого периода. Но здесь, что также очевидно, существуют два ограничения — по на-

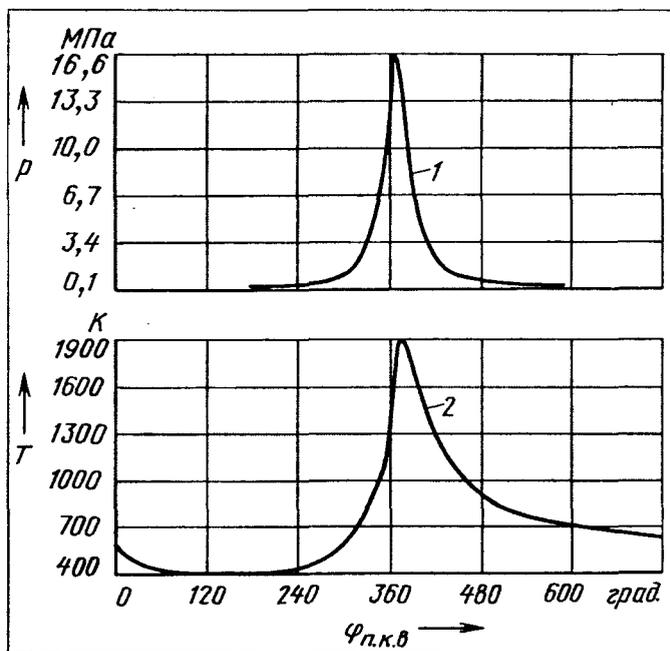


Рис. 2

№ п/п	Параметр	Расчетная формула	Примечания
1	m'_b	$m'_b = \rho_b V = \rho V / (R_b T)$	—
2	F_y	$F_y = c_b (x_n - x_b)$	c_b — коэффициент жесткости воздуха; x_n — перемещения поршня; x_b — перемещения воздуха
3	F_{g1}	$F_{g1} = \xi_1 (\dot{x}_n - \dot{x}_b)$	ξ_1 — суммарный коэффициент линейных потерь, учитывающий потери энергии воздуха на трение о стенки цилиндра и впускного трубопровода
4	F_{g2}	$F_{g2} = \text{sign}(\dot{x}_b) \xi_2 (\dot{x}_n - \dot{x}_b)^2$	ξ_2 — суммарный коэффициент квадратичных потерь, учитывающий потери за счет дросселирования воздуха впускным клапаном (клапанами)
5	n_{1i}	$n_{1i} = k_1 + k_2 T_i$	k_1, k_2 — коэффициенты регрессии, причем в начале процесса сжатия $k_1 = k_{i-1}$
6	T_i	$T_i = T_{i-1} (V_{i-1} / V_i)^{n_{1i}-1}$	T_{i-1} и V_{i-1} — соответственно температура и объем рабочего цилиндра в начале интервала времени dt
7	τ_i	$\tau_i = k_2 e^{k_3/T} / \sqrt{P}$	k_2, k_3 — коэффициенты регрессии, зависящие от типа смесеобразования (объемное, объемно-пленочное и т. д.)
8	v_{ri}	$v_{ri} = k_4 \sqrt{P} e^{T_i/k_5}$	k_4, k_5 — коэффициенты регрессии, причем k_4 зависит от концентрации топлива в цилиндрах, а k_5 — от тех же параметров, что k_2 и k_3
9	dQ	$dQ = H_{11} dm_r$	—
10	mc_b	$mc_b = k_6 + k_7 T_i$	k_6, k_7 — коэффициенты регрессии
11	μ_b	$\mu_b = k_r dm_r / R_b$	—
12	T_ϕ	$T_\phi = dQ / (mc_b \mu_b)$	—
13	$T_{\phi i}$	$T_{\phi i} = \frac{(k_r + 1)m_2 T_\phi + (m_b + m_r + m_\tau) T_{i-1}}{(k_r + 1)m_r + m_b + m_r + m_\tau}$	—
14	n_{2i}	$n_{2i} = \frac{k_8 m_b + k_9 m_r}{m_b + m_r} + k_{10} T_i$	k_8, k_9, k_{10} — коэффициенты регрессии, причем $k_8 = 1,4$ — показатель адиабаты для воздуха при температуре начала сжатия; k_9 — показатель адиабаты для трехатомных газов (продуктов сгорания)
15	μ	$\mu = k_{11} - k_{12} \alpha$	α — коэффициент избытка воздуха; k_{11} и k_{12} — коэффициенты регрессии
16	μ_r	$\mu_r = R_b / \mu$	—
17	ρ_r	$\rho_r = P \mu_r / RT_i$	R — универсальная газовая постоянная
18	v_r	$v_r = \text{sign}(\delta_p) \frac{\xi_3}{A_2 \sqrt{\rho_r}} \sqrt{2\delta_p}$	δ_p — разность между давлениями в цилиндре и окружающей среде; ξ_3 — суммарный коэффициент сопротивления на выпуске; A_2 — площадь пропускного сечения впускного клапана (клапанов)
19	Q_r	$Q_r = v_r A_2$	—
20	Δm_b	$\Delta m_b = m_b - \frac{dV_r P_r m_b}{m_b + m_\tau + m_r}$	—
21	Δm_τ	$\Delta m_\tau = m_\tau - \frac{dV_r P_r m_\tau}{m_b + m_\tau + m_r}$	—
22	Δm_r	$\Delta m_r = m_r - \frac{dV_r P_r m_r}{m_b + m_\tau + m_r}$	—
23	T	$T = T_i + \alpha_i \Delta T A_y dt$	ΔT — разность температур стенки камеры сгорания и рабочего тела; A_y — площадь теплоотдачи рабочего тела
24	P	$P = (m_b R_b + m_r R_r + m_\tau R_\tau) T / V_i$	V_i — объем над поршнем

лично в цилиндре, во-первых, воздуха ($dm_{\tau r} = m_b/k_r$ при $dm_{\tau r} \geq m_b/k_r$) и, во-вторых, топлива ($dm_{\tau r} = m_\tau$ при $dm_{\tau r} < m_\tau$). (Здесь k_r — стехиометрический коэффициент реакции окисления топлива.)

Зная массу сгоревшего за промежуток времени dt топлива и низшую теплоту H_{11} его сгорания, легко вычислить их произведение, т. е. количество dQ выделившейся при этом теплоты.

Далее определяем теплоемкость воздуха mc_b около факела, количество израсходованных на реакцию молей воздуха μ_b , температуры в факеле T_ϕ и средние температуры $T_{\phi i}$ газов в цилиндре (см. таблицу).

Заключительная фаза рабочего процесса — такт расширения. Для его моделирования используется формула 6 таблицы, только вместо показателя политропы n_{1i} сжатия берется показатель n_{2i} расширения (формула 14).

Вычисляются коэффициент молекулярного изменения μ , масса одного моля отработавших газов μ_r и их средняя плотность ρ_r (формулы 15, 16 и 17 в таблице), скорость v_r истечения отработавших газов через выпускной клапан на каждом шаге интегрирования (формула 18), расход Q_r газов через клапан (формула 19), а также масса каждого компонента (воздуха Δm_b , топлива Δm_τ и отработавших газов Δm_r), оставшегося в цилиндре при выпуске за время dt (формулы 20, 21, 22).

Кроме того, на каждом шаге dt , вне зависимости от процесса, корректируется температура T и вычисляется давление P в цилиндре (формулы 23 и 24).

Полученные при моделировании рабочего процесса двигателя "Камминз КТТА 19-С" на номинальном режиме его работы давления (кривая 1) и температуры (кривая 2) приведены на рис. 2.

Адекватность рассмотренной модели проверена по отношению и к другим дизелям — Д240, Д-245, Д-245.3, ЯМЗ-236, ЯМЗ-845.1. Во всех случаях расчет очень хорошо соответствовал результатам эксперимента. Например, для того же двигателя "Камминз" на режиме номинальной мощности (519 кВт, или 705 л. с.)

средний эффективный крутящий момент составил 2370 Н·м (245 кгс·м); удельный расход топлива — 210 г/(кВт·ч), или 154 г/(л. с.·ч), что с точностью до 2 % соответствует экспериментальным данным фирмы-изготовителя.

И последнее. Данная модель используется, конечно, не только для расчетной оценки той или иной модели конструкции конкретного двигателя (что, в общем, тоже нужно) на стадии производства. С ее помощью можно оптимизировать параметры фаз газораспределения, подачи топлива, кривошипно-шатунного механизма и т. д. Причем делать это уже на стадии проектирования дизелей.

ТРАНСМИССИИ. ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ

Давно замечено, что всякая эволюция происходит скачками, в том числе эволюция техническая. Найдя удачное решение, производитель доводит его до совершенства, а потребитель перестает "замечать" исправно работающие узел или систему. Между тем конструкторская мысль не стоит на месте, работая над техникой нового поколения. О тенденциях развития автомобильных трансмиссий рассказывают в своих материалах постоянные авторы "АП".

УДК 681.3:629.114.4-235

Концепция интеллектуальной системы управления гидромеханической трансмиссией АТС

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

Могилевский машиностроительный институт

В автоматизации управления гидромеханическими трансмиссиями (ГМТ) современных автотранспортных средств наметилось новое направление — постепенное освоение интеллектуальных систем. Такие системы уже делают фирмы "Бош" (Германия), "Тойота", "Ниссан" (Япония), "Дженерал Моторс" (США) и др. На бортовые компьютеры и микропроцессорные системы управления они помимо традиционных для этих устройств функций (управление, контроль, защита и диагностика) возлагают и дополнительные, облегчающие интеллектуальный труд оператора (принятие быстрых и правильных решений в сложной обстановке, мгновенное реагирование на любые изменения внешних воздействий, непрерывный анализ и оценка текущих дорожных условий, прогнозирование и предотвращение экстремальных и непредвиденных ситуаций, выдача советов и рекомендаций по оптимальному управлению транспортным средством и т. д.). Естественно, фирмы дают очень скудную информацию о схемных и конструктивных решениях, использованных в их интеллектуальных системах управления, а также об алгоритмах функционирования последних. Это означает, что наши разработчики систем аналогичного назначения воспользоваться зарубежным опытом не могут. Следовательно, нам нужна собственная концепция интеллектуальной системы управления гидромеханической трансмиссией АТС (ИСУ ГМТ),

позволяющая разрабатывать алгоритмы для отечественных систем. Причем здесь нет необходимости начинать "с нуля". Дело в том, что большой опыт проектирования и использования интеллектуальных систем есть в других отраслях науки и техники (радиоэлектронике, робототехнике и т. д.).

Начнем с самого понятия "искусственный интеллект". Применительно к технической сфере — это моделирование "человекоподобных" алгоритмов поведения технической системы, т. е. воссоздание с помощью технических устройств (ЭВМ) разумных "рассуждений" и действий. В нашем случае — при решении задач управления гидромеханической трансмиссией. Известный французский специалист в области искусственного интеллекта Ж.-Л. Лорьер отметил, что "всякая задача, для которой неизвестен алгоритм решения, априори относится к искусственному интеллекту".

Второй вопрос: в чем отличия систем искусственного интеллекта от неинтеллектуальных систем? Они в следующем: информация обрабатывается и используется в форме символов (буквы, слова, предложения, знаки, изображения); эта информация многозначна, нечетка и зачастую противоречива; система самостоятельна при принятии решений и свободна при выборе информации; задачи она решает эвристическими приемами, применяя элементы творчества. Некоторые авторы, отвечая на этот вопрос, формулируют ответ таким образом: под интеллектуальной следует понимать техническую систему, способную осваивать понятия, не зависящие от "опыта" и "знаний", а также строить такие сложные операции, как абстракция (концептуализация рассматриваемых фактов) и обобщение (поиск формы или общих свойств для многих понятий с целью получения более обобщенного понятия).

Вопрос третий: в каких направлениях развиваются современные интеллектуальные системы? Таких направлений три: разработка оригинальных задач и методов их решения, способных дать результаты, подоб-

ные тем, которые дает человек; создание интеллектуальных систем, ориентированных не на решение конкретных задач, а на автоматическое построение программ, способных решать такие задачи; проектирование средств и методов, позволяющих по описанию задачи на естественном языке с помощью имеющихся программных модулей построить как нужную программу, так и интеллектуальное программное обеспечение в целом. Причем эти направления развиваются не только вообще, но и по конкретным проблемам. В том числе и по проблеме интеллектуализации управления трансмиссиями АТС. Эта работа идет в двух аспектах — тактическом и стратегическом.

Тактический аспект связан с разработкой систем на уровне адаптивной САУ с элементами интеллектуально-информационного обмена, которая обеспечивает обмен информацией и диагностику по стандартным программам (например, выдает на табло коды неисправностей элементов и узлов), дает рекомендации и советы водителю, если он нарушил (не соблюдает) правила эксплуатации автомобиля; автоматически корректирует или перенастраивает программу управления гидромеханической передачей при изменении условий движения; принимает четкие стандартные решения в типовых ситуациях и режимах в соответствии с заложенными алгоритмами (например, аварийное отключение двигателя или включение вспомогательной тормозной системы в экстремальных обстоятельствах).

Стратегический же аспект процесса интеллектуализации предполагает разработку систем, способных управлять трансмиссией на качественно новом уровне — уровне "рассуждений" и "осмысленного" принятия решений. Это прогнозирование нештатных ситуаций и предупреждение необоснованных и опасных действий водителя; визуализация и распознавание ландшафта местности, обнаружение препятствий и помех при движении; самодиагностика (обнаружение и различение неисправностей с выявлением их причин на основании обработки и анализа выходной информации); самообучение алгоритмам рационального (оптимального) управления как трансмиссией, так и АТС в целом; улучшение и воссоздание алгоритмов собственного управления.

Вопрос четвертый: какой должна быть последовательность разработки самих интеллектуальных систем управления трансмиссией и синтеза их алгоритмов? Ответ на него можно свести, на наш взгляд, к следующему: система и алгоритм ее функционирования разрабатываются одновременно, но поэтапно, по принципу "от простого к сложному". Таких этапов (иерархических уровней) должно быть как минимум четыре.

На первом из них создается система, соответствующая нижнему (нулевому) уровню интеллектуализации (рис. 1). Эксперт-разработчик (им может быть инженер, ученый, программист высокой квалификации) разрабатывает алгоритмы для системы управления (например, для микропроцессорной системы управления — МСУ), используя комплекс расчетных процедур и ЭВМ, причем здесь применяются как известные научные методы (планирование эксперимента, оптимизация), так и определенные эвристические приемы. Алгоритмы закладываются в виде программ в конструкцию конкретной системы управления — МСУ



Рис. 1

ГМТ. МСУ взаимодействует с бортовой ЭВМ и осуществляет управление ГМТ. При этом формируется информационная база данных, которая вводится в ЭВМ и учитывается экспертом в дальнейшем — при разработке новых алгоритмов и программ. Кроме того, в системе должна быть предусмотрена адаптация (корректировка) ее параметров при изменении характеристик ГМТ, двигателя и условий движения автотранспортного средства.

Как видим, на этом этапе интеллектуализация САУ сводится к информационному обмену, пополнению базы данных и адаптации параметров и характеристик алгоритмов управления ГМТ.

Второй этап (рис. 2) ориентирован на включение в технологическую среду системы управления знаний. Задача решается с помощью двух подсистем, основанных на знании, — подсистемы представления знаний и подсистемы принятия решений.

Такая система способна не только обрабатывать поступающую в нее информацию о текущем состоянии среды и ГМТ (об изменении маршрутов и режимов движения), программах управления, правилах поведения в типовых дорожных ситуациях и т. д., но и анализировать ее, пополнять свои знания.

Синтезированные экспертом алгоритмы управления ГМТ передаются в виде программ в блок управления ИСУ и далее отрабатываются исполнительным блоком. Система принятия решений корректирует управление ГМТ на основании принятия осмысленных решений в сложных, нештатных и экстремальных ситуациях, в том числе в отношении диагностики и защиты в случае отказов.

Третий этап (рис. 3) добавляет базы умений и рассуждений, построенные в виде логического модуля. Эта система уже может решать интеллектуальные задачи (принимать самостоятельные решения, не предусмотренные заложенными алгоритмами), а также самообучаться определенным навыкам. Другими словами, ее поведение — целенаправленное, т. е. она способна к логическому преобразованию внешней информации, поступающей в ее базу знаний, и выбору —

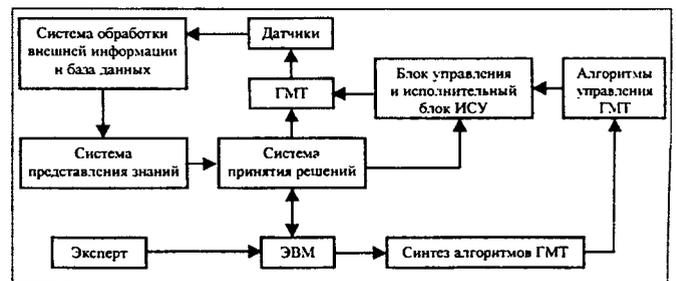


Рис. 2

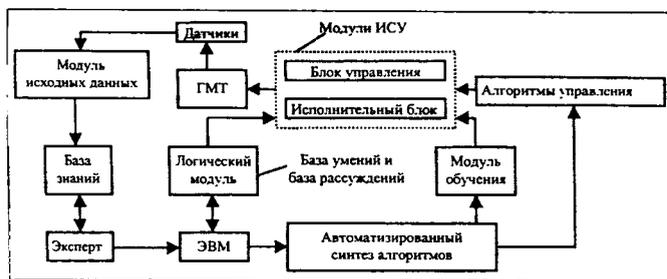


Рис. 3

с учетом всевозможных конкретных ситуаций — наилучшего варианта решения задачи управления ГМТ. Причем в ходе автоматизированного, с помощью ЭВМ, синтеза алгоритмов оптимального управления ГМТ ее можно обучить и некоторым специфическим навыкам. (Обучающие алгоритмы закладываются в модуль обучения и позволяют системе распознавать самые разнообразные дорожные ситуации, режимы движения, характер управляющего воздействия водителя на органы управления АТС.)

Четвертый этап (рис. 4) — преодоление "языкового барьера" в общении человека с ЭВМ, т. е. устранение различия между профессиональным языком пользователя и языками общения с ЭВМ. Решает эту задачу специальный интеллектуальный интерфейс, который позволяет человеку вести взаимопонятный диалог с ИСУ как на стадии проектирования алгоритмов на ЭВМ, так и на стадии управления ГМТ на физическом объекте (автомобиле). При этом экспортер-разработчик может проводить процедуры обучения, программируя поведение ИСУ ГМТ для ее адаптации в различных ситуациях, а водитель поддерживает диалог с ИСУ (например, он может запросить у процессора информацию о состоянии подсистем двигателя и трансмиссии, ввести в память ИСУ другой маршрут, изменить программу управления ГМТ при изменении условий движения и т. д.), в свою очередь, ИСУ сама информирует водителя о состоянии работы подсистем, выдавая предупреждения при обнаружениях каких-либо отказов, дает советы и автономно принимает решения в экстремальных и нестандартных ситуациях.

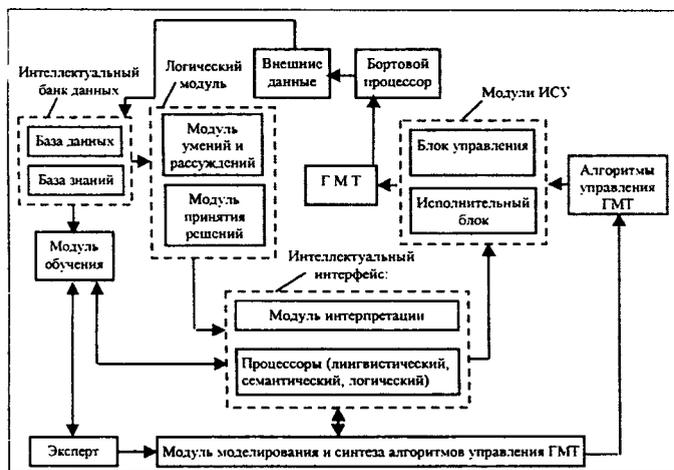


Рис. 4

На данном этапе, кроме того, возможно решение и другой важной проблемы — визуализации и распознавания местности при движении автотранспортного средства.

Наконец, последний вопрос: каким требованиям должна отвечать ИСУ ГМТ? Их как минимум 12. Она должна:

1. Автоматически управлять переключениями передач и блокировкой гидротрансформатора в соответствии с заданными программами, в том числе обеспечивать отключение автоматического режима управления при включении командного (ручного) режима.
2. Предотвращать цикличность при переключении передач и исключать одновременное включение нескольких фрикционов.
3. Независимо от управляющего воздействия водителя обеспечивать плавность переключения передач и оптимальное управление двигателем во время переходных процессов.
4. Распознавать режимы движения, маршруты, условия внешней среды и характер управляющих воздействий.
5. Выбирать нужные из заложенных в память ЭВМ программы управления ГМТ.
6. Различать эмоциональные "окраски" командного (ручного) управления.
7. Упреждать и предотвращать экстремальные и аварийные ситуации.
8. Быстро оценивать обстановку и принимать правильные решения в нестандартных, экстремальных и аварийных ситуациях, а также в условиях многозначности, ненадежности, неполноты информации, нечеткости и неточности знаний.
9. Реализовывать три уровня адаптивности — по параметрам, структуре и алгоритмам.
10. Самообучаться особенностям и навыкам рационального и разумного управления ГМТ, а также новым его алгоритмам.
11. Автоматически защищать, контролировать и диагностировать ГМТ.
12. Обеспечивать диалог с пользователем на его профессиональном языке, а также с помощью звуковых и зрительно воспринимаемых сигналов.

УДК 621.833

Коробки передач большегрузных АТС

Канд. техн. наук Б. М. ТВЕРСКОВ

Курганский государственный университет

Для включения передач в коробках передач большегрузных автомобилей применяются многодисковые фрикционы или шлицевые муфты с синхронизаторами. И те и другие имеют свои преимущества и недостатки.

Так, коробки с синхронизаторами проще и дешевле в изготовлении, но требуют значительно больших усилий и навыков для включения передач; коробки с многодисковыми фрикционами, наоборот, удобнее в пользовании, но дороже. Кроме того, в синхронизированных коробках для тяжелых автомобилей сложнее

обеспечить нужный момент трения синхронизатора. Ведь этот момент при включении передачи должен быть равен общему моменту инерции всех вращающихся деталей коробки передач, который, в свою очередь, для каждой шестерни зависит от диаметра ее делительной окружности в четвертой степени. А с ростом передаваемого крутящего момента размеры шестерен, очевидно, тоже возрастают. Например, легко подсчитать: если передаваемый крутящий момент увеличивается в 2 раза, то диаметр делительной окружности шестерни должен увеличиться в 1,26 раза, что увеличит момент ее инерции в 2,52 раза.

Таким образом, из-за того что момент инерции шестерни растет быстрее, чем передаваемый ею крутящий момент, обеспечить момент трения синхронизатора при современных (515—550 кВт, или 700—750 л. с.) мощностях двигателей большегрузных автомобилей стало делом действительно сложным. Но не безнадежным. Решения задачи уже есть.

Это; например, коробки передач с двумя и даже тремя промежуточными валами (рис. 1), которые иногда называют соответственно двух- и трехпоточными.

Шестерни, размещенные на таких валах, нагружены в 2 или 3 раза меньшими крутящими моментами, поэтому имеют меньшие размеры и, следовательно, меньшие моменты инерции, что дает возможность создать синхронизаторы с достаточным моментом трения.

Однако в многопоточной синхронизированной коробке моменты инерции промежуточных валов вместе с установленными на них шестернями могут оказаться тоже весьма значительными, особенно если к коробке присоединяется планетарный демультипликатор. Кроме того, несколько промежуточных валов сильно усложняют коробку, увеличивают ее габаритные размеры и массу, поскольку здесь больше не только число промежуточных валов, но и шестерен; необходимо устройство, выравнивающее моменты на промежуточных валах, и т. д. В связи с этим ведущие зарубежные фирмы, освоившие выпуск многопоточных коробок передач, в последнее время все чаще отказываются от них и переходят на более простые однопоточные коробки. И прежде всего на так называемые вально-планетарные, которые при ограниченной длине способны обеспечить большое число передач. Но, если передачи в коробке и демультипликаторе включаются одним рычагом (типичный пример — однопоточная вально-планетарная коробка автомобиля ЗИЛ-4331), коробка становится не трехходовой, как обычно, а пятиходовой, т. е. рычаг переключения при переключениях передач может перемещаться в пяти продольных плоскостях. (После включения передач при одном передаточном числе демультипликатора рычаг переводится в положение, соответствующее другому передаточному числу, а затем включается новая передача.) Причем здесь довольно много неэффективных положений рычага, что усложняет управление передачами.

Эффективные синхронизаторы для коробок передач большегрузных автомобилей создают также с помощью усилителей, в частности, устройств, которые прижимают кольца синхронизатора энергией сжатого воздуха. Их пневмокамера сравнительно небольшого

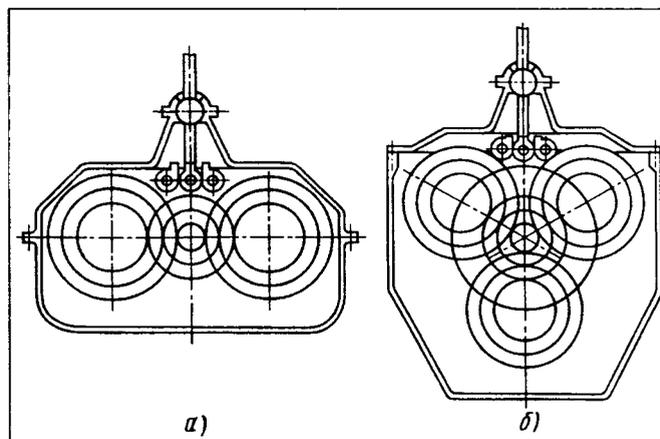


Рис. 1

размера развивает усилие до нескольких килоньютон-нов (несколько сотен килограммов), что вполне достаточно для включения передачи. Но это требует установки на коробке передач пневмосистемы и соответственного увеличения размеров деталей, обеспечивающих включение передач (синхронизирующих колец, деталей привода и др.). Водитель управляет таким устройством с помощью рычага включения передач, не тратя больших усилий. Зарубежные фирмы-изготовители синхронизированных коробок передач пошли еще дальше: подобные коробки они оснащают автоматическим устройством следящего действия, которое регулирует давление воздуха в пневмосистеме включения передач.

Включать передачи в коробках большегрузных автомобилей можно, в принципе, и давно известным способом — двойным выжимом педали сцепления. Он, во-первых, облегчает включение передач, во-вторых, уменьшает скорость изнашивания синхронизаторов, поскольку выравнивание угловых скоростей идет за счет трения в синхронизаторе и изменения частоты вращения коленчатого вала. Заметим, кстати, что несинхронизированные коробки еще встречаются и на зарубежных тяжелых автомобилях. Отношение передаточных чисел соседних передач в этих коробках обычно не превышает 1,5, что сводит к минимуму трудности переключения передач. Тем более что водители на таких автомобилях — как правило, профессионалы высокого класса, многие из которых педалью сцепления практически не пользуются.

Современная автомобильная коробка передач должна иметь синхронизаторы: к ним привыкли, с ними удобнее, хотя скрежет зубьев шестерен возможен и в такой коробке, если усилие на рычаге переключения передач превышает необходимое.

На зарубежных тяжелых автомобилях нашли применение и диапазонные коробки передач, которые состоят из гидротрансформатора, сухого сцепления и синхронизированной коробки передач. В связи с тем, что момент инерции гидротрансформатора большой, сцепление размещают после него, хотя, на первый взгляд, нужно делать наоборот, поскольку крутящий момент, воспринимаемый сцеплением, оказывается больше на величину коэффициента трансформации. И так как автомобиль разгоняется за счет буксования

колес гидротрансформатора, удельные давления на накладке ведомого диска сцепления могут быть существенно выше, чем при отсутствии гидротрансформатора. Отсюда и меньший наружный диаметр сцепления.

На отечественных большегрузных автомобилях применяются в основном гидромеханические коробки передач с фрикционами (коробки КЗКТ-7248, КЗКТ-538 и др.). Они, конечно, обладают определенными достоинствами, но и недостатки у них серьезные.

Это, во-первых, невысокая надежность фрикционов. Дело в том, что их состояние зависит от давления масла. В эксплуатации же, к сожалению, нередки случаи, когда оно падает. При этом фрикцион начинает буксовать и сгорает. Причина — сравнительно небольшой, меньше ресурса автомобиля до капитального ремонта, срок службы маслонасоса.

Во-вторых, сложность конструкции. Для включения фрикционов кроме насосов нужны система длинных каналов в валах и корпусе коробки для подвода масла к вращающимся деталям фрикционов, золотниковая распределительная система, шланги, масляный бак и т. д.

В-третьих, высокая стоимость конструкции: детали фрикционов и системы, обеспечивающей их работу, особенно детали насосов, требуют повышенной точности изготовления. Металлокерамические диски фрикционов, пары "цилиндр—поршень" имеют сложную конструкцию.

В-четвертых, низкий КПД коробки передач с фрикционами: диски даже невключенных фрикционов трутся друг о друга. Кроме того, при движении автомобиля привод насоса остается постоянно включенным, на что расходуется мощность двигателя.

В-пятых, все отечественные гидромеханические коробки с фрикционами не имеют систем автоматического переключения передач. Выбрав схему коробки, позволяющую выполнить автоматизацию, наши конструкторы на этом и остановились.

Таким образом, коробки передач нынешних большегрузных автомобилей и автопоездов отличаются довольно большим разнообразием, что, в общем, говорит о неустоявшейся тенденции их развития. Но выбор делать все-таки придется. И хотя бы потому, что российские автозаводы не слишком богаты, предпочтение, видимо, придется отдать коробкам, выполненным по обычной однопоточной трехвальной схеме с гидротрансформатором, сухим сцеплением и пневмоусилителем, предназначенным для снижения усилия на рычаге переключения. У этих коробок явные преимущества перед теми, в которых для включения используются фрикционы: они надежны, дешевы, обладают высоким КПД, просты в обслуживании, скорость вращения шестерен у них не возрастает по сравнению со скоростью вращения входного вала, как бывает в коробках, выполненных по другим схемам. Ведь на прямой передаче, скажем, тот же автопоезд проходит 60—70 % пути, т. е. на режиме, когда подшипники и шестерни коробки разгружены и когда, следовательно, их износ минимален. (Не случайно трехвальные коробки передач с прямой передачей применяются практически на всех небольших и средних грузовых и всех заднеприводных легковых автомобилях.)

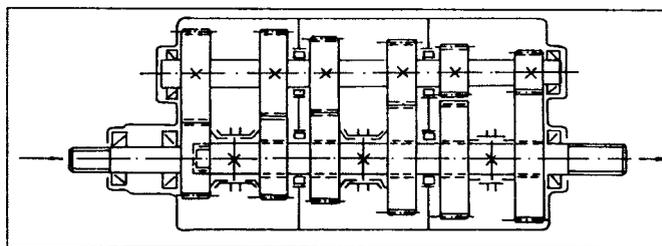


Рис. 2

При проектировании коробок, если не ставится задача автоматического переключения передач, целесообразно отдавать предпочтение коробкам синхронизированным, но в механизм переключения встраивать пневмоусилитель. Потому что такой механизм позволяет водителю включать передачи без значительных усилий, а также контролировать процесс включения, не допуская ударных нагрузок на синхронизаторы.

Нельзя забывать и о технологичности коробок. В частности, разъем их корпусов для удобства сборки, хорошей смазки подшипников, создания промежуточных опор валов для уменьшения диаметра последних целесообразно выполнять по плоскости, проходящей через оси валов, и располагать горизонтально (рис. 2). Против этого кое-кто возражает: мол, обе половины корпуса придется обрабатывать совместно, следовательно, нельзя будет заменять по отдельности. Проблема здесь нет. Достаточно вспомнить: то, что на всех двигателях крышки коренных подшипников коленчатых валов обрабатываются совместно с блоком цилиндров и незаменимы, серьезных затруднений не вызывает.

И последнее. Число передач в коробках передач современных тяжелых зарубежных автомобилей с гидротрансформатором довольно большое (14–16 и более), причем он используется в основном при трогании с места, после чего автоматически блокируется. Считается, что большое число передач дает возможность поддерживать работу двигателя в режиме минимального расхода топлива. Действительно, дает, но лишь при условии, что водитель знает, какую передачу он должен включить, чтобы обеспечить данный режим, т. е. располагает информацией, которую может предоставить только бортовой компьютер. Если его нет, водитель для разгона автомобиля использует обычно лишь 3–4 передачи, после чего включает прямую и продолжает движение. Именно поэтому, видимо, минчане на тягаче МАЗ-537, например, установили в свое время трехступенчатую коробку передач, работающую совместно с гидротрансформатором, блокируемым на третьей передаче. И оказались правы: нареканий на малое число передач не было. Так что многоступенчатая коробка без компьютера — дело не только не полезное, но даже вредное.

Итак, для большегрузных автомобилей наиболее предпочтительны однопоточные коробки передач, переключаемые шлицевыми муфтами с синхронизаторами и пневмоусилителями. Возможны и коробки с гидротрансформаторами и небольшим числом передач.

Кинематическое моделирование зубчатого зацепления редукторов

Д-р техн. наук О. С. РУКТЕШЕЛЬ, А. М. ЗАХАРИК
БГПА, МАЗ

Конкуренция современного автомобильного рынка требует от конструкторских служб автозаводов создания новых узлов и агрегатов, отвечающих все более жестким требованиям по надежности и долговечности. Данные требования помогают выполнить высокопроизводительные ЭВМ и их мощные пакеты программ трехмерного моделирования: они позволяют создавать точные математические модели реальных механизмов, компоновать в этих моделях различные шарниры и сложные взаимосвязи деталей, в том числе контакты поверхности по поверхности.

Однако, создавая модель, исследователь должен не просто убедиться в достоверности выкладок, соответствующих теории зубчатого зацепления (что, впрочем, тоже немаловажно, учитывая высокую степень наглядности и возможность "прощупать" все процессы, происходящие при передаче крутящего момента), но и исследовать влияние параметров зубчатых передач на работоспособность, шумность и долговечность. Но именно здесь, как показал опыт, большинство пакетов трехмерного моделирования оказываются бесполезны-

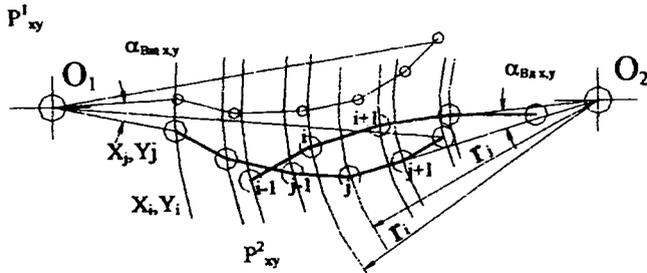


Рис. 1

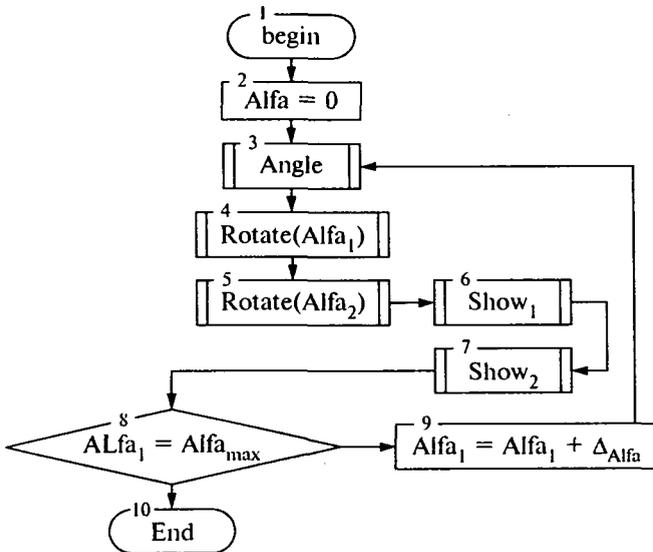


Рис. 2

ми, потому что в них, как правило, не объединены модули, "механизм" и расчетные методы (например, МКЭ), что не дает возможности получать информацию о взаимодействиях реальных тел, а не упрощенных их абсолютно жестких моделей. Отсюда — необходимость разработки математического и программного обеспечения для такого моделирования процессов.

Задача сложна даже в чисто математическом плане. В частности, если описывать профиль зуба плавной кривой (сплайном), то нужно обеспечить поворот этой кривой вокруг оси пересечения двух кривых и, главное, найти угол поворота, при котором кривая будет пересекаться с зацепляющимся профилем в точке, а также контакт профиля зуба в процессе приложения нагрузки.

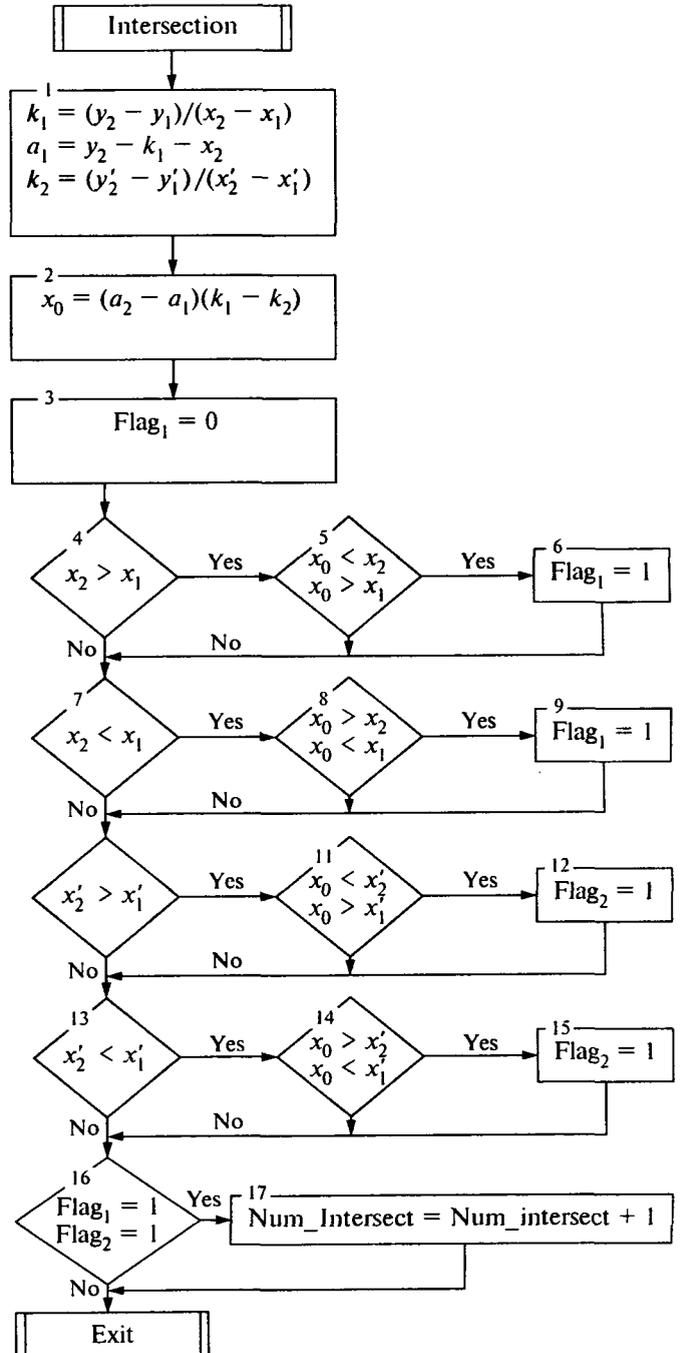


Рис. 3

Судя по нашему опыту, задача упрощается, если воспользоваться хорошо известной кинематикой прямых линий, для чего профиль зуба необходимо представлять в виде набора точек (такой подход возможен при моделировании цилиндрических передач с прямыми и косыми зубьями). Здесь кинематическое моделирование строится на повороте множества точек $P'_{x,y}$ и $P''_{x,y}$ (соответственно ведущей и ведомой шестерен) вокруг центров O_1 и O_2 (рис. 1). При этом ведущей шестерне дается постоянное угловое приращение на заданную исследователем величину, и контактирующие кривые проверяются на пересечение. Если обнаруживается, что кривые контактируют по двум точкам, ведомое звено поворачивают до тех пор, пока точки не сольются в одну (основное условие кинематического взаимодействия).

Алгоритм простейшей, состоящей из 10 блоков программы, которая в то же время может служить базой для построения более сложных моделей, показан на рис. 2. Он предназначен для двух зацепляющихся шестерен зубчатой передачи, ведущая из которых вращается с постоянной угловой скоростью (блок 9 — приращение угла), а ведомая поворачивается на угол, определяемый взаимным расположением контактирующих поверхностей (блок 3). В блоках 4 и 5 вычисляются новые координаты ведущего и ведомого звеньев, по которым затем строится профиль в новом положении (блоки 6 и 7).

18-блочная подпрограмма Intersection (рис. 3) по координатам двух отрезков дает точку пересечения прямых, которым принадлежат эти отрезки, и значение $Num\ Intersect \neq 0$, если пересекаются сами отрезки. Входными параметрами здесь служат координаты двух отрезков — $[x_1, y_1]$ и $[x_2, y_2]$.

В блоке 1 определяются уравнения (типа $y = kx + a$) линий, на которых лежат эти отрезки.

Учитывая, что в точке пересечения координаты прямых равны, значения x_0, y_0 можно найти из выражений блока 2.

$Flag_1$ и $Flag_2$ — флаги расположения точки пересечения внутри и

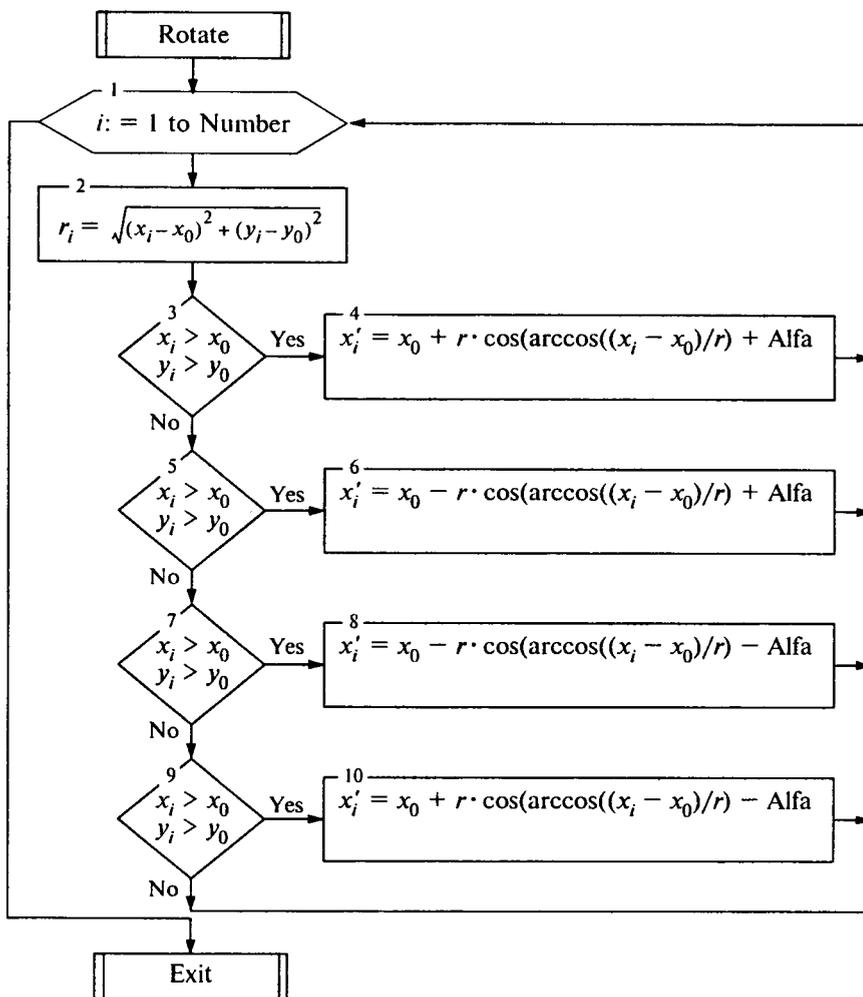


Рис. 4

снаружи отрезков. В случае, если оба флага установлены в положение "1" (блок 1б), подпрограмма увеличивает счетчик точек пересечения ($Num\ Intersect$) на единицу.

Алгоритм 10-блочной подпрограммы Rotate приведен на рис. 4. Исходными данными (блок 1) для поворота множества точек служат массивы координат X_i, Y_i этих точек, координаты центров поворота O_1 и O_2 и число точек ($Number$).

В блоке 2 вычисляется расстояние r_i от центра поворота до i -й точки.

Блоки 3, 5, 7 и 9 определяют месторасположение точек относительно центра поворота.

В блоках 4, 6, 8 и 10 вычисляются новые координаты точки, повернутой на угол α .

Подпрограмма Angle (схема, поясняющая работу алгоритма, показана на рис. 1, сам 31-блочный алгоритм —

на рис. 5) служит для поиска угла поворота ведомого звена при повороте ведущего на определенный угол. Она позволяет получить однозначное точное значение угла α_{bg} .

Суть алгоритма — в следующем: при перемещении ведущей ветви из одного положения в другое подпрограмма Intersection находит все точки пересечения с сопряженным профилем зуба ведомой шестерни. Затем последовательно для каждой ветви проводятся дуги окружностей с радиусами r_i и r_j до их пересечения с отрезками (рис. 1). Находятся углы между точками i, X_j и j, X_i . Максимальный из них и будет искомым. (Следует обратить внимание на то, что приведенный алгоритм справлив и при описании профиля зуба кривыми, с той лишь разницей, что в процессе движения по ним будут вычисляться координаты точек X_i и X_j .)

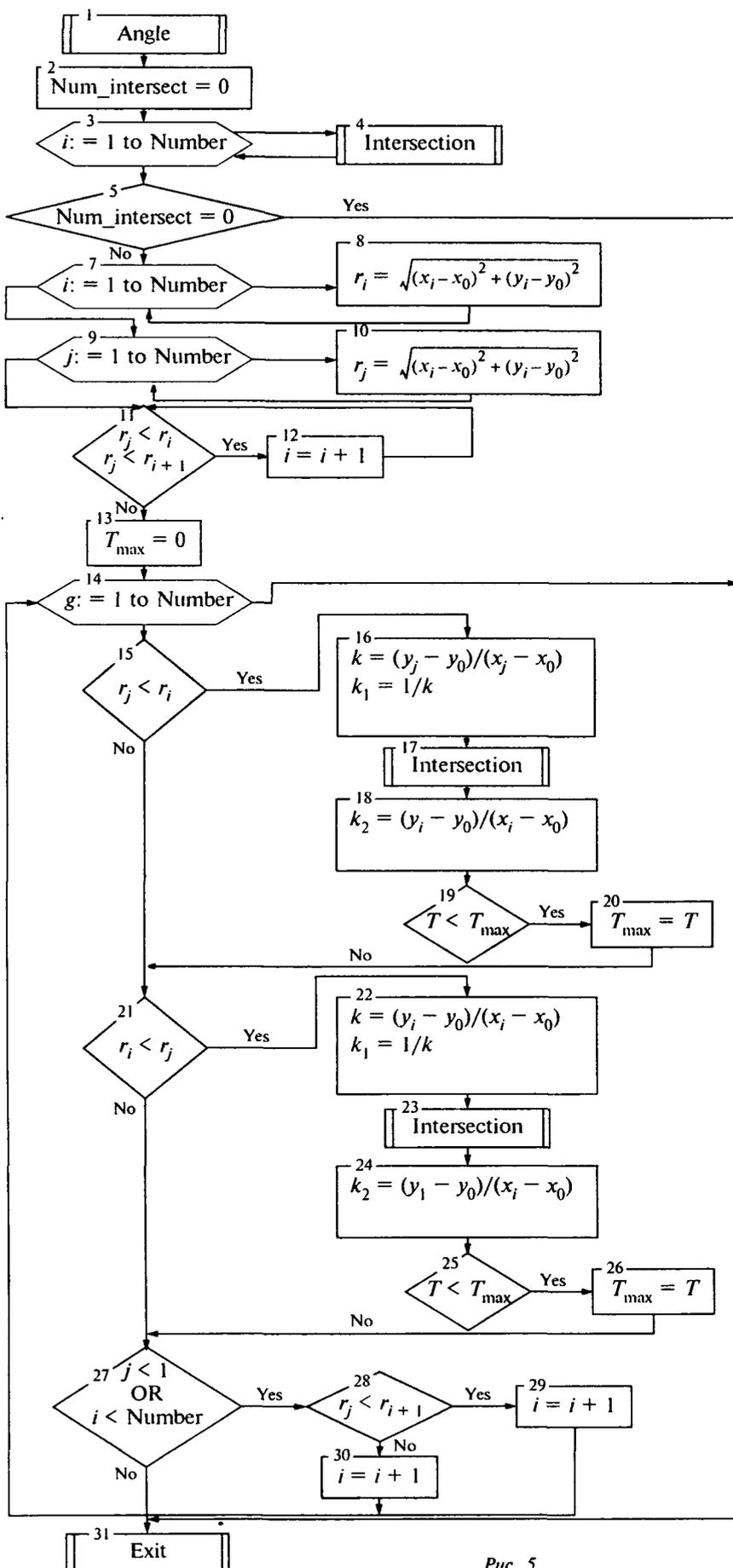


Рис. 5

В данном алгоритме переменной *Num Intersect*, которая служит счетчиком числа точек пересечения (в нашем случае это могут быть ноль таких точек, одна или две), первоначально присваивается ноль. В блоках 2 и 3 находятся все точки пересечения, и в случае, если *Num Intersect* = 0 (проверка в блоке 3), т. е. зубья не пересекаются, происходит выход из подпрограммы.

В блоках 5–8 вычисляются расстояния от центра поворота ведомого звена до каждой точки соприкасающихся профилей. В следующих блоках — поиск максимально удаленной точки ведущего звена, в которой уже возможно пересечение с ведомой ветвью.

После определения такой точки счетчик максимального угла поворота ведомого профиля приравнивается нулю, и начинается поиск того расположения ведущей и ведомой ветвей, при котором они контактируют в точке. Для этого постоянно сравниваются расстояния от текущих точек ведомого и ведущего звеньев до центра поворота O_2 , и в зависимости от их соотношения выбирается та или иная ветвь расчета. При этом вычисляются параметры линии, перпендикулярной отрезку, который соединяет точку и центр поворота, и находятся координаты точки пересечения ее и сопряженного профиля (делается допущение, что на небольших углах поворота хорда окружности идентична ее дуге).

Если угол между полученными точками больше максимального, то максимальный угол (T_{max}) приравнивается текущему. При выходе из подпрограммы переменная T_{max} будет определять искомый угол поворота.

Следует обратить внимание на необходимость подпрограммы поиска точек пересечения (блок 2–3): при повороте ведомого звена на один угловой шаг она (вместе с блоком 4) скорость расчета увеличивает в 2–3 раза.

Таким образом, предложенные алгоритмы служат основой для моделирования различных погрешностей зубчатых передач, изношенных явлений, позволяющих рассматривать вопросы, связанные с "плаванием" центральных колес планетарных редукторов, что дает возможность ускорить создание и повысить долговечность агрегатов трансмиссии транспортных средств.

ФИЛЬТРАЦИЯ ВОЗДУХА — ВАЖНЕЙШИЙ ИЗ ПУТЕЙ ПОВЫШЕНИЯ РЕСУРСА ДВС

Д-р техн. наук **Г. Д. ЧЕРНЫШЕВ**, д-р техн. наук Б. С. АНТРОПОВ,
канд. техн. наук Е. П. СЛАБОВ

Ярославский ГТУ

Детали цилиндропоршневой группы автотракторных двигателей, как известно, изнашиваются интенсивнее, чем все другие их детали. То есть они, как правило, лимитируют ресурс двигателя. Обусловлено это высокими газовыми, инерционными и тепловыми нагрузками, а также тем, что они непосредственно контактируют с атмосферным воздухом, поступающим в цилиндры, продуктами сгорания топливовоздушной смеси и находящимися в смазочном масле примесями. Известно и то, что ресурс деталей ЦПГ двигателей зарубежного производства чаще всего выше, чем у отечественных двигателей. Причем из последнего делается явно ошибочный вывод о том, что износостойкость зарубежных деталей выше. Ошибочный, так как исследования доказали: пары трения на отечественных и зарубежных двигателях совершенно идентичны (хромированные компрессионные кольца, чугунные гильзы цилиндров). Значит, причины в чем-то другом. И этим наши специалисты заинтересовались давно. Более того, на страницах "АП" даже была проведена дискуссия, итоги которой

подвела статья в № 7, 1971 г. Вывод тогда был сделан такой: на наших двигателях детали ЦПГ подвергаются интенсивному коррозионному изнашиванию, поскольку отечественные масла и топлива агрессивнее зарубежных. Однако за прошедшие с тех пор годы практика накопила множество фактов, которые явно не согласуются с этим выводом.

Так, установлено, что детали ЦПГ подвержены трем видам изнашивания — механическому, коррозионно-механическому и абразивному. На отечественных судовых и, вероятно, стационарных двигателях преобладают механическое и коррозионно-механическое, а на автомобильных — абразивное: его доля составляет 50—80 % общего изнашивания. В то же время на двигателях зарубежного производства она не превышает 10—15 %. Все дело в том, что зарубежные фирмы занялись абразивным изнашиванием транспортных двигателей еще в 1960-е годы, а к началу 1980-х уже приняли эффективные меры для защиты двигателей от пыли, которая поступает с воздухом, топливом и маслом. В частности, внедрили воздухоочистители с картонными

фильтрующими элементами (КФЭ) и обеспечили их высокую надежность в эксплуатации. В том числе и путем обязательной проверки герметичности впускного тракта при каждом техническом обслуживании. Кроме того, Западную Европу отличает ухоженность дорог. Достаточно сказать, что там запыленность воздуха на магистралях составляет 0,0006 г/м³, у нас — 0,003 г/м³, т. е. в 5 раз выше, а на дорогах с земляными обочинами обстановка еще хуже. То есть для двигателей отечественных автомобилей изначально существуют предпосылки более высокого уровня абразивного изнашивания. Ускоренные стендовые и длительные эксплуатационные испытания, выполненные в НАМИ, НАТИ, на ЯМЗ и ГАЗе, подтвердили этот вывод, что нашло отражение в публикациях и работах М. П. Зубиевой, Н. Н. Величина, И. Б. Гурвича, М. А. Григорьева, Н. Н. Пономарева и др. Но, к сожалению, не в учебной литературе для техникумов и институтов. Там чаще приводятся результаты стендовых исследований, в которых определяется влияние на изнашивание температуры охлаждающей жидкости, нагрузок, скоростного режима, переходных процессов, зольности масла и пусков двигателя. Причем без "накладывания" результатов реальной эксплуатации. Характерный пример: дается заключение, что один пуск холодного двигателя с точки зрения изнашивания деталей ЦПГ равноце-

Таблица 1

Параметр	Износы, мкм		
	стендовые испытания	эксплуатация с герметичным впускным трактом	эксплуатация с нарушением герметичности впускного тракта
Диаметр гильзы в зоне остановки первого поршневого кольца	18—46	45—100	200—500
Радиальная толщина поршневых колец:			
первого	12—21	50—120	200—1000
второго	45—62	80—160	200—800
третьего	12—25	30—100	200—800
четвертого	6—20	50—80	150—2000
Высота поршневых колец:			
первого	16—27	30—60	150—400
второго	3—8	30—100	150—200
третьего	0—0	20—40	—
Высота кольцевых канавок под поршневые кольца:			
первая	7—9	20—50	120—200
вторая	21—28	50—100	150—200
третья	8—32	40—60	100—200
Толщина шатунных вкладышей:			
верхнего	12—21	15—25	До 100
нижнего	5—14	5—20	До 100
Толщина коренных вкладышей:			
верхних	1—4	5—15	50
нижних	10—19	15—25	80
Диаметр шеек коленчатого вала	В пределах точности измерения	5—15	До 100

нен пробегу от 100 до 1000 км. А это неверно.

На ЯМЗ, например, провели испытания двух двигателей ЯМЗ-238 (мощность 177 кВт, или 240 л. с., при 2100 мин⁻¹) на автомобилях КраЗ-219 с постоянной нагрузкой в кузове 12 т. Один из них был оборудован предпусковым подогревателем, и пуск его выполнялся только при рабочей температуре жидкости в системе охлаждения и масла в смазочной системе, а второй запускали без предварительного прогрева. Испытания шли в течение года, пробег составил ~50 тыс. км. В итоге оказалось, что детали ЦПГ обоих двигателей изношены одинаково.

Те факторы, которые перечисляются в учебной литературе, разумеется, влияют на изнашивание, и тем сильнее, чем чище засасываемый в двигатель воздух (например, на судовых двигателях), что доказано опытом эксплуатации двигателей ЯМЗ-238 на морских нефтесборщиках, работающих в акваториях портов: величины износов их деталей ЦПГ составляют 25—30 % износов двигателей наземного транспорта за тот же период работы.

Или взять второй из приводимых в учебной литературе факторов — зольность масла. Установлено, что при изменении зольности от 0,9 до 1,1 % износы деталей цилиндропоршневой группы в условиях стенда возрастают в 1,5—2 раза, но их абсолютные величины незначительны. В эксплуатации же изменение зольности в диапазоне от 0,9 до 1,5 % какого-либо влияния на степень изнашивания этих деталей практически не оказывает.

Так что перенос "литературных" понятий на двигатели наземного транспорта приводит к непоправимой ошибке — недооценке доли абразивного изнашивания, а следовательно, и недоиспользованию заложенного в конструкцию ресурса.

И вообще, надо сказать, многолетние стендовые и эксплуатационные испытания двигателей ЯМЗ сейчас уже не оставляют места для споров. Они неопровержимо доказали: главная причина изнашивания деталей ЦПГ этих двигателей — абразивы. Именно из-за них разница в абсолютных износах на разных экземплярах, но работающих в одних и тех же условиях и имеющих одну и ту же наработку, может достигать 10 раз

и более. Все дело в состоянии системы очистки воздуха, в первую очередь, степени герметичности впускного тракта.

В качестве примера можно привести (табл. 1) результаты испытаний двигателя ЯМЗ-8423 (мощность — 232 кВт, или 315 л. с., при 1900 мин⁻¹) на стенде по режиму ГОСТ 14846—81 (наработка 10 тыс. ч, причем 94 % ее — на номинальном режиме), а также данные, взятые из эксплуатации.

Как видно из таблицы, при стендовых испытаниях износ большинства деталей составил 10—25 % предельно допустимого; при эксплуатации двигателей с герметичным трактом — 20—40 %; при разгерметизации впускного тракта превысил допустимый. И произошло это уже при наработке 500—2500 ч (20—100 тыс. км пробега на автомобиле).

Вывод напрашивается сам собой: двигатели ЯМЗ с точки зрения конструкции и изготовления могут работать не хуже, чем двигатели зарубежного производства. Для этого нужно лишь одно: преградить пути проникновения в него абразивных частиц (кварцевой пыли). Однако неоднократные проверки состояния впускного тракта на автомобилях с двигателями ЯМЗ, проводившиеся работниками завода, показывают: число автомобилей с негерметичным впускным трактом (разрывы и трещины резиновых шлангов и стальных соединений, обрывы стяжных хомутов и др.) достигают 70—80 %. Причем количество воздуха, которое проходит, минуя КФЭ, составляет

от 2 до 10 %. На тракторах положение несколько лучше: лишь до 15 % двигателей работают с пропуском неочищенного воздуха, но пропуск больше — 10—15 % общего расхода.

Автомобильные и тракторные заводы, конечно, не безучастны к этому. Например, КамАЗ и МАЗ уже давно так изменили конструкцию и расположение впускных трактов двигателей на своих автомобилях, что вероятность захвата и пропуска стала минимальной. В частности, воздухозаборники они устанавливают в зоне с наименьшей запыленностью воздуха (за кабиной водителя), воздухопроводы имеют небольшую длину, а в зонах их изгиба используются резиновые гофрированные рукава, стяжные хомуты червячного типа и соединительные элементы, отлитые из алюминиевого сплава.

Но главная причина попадания абразивов в двигатель — недостатки эксплуатации. В том числе и по вине автозаводов. К примеру, ни в одной из инструкций не сказано, что герметичность впускного тракта нужно проверять при каждом обслуживании автомобилей. Ее и не проверяют, тогда как за рубежом такая проверка, как сказано выше, — норма. Хотя специалисты ЯМЗ давно уже создали и применяют при испытании двигателей простейшее устройство (см. рисунок) для опрессовки впускного тракта дымом при каждом ТО-2. Оно позволяет быстро и точно определять места разгерметизации и принимать меры по устранению неисправностей.

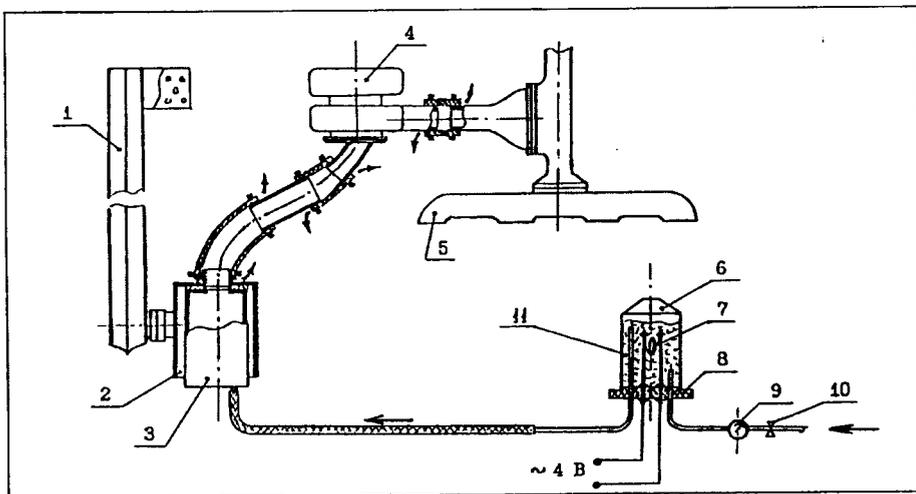


Схема проверки герметичности впускного тракта двигателя ЯМЗ-238Ф на автомобиле МАЗ-6422:

1 — воздухозаборник; 2 — корпус воздухоочистителя; 3 — заглушка; 4 — турбокомпрессор; 5 — впускной коллектор двигателя; 6 — корпус устройства для проверки герметичности впускного тракта; 7 — спираль воспламенителя; 8 — основание устройства; 9 — манометр; 10 — кран для подачи сжатого воздуха; 11 — ветошь

Параметр	Двигатель ЯМЗ-238Д		Двигатель ВАЗ-2108	
	при отсутствии пропуска неочищенного воздуха	при пропуске 1 % воздуха неочищенным	при отсутствии пропуска неочищенного воздуха	при пропуске 1 % воздуха неочищенным
Тип воздухоочистителя	Двухступенчатый: первая ступень — инерционная решетка, вторая ступень — КФЭ		Одноступенчатый, КФЭ	
Коэффициенты, %:				
фильтрации	99,9		99,9	
пропуска пыли	0,1		0,1	
Средний эксплуатационный расход воздуха, м ³ /ч	800		100	
Количество неочищенного воздуха, м ³ /ч	—	8	—	1
Запыленность воздуха над дорожным полотном, г/м ³	0,003		0,003	
Пробег автомобиля, принятый при расчете, тыс. км	100		100	
Наработка двигателя за этот пробег, ч	2500 ($V_{cp} = 40$ км/ч)		1540 ($V_{cp} = 65$ км/ч)	
Количество пыли, поступившее в двигатель за пробег, г	6	66	0,462	5,08

Такова качественная сторона проблемы. Но для практики интересна и вторая ее сторона — количественная. В частности, ответ на вопрос: сколько пыли должно попасть в двигатель, чтобы возникла нужда в капитальном ремонте его ЦПГ?

Ответ на него есть. Он получен в ходе специальных исследований, выполненных на ЯМЗ, в НАМИ, НАТИ и некоторых других организациях, и сводится к следующему: для двигателей ЯМЗ-238 рабочим объемом 14,86 л достаточно 65—70 г кварцевой пыли с удельной поверхностью 5600 см²/г. Для других двигателей абсолютные цифры другие, но относительные, т. е. в расчете на 1 л рабочего объема одинаковы: ~4,6 г. (Кстати, американские ис-

следователи получили аналогичные результаты по карбюраторным двигателям рабочим объемом 6 л, подавая в его цилиндры 30 г пыли штата Аризона, которая принята в США для данного вида исследований и отличается от применяемой в России несколько меньшей "агрессивностью".)

Таким образом, можно утверждать, что для двигателей, например, автомобилей ВАЗ и "Москвич" достаточно всего 6—8 г пыли, чтобы "обеспечить" предельный износ деталей ЦПГ. И она попадает. Так, при проверках впускного тракта на автомобилях ВАЗ-2101—ВАЗ-2106 установлено, что на многих из них он негерметичен, поскольку патрубок крепления шланга вентиляции картера к воздухоочистителю своим

фланцем приварен точечной сваркой; из всех 15 проверенных автомобилей "Москвич-2141" после 30—40 тыс. км пробега не оказалось ни одного без трещин на пластмассовом воздухоприемнике карбюратора и без деформированной крышки корпуса воздухоочистителя. К чему это приводит, показывает табл. 2.

Выводы из всего сказанного более чем очевидны: износостойкость деталей ЦПГ отечественных автомобильных двигателей не меньше износостойкости двигателей зарубежного производства; чтобы ее реализовать, необходимо использовать только воздухоочистители с КФЭ, повысить надежность впускного тракта и ввести регулярные проверки его герметичности в эксплуатации.



Читатель предлагает

УДК 629.113.502.55

НОВЫЙ ВЗГЛЯД НА ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ ОПАСНОСТЬ АТС

В. П. ХОРТОВ
МГТУ "МАМИ"

Последние годы завершающихся века и тысячелетия были годами небывалой динамичности технического прогресса во всех областях науки и техники. Не обошел он стороной и автомобиль. Так, если в 1900 г. в мире было всего 11 тыс. автомобилей, то сейчас ежегодное их производство составляет 50 млн. шт., а общий парк насчитывает 700 млн. шт. Более того, достигни повсеместно обеспеченность автомобилями уровня разви-

тых стран (~550—750 шт. на 1 тыс. чел.), число этих транспортных средств может составить 4 млрд. шт.

Однако за те удобства, ускорение развития экономики и многие другие плюсы, которые дает автомобиль, приходится платить. И прежде всего — небывалым загрязнением окружающей среды, особенно атмосферы городов.

Впервые "звонок" о вредности отработавших газов двигателей поступил из американского штата Калифорния: там в начале 1950-х годов среди населения резко увеличилось число заболеваний органов дыхания, обусловленных "смогом", который начал часто появляться в городах штата и, как установили специалисты, был результатом работы автомобильных двигателей.

С того момента и начались систематические исследования проблемы, результатом которых стали первые юридические документы (нормативы), ограничивавшие концентрацию вредных компонентов в отработавших газах. Это, в свою очередь, заставило производителей автомобильной техники совершенствовать конструкции двигателей. В итоге за последние 40 лет содержание токсичных компонентов в отработавших газах снизилось на 70 %. Но за те же 40 лет автомо-

бильный парк возрос на 340 %. Отсюда нетрудно подсчитать: несмотря на успехи в работе конструкторов и ученых, общий выброс вредных веществ увеличился как минимум вдвое. И даже больше. Ведь, как показали эксперименты, проведенные в лаборатории перспективных разработок МГТУ "МАМИ", в городах с большой плотностью транспортных потоков автомобили (вернее, их двигатели) потребляют столько кислорода, что его доля в составе воздуха становится меньше "стандартных" 20,94 %. Для сжигания 1 кг бензина требуется –13,7 кг воздуха, т. е. 2,9 кг кислорода. Но коль скоро его становится меньше, то больше и неполнота сгорания топлива, и, следовательно, выбросы вредных веществ, особенно монооксида углерода и углеродов, с отработавшими газами.

Это одна сторона проблемы. Но есть и другая, пожалуй, еще более важная — здоровье людей. Вот характерный тому пример.

В 1952 г. в Лондоне в связи с полным отсутствием ветра в течение нескольких дней на улицах образовался густой "смог", смесь водяного тумана с отработавшими газами автомобилей, который унес жизни 4 тыс. человек, а 10 тыс. сделал тяжело больными.

Тогда был сделан вывод: причина — вредные примеси в отработавших газах. Однако он, по мнению специалистов лаборатории перспективных разработок, даже не полуправда, а лишь небольшая ее часть. Правда же состоит в том, что главной причиной приведенного выше факта был недостаток кислорода в той зоне, где находились потерпевшие. И этот кислород "съели" автомобили. А что касается вредных выбросов, то они лишь усугубили обстановку.

Действительно, исследования показывают: если объемное содержание кислорода в воздухе равно 20,94 %, человек чувствует себя нормально; при 18,32 % даже у здоровых людей учащается пульс и углубляется дыхание, т. е. появляются признаки кислородного голодания; при 14,39 % — признаки гипоксии, а при длительном пребывании в такой атмосфере может наступить смерть; при 7,85 % — смерть в 100 % случаев. Таким образом, уже при содержании кислорода в атмосфере менее 15 % исход всегда смертельный. (Кстати, опасными могут быть и считающиеся "нейтральными" газы. Например, углекислый газ, диоксид углерода, вызывает смерть, если его содержание в воздухе 14—15 %, а азот — если 93 %.)

Исследователи уже насчитали в отработавших газах ДВС почти 200 составляющих и усиленно распределяют их по "шкале" вредности. Но это все-таки, как видим, не критический путь "сетевого графика жизни": ведь каков бы ни был состав этих газов, основной вред от ДВС — в том, что он "сжигает" кислород воздуха и снижает его процентное содержание именно в той зоне, в которой живет и дышит человек. Кроме того, даже при идеально организованном рабочем процессе он образует углекислый газ плотностью 1,97 кг/м³, т. е. в 1,5 раза большей плотности воздуха (1,29), который поэтому скапливается опять-таки в приземной части атмосферы.

Рассматриваемая проблема непрерывно усложняется. Во-первых, потому, что, как сказано выше, общее число (следовательно, суммарный "аппетит") ДВС растет по круто идущей вверх параболе. Во-вторых,

возможности природы по количеству выделения кислорода в воздух непрерывно сужаются. Например, зарубежные ученые утверждают, что кислород и природные циклы его репродукции находятся под угрозой. Так, по их данным, в 1973 г. сжигалось 23 % кислорода, производимого всей наземной растительностью, а в 1993 г. — уже 90 %. Причины: рост автомобильного парка мира, т. е. интенсификация технического прогресса, и уменьшение общей площади зеленых насаждений. (Для справки: максимальное количество кислорода, выделяемое 1 га тропического леса в течение года, автомобиль сжигает за один месяц работы.)

При такой ситуации, по мнению тех же ученых, кислородный голод наступит раньше тех 30—50 лет, на которые хватит запасов природного топлива.

Некоторые из специалистов идут еще дальше. Они считают, что проблему кислорода усложнит ежегодное на 1 К потепление климата, опять же связанное в основном с выбросами диоксида углерода промышленностью и автомобильным транспортом: при таких темпах ледники на полюсах Земли растают уже через 20—25 лет, что повысит уровень мирового океана на –70 м. Произойдет затопление многих участков земной поверхности, что, по расчетам, может уменьшить площадь зеленых насаждений сразу на 20 %.

Где же выход? Ограничить выпуск автомобилей? Но это невозможно, поскольку альтернативы им пока нет. Например, для электромобиля до сих пор не нашли источник энергии, способный конкурировать с бензином: в 1 л бензина содержится 40 тыс. кДж энергии, а в 1 кг нынешних аккумуляторов — в 100 раз меньше.

Поэтому на ближайшие 30—50 лет остается одно — энергосбережение. А если быть более точными — высокоэффективное использование энергии традиционных жидких топлив. Ведь подсчитано, что на магистралях современного большого города автомобиль с установившейся скоростью проезжает лишь 12—30 % пути, тогда как на режимах разгона и замедления — 36—66 %. Причем у городского автомобильного общественного транспорта это соотношение еще хуже: у него почти весь путь состоит из разгонов и торможений.

Следовательно, на ближайшие годы единственно верным решением нужно считать использование комбинированных силовых установок, состоящих из ДВС сравнительно небольшой мощности и накопителей энергии, которые, во-первых, запасают энергию двигателя и выделяют ее при торможении АТС, во-вторых, компенсируют пиковые нагрузки мощности при разгоне.

Этот путь, что тоже подтверждено исследованиями лаборатории перспективных разработок МГТУ "МАМИ", вполне реален. В частности, доказано: мощность ДВС в комбинированном двигателе на легковом автомобиле уже сейчас можно снизить в 6 раз, на грузовом — в 7,5, на автобусе — в 2,4 раза. Причем, естественно, без потери ездовых качеств этих АТС. И даже в магистральных циклах мощность ДВС грузового автомобиля при использовании накопителя можно уменьшить в 2,5 раза.

Таким образом, комбинированные силовые установки позволяют снизить общую установленную мощность ДВС автотранспортных средств как минимум в несколько раз, что повлечет за собой снижение расхода топлива и кислорода во столько же раз. Дру-

Накопитель	Удельная мощность, кВт/(кг·с), отдаваемая накопителем
Тепловой	0,1
Резиновый	0,8
Химические аккумуляторы	0,8—1,5
Сжатый газ	10
Маховичный	10
Индуктивность	10 ²
Бензин	10 ³
Взрывчатые вещества	10 ³
Электрические конденсаторы	10 ⁵
Ядерные материалы	10 ¹²
Термоядерные	10 ¹³

гими словами, они могут не только остановить разрушительное наступление автомобиля на экологические, как теперь принято говорить, ценности планеты, но и вернуть ситуацию на уровень экологического равновесия, существовавшего еще в 1959—1960 гг.

Идея использования комбинированных силовых установок не нова. Но в варианте "ДВС + электромотор-генератор + емкостной накопитель" она становится конкурентоспособной по отношению к обычным ДВС. Дело в том, что емкостные накопители по простоте использования (нет вращающихся частей), безопасности (нет сосудов под высоким давлением) и, самое главное, по отдаваемой мощности в единицу времени не имеют себе равных (см. таблицу).

В лаборатории перспективных разработок МГТУ "МАМИ" все эти соображения подтверждены экспериментально. В частности, на изготовленном здесь одноместном автомобиле с такой комбинированной силовой установкой.

Из всего сказанного вытекают несколько принципиально важных в теоретическом и практическом планах выводов.

1. Автомобиль, в нынешнем его виде, т. е. с ДВС, уже прошел пик своего развития.

2. Если не предпринять радикальные меры, то он в перспективе погубит все живое на планете, уменьшив до недопустимо низкого уровня содержания кислорода в ее атмосфере. Причем не имеет значения, на каком топливе будут работать ДВС — на бензине, спирте, газе или даже на водороде, оснащаются они или не оснащаются нейтрализаторами, дожигателями, присадками к топливу и любыми другими средствами обезвреживания отработавших газов. Не спасут от кислородного голода и двигатели нетрадиционных конструкций (Ванкеля, Стирлинга, АГТД и др.).

3. Замену автомобилей электромобилями можно рассматривать лишь с точки зрения теории, т. е. как принципиальную возможность. На практике же она не может быть реализована до тех пор, пока не будет разработан источник энергии, способный конкурировать по энергоемкости с бензином.

4. Единственным решением проблемы "автомобиль и кислород" на ближайшие 30—50 лет может стать лишь АТС с комбинированной энергоустановкой.

5. Для правительств всех стран настало, видимо, время не ограничивать токсичные выбросы (это бесперспективное занятие), а ввести налог на расходующий двигателем кислород, т. е. на мощность, пускающая средства не только на улучшение дорожной сети, но и на создание альтернативных источников энергии для транспортных средств. Таких, как водород и кислород, получаемые из воды, запасы которой на планете практически неограниченны.



В НИИ, КБ и на заводах

С.-Петербургский завод АТИ, изготавливающий тормозные колодки для большинства АТС отечественного производства, занялся восстановлением барабанных тормозных колодок по заказам владельцев иномарок — легковых автомобилей и микроавтобусов.

Процесс восстановления включает несколько этапов: проверка состояния металлокаркаса; удаление остатков изношенного фрикционного слоя и дробеструйная обработка каркаса; изготовление фрикционной накладки, ее испытания на сопротивление срезу металла, прочность схватывания с контртелом и

т. д.; склеивание (клей ДС-10Т) накладки с каркасом под давлением 2,7 кг/см, нагрев и выдержка детали в муфельной печи.

Высокое качество изделия достигается точным соблюдением технологических процессов, которые контролируются АСУ. При этом стоимость восстановленных колодок, не уступающих по надежности новым, составляет 150—250 руб. за комплект (четыре шт.).

В рамках реализации своей экологической программы ОАО "АвтоВАЗ" совместно с НПО "ЛИТ" (Московский физико-технологический

институт) разработало и ввело в строй станцию ультрафиолетового обеззараживания сточных вод, аналогов которой, по оценкам специалистов, в Европе нет.

Станция состоит из 14 УФ-установок, производительность обработки каждой из которых — 1 тыс. м³/ч. Основное достоинство, помимо высокого качества обработки, нового оборудования — его экологическая безопасность: при ультрафиолетовом обеззараживании не образуются вредные химические вещества; сам процесс абсолютно чист, так как роль "реагентов" в нем выполняют специальные электролампы.



УДК 629.665.753.4(62-73)

ТЯЖЕЛЫЕ ПРИМЕСИ В ТОПЛИВЕ НЕ СНИЖАЮТ НАДЕЖНОСТЬ ДИЗЕЛЯ

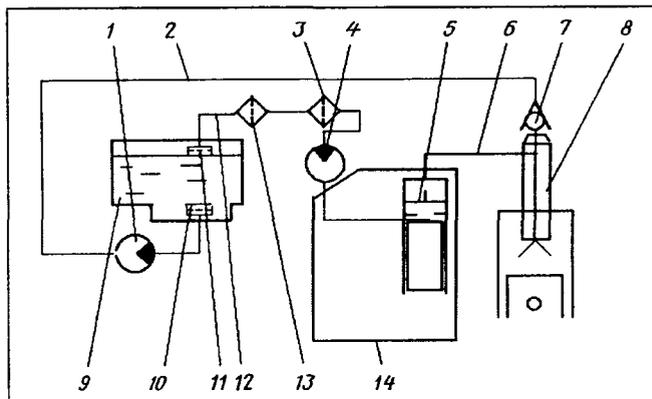
Канд. техн. наук Ю. А. ЗАЯЦ, В. А. БОЙКОВ

Рязанский военный автомобильный институт

Не секрет, что качество дизельного топлива на автозаправочных станциях не всегда высокое. Особенно с точки зрения всякого рода примесей, прежде всего воды. Известно и то, что вода, если ее количество достигает 5 % объема топлива, вызывает перебои в работе дизеля, резко снижает срок службы его топливной аппаратуры, в первую очередь — плунжерных пар ТНВД (сухое трение). Вместе с тем доказано (см. пат. № RU 2132478 С1, МКИ F 02 М 55/00, РФ), что рабочий процесс дизеля при добавке в топливо до 20 % воды становится более выгодным с точки зрения расхода топлива и экологических показателей. Кроме того, кислород, содержащийся и растворенный в воде, способствует раскоксовыванию распылителей форсунок.

В Рязанском ВАИ попытались разрешить это противоречие. В итоге создана топливная система (см. рисунок), которая помогает реализовать полезные свойства воды и других тяжелых примесей дизельного топлива и избавиться от их вредных свойств.

Идея системы довольно проста и сводится к следующему. При работе на высококачественном топливе система топливоподачи работает, как обычно, а при наличии тяжелых примесей оно разделяется на два потока. При этом качественная его часть забирается из бака через модернизированный топливозаборник 11 плавающего типа и по трубопроводу (12) низкого давления через фильтры грубой (13) и тонкой (3) очистки



и подкачивающий насос 4 поступает в ТНВД 14, а из него по трубопроводу 6 высокого давления — к форсунке 8. После отсечки подачи, когда нагнетательный клапан 5 своим разгрузочным пояском формирует в трубопроводе высокого давления волну разрежения, последняя подходит к невозвратному клапану 7, он открывается, и за счет разрежения тяжелые примеси из трубопровода 2, куда они подаются дополнительным подкачивающим насосом 1 из нижней части топливного бака 9 через топливозаборник 10, идут непосредственно в форсунку. При подходе к невозвратному клапану волны давления он закрывается, а форсунка оказывается заряженной топливом с тяжелыми примесями, минуя ТНВД. В очередном цикле нагнетания ТНВД смесь топлива с тяжелыми примесями впрыскивается в цилиндр. Таким образом удалось удалять воду и другие тяжелые примеси из бака, не прибегая сливу топлива и минуя топливный насос высокого давления. Другими словами, решить проблему за счет минимальных доработок топливной системы.

УДК 621.74.04:629.083

ЦЕНТРОБЕЖНОЕ ЛИТЬЕ КАК СПОСОБ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ГИЛЬЗ ЦИЛИНДРОВ ДВИГАТЕЛЕЙ

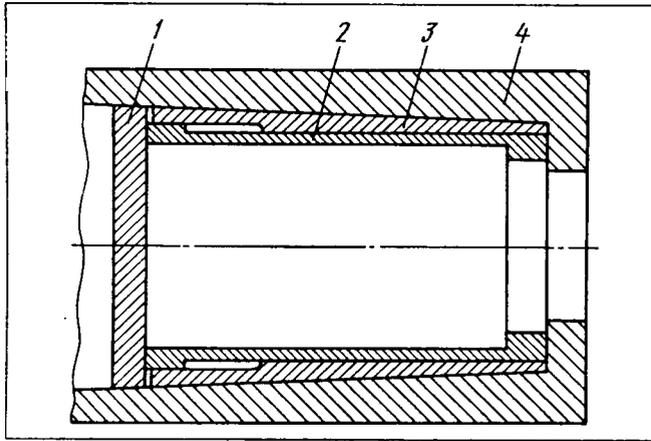
И. Н. ГРЕХОВ, Л. С. ВОЛКОВИЧЕР, Б. Э. КЛЕЦКИН, Ю. Л. ВОЛКОВИЧЕР,
О. И. ГРЕХОВ, Е. С. ЩЕЛКОНОВ

Южно-Уральский университет

Как известно, для гильз цилиндров дизелей КАМАЗ-740 ремонтные размеры не предусмотрены. Это означает, что восстанавливать их, растачивая до большего диаметра, нельзя. Тем не менее их ремонтируют. Метод тоже известен — пластинирование, при ко-

тором диаметр цилиндра с помощью нанесенного на зеркало металла доводится до номинального размера.

К сожалению, метод имеет существенные недостатки. Прежде всего он трудоемок, следовательно, дорог; во-вторых, нанесенный слой металла практически не сцепляется с гильзой, что для надежной работы последней — не лучшее из решений. Поэтому авторы данной статьи попытались решить задачу другим методом — центробежного литья. Дело в том, что он, по замыслу, во-первых, позволил бы очень быстро заливать на восстанавливаемую поверхность жидкий металл; во-вторых, заливать в любых количествах; в-третьих, благодаря тому, что на расплав во время кристаллизации действуют большие центробежные силы, получать плотную, без раковин, наплавку.



Оснастка для восстановления гильзы цилиндра:

1 — крышка; 2 — гильза; 3 — вставка; 4 — изложница

Для экспериментальной проверки этих соображений отобрали изношенные по внутреннему диаметру, но не имеющие трещин и других технических повреждений гильзы. Учитывали также и то, что для обеспечения нужной прочности гильзы ее минимальная толщина (с учетом нагрузки от давления поршня и температурной нагрузки) должна быть не менее 1,2 мм. Поэтому внутренний диаметр гильзы перед наплавкой растачивали до 124,6 мм, что позволяло при ее номинальном диаметре 120 мм получать наплавленный и механически обработанный слой толщиной не менее 2,3 мм. То есть слой, почти в 2 раза более толстый, чем расчетный минимум. Чтобы он не скалывался в процессе расточки и прочно держался на основном металле, на поверхности гильзы нарезали "рваную" резьбу. Кроме того, перед наплавкой ее очищали от грязи, жира, продуктов коррозии. Сама же технология наплавки сводилась к следующему.

Рабочую поверхность центробежной изложницы и оснастку разогревали, заливая жидкий чугун, до температуры ~ 1000 К (730 °С), а гильзу (паяльной лампой) — до ~ 350 К (80 °С) и помещали в оснастку (см. рисунок). За время выдержки в оснастке в течение 50—60 с гильза разогревалась до ~ 550 К (280 °С). Затем включали изложницу и во вращающуюся гильзу из чайникового ковша заливали необходимое количество металла с температурой ~ 1670 К (1400 °С), выплавленному в индукционной печи из шихты на основе отбракованных и не подлежащих восстановлению гильз. Частота вращения изложниц при наплавке — 1400 мин⁻¹, толщина наплавленного слоя на сторону — 8—12 мм, т. е. припуск на механическую обработку отверстия гильзы после наплавки — 5—9 мм.

После затвердевания металла оснастку разбирали, наплавленную гильзу медленно охлаждали в термическом шкафу, что должно было снизить хрупкость наплавленного слоя.

Всесторонний контроль показал: внутренняя поверхность гильз после наплавки плотная (небольшие дефекты в виде шлаковых и газовых раковин — в пределах, допускаемых техническими условиями на отливку, и не превышают 1/3 величины припуска на механическую обработку); короблений, деформаций, трещин и окалины нет; твердость наплавленного слоя — 190—205 НВ; химический состав соответствует требованиям ТУ; сцепление наплавленного слоя с основным металлом — 45—55 МПа ($450\text{--}550$ кгс/см²).

После наплавки гильзы подвергали токарной обработке и хонингованию под номинальный размер по технологии, применяемой и для обработки серийных гильз, — так, чтобы обработанная поверхность соответствовала требованиям ТУ на новые гильзы.

Восстановленная таким образом гильза и по качеству поверхности, и по своим механическим свойствам ни в чем не уступает серийной. Это означает, что данный способ ремонта вполне пригоден для его применения в широких масштабах.

Вниманию авторов журнала "АП"!

Направляя свои материалы в редакцию, не забывайте прикладывать к рукописи листок "Сведения об авторах", в котором должны быть указаны:

- ✍ Фамилия, имя, отчество (полностью)
- ✍ Ученое звание
- ✍ Место работы
- ✍ Номера телефонов, факса
- ✍ Домашний почтовый адрес
- ✍ Дата рождения (день, месяц, год)
- ✍ Серия, номер, место и дата выдачи паспорта.

А также **идентификационный номер налогоплательщика (ИНН)**, который следует получить в государственной налоговой инспекции по месту жительства.



УДК 629.018

КОРРОЗИОННЫЕ ИСПЫТАНИЯ В ЛАБОРАТОРИЯХ ВАЗ

В. В. ОКУЛОВ, В. А. СЕРЕДЕНИН, Е. Г. АХМАТОВ

ОАО "АвтоВАЗ"

Одна из важнейших составляющих качества, а значит, и конкурентоспособности автомобиля — его коррозионная стойкость. Это хорошо понимают на Вазе и с самого начала производства автомобилей последовательно работают над данной проблемой. При этом в лабораториях завода используются не только общепринятые стандартные методы испытаний (в атмосферах водяного, нейтрального солевого и медно-уксуснокислого туманов, сернистого ангидрида и др.), но и натурные испытания конструкционных материалов и средств защиты в различных климатических зонах (северном морском и тропическом климате, "промышленной" и сельской атмосфере). Экспериментальные образцы новых, разрабатываемых моделей и серийные автомобили испытывают как на специализированных полигонах (ускоренно), так и в эксплуатации — в регионах с экстремальными климатическими условиями (на побережье Карибского моря, в Якутии, Аджарии) и в условиях крупных городов.

Как и в других областях, натурные испытания на коррозионную стойкость дают наиболее объективные результаты. Вместе с тем они занимают гораздо больше времени, чем стендовые, тогда как конструкторам



Рис. 2. Коррозионная камера солевого тумана мод. S-70

следовало бы иметь эту информацию уже на ранних этапах проектирования, т. е. в какой-то мере предвидеть результат.

Преодолеть это противоречие помогает метод оценки коррозионного воздействия окружающей среды на кузов автомобиля, предложенный специалистами исследовательского центра департамента развития ОАО "АвтоВАЗ". Суть метода — в измерении так называемых основных коррозионных факторов в уязвимых зонах кузова. Причем измерения можно выполнять уже на первом экспериментальном образце и, сравнивая их результаты с показателями серийных моделей, судить о коррозионной стойкости проектируемого кузова.

В число измеряемых параметров включены время увлажнения поверхности, электропроводность пленки влаги и температура. Для их одновременного измерения разработан специальный прибор — АРКФ (автоматический регистратор коррозионных факторов).

Прибор питается от бортовой сети автомобиля, потребляя при измерении ток 0,4 А, в режиме ожидания — 0,04 А. При отрицательных температурах может быть включен самоподогрев (ток — 7,5 А). АРКФ снабжен восемью датчиками температуры и восемью — электропроводности (увлажнения), которые при измерении опрашиваются каждые 30 мин. Объем памяти прибора позволяет в течение 20 суток накапливать информацию, которую можно перенести в персональный компьютер и обработать с помощью специальных программ, после чего вывести в табличной или графической (рис. 1) форме. При этом измеряемые факторы выражаются в относительных единицах и суммируются. (На рисунке приведен пример оценки коррозионного воздействия на кузова автомобилей в условиях влажного тропического климата.)

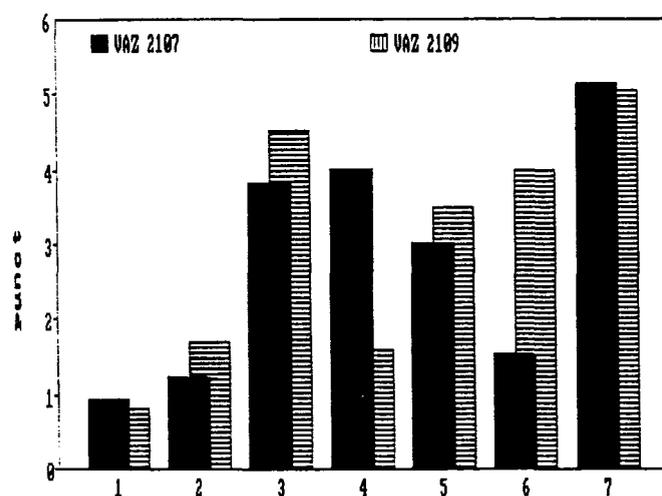


Рис. 1. Оценка коррозионного воздействия на различные зоны кузовов автомобилей Ваз:

1 — внутренняя сторона капота; 2 — ниша воздухозабора; 3 — внутренняя сторона переднего крыла; 4 — внутренняя полость порога; 5 — наружная поверхность порога; 6 — внутренняя полость передней двери; 7 — наружная поверхность крыши

Данный метод можно использовать как в лабораторных условиях, так и при эксплуатационных испытаниях. Однако испытывать первые опытные образцы желательно все же в камерах, что позволяет выиграть время. Для этого в исследовательском центре ОАО "АвтоВАЗ" имеется большая (объемом 72 м³) коррозионная камера солевого тумана (рис. 2), изготовленная немецкой фирмой "Вейс Текник", позволяющая проводить испытания при относительной влажности до 100 % и температуре до 318 К (45 °С). Кроме того, здесь есть ряд других специализированных камер, на-

пример, для имитации условий с заданными давлением, влажностью, положительными и отрицательными температурами, а также для различных агрессивных сред.

Таким образом, в ОАО "АвтоВАЗ" создан испытательный комплекс, отработаны методики, а главное, выработан строго научный взвешенный подход к проблеме коррозионной стойкости, что дает возможность уже на первых этапах проектирования новых моделей достоверно оценивать конструкцию и принимать верные решения по ее совершенствованию.

УДК 629.621.892

РАСХОД МАСЛА НА "УГАР". НОВЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Д-р техн. наук А. Д. НАЗАРОВ, канд. техн. наук М. Р. ЧОММЫЕВ

Туркменский СХУ

На предприятиях-изготовителях, ремонтных предприятиях, в НИИ и других организациях, занимающихся исследованиями новых и восстановленных двигателей, расход смазочного масла на "угар" в последних определяют в условиях стенда. Причем режимы испытаний гостированы. Например, стандарты устанавливают, что автомобильный двигатель 90 % времени испытаний должен работать на номинальном режиме, тракторный — 97 %, комбайновый — тоже 97 %, но на 90 % мощности и максимальной частоте вращения коленчатого вала.

Эти требования можно объяснить лишь одним — желанием создать предельно возможные условия работы для двигателя. Однако такой подход небезобиден. Дело в том, что в рядовой эксплуатации двигатель значительную часть общего времени работает на холостом ходу, а также режимах частичных нагрузок. Поэтому и фактический "угар" масла у него меньше, чем на стенде. Значит, стенд дает данные, ухудшающие в глазах потребителя двигатель, что крайне невыгодно его изготовителю и ремонтному предприятию. Да и вообще завышенные данные — не материал для обобщений и выводов. Отсюда — необходимость технологии стендовых испытаний, которая давала бы результаты, аналогичные данным эксплуатации. Какой ей быть, видно из рисунка. На нем показана связь между частотой вращения коленчатого вала, величиной кру-

тящего момента (нагрузкой) и расходом масла на "угар" в двигателе рабочим объемом 4,25 л.

Из рисунка, в частности, следует, что расход масла на "угар" с ростом частоты и крутящего момента увеличивается, но по-разному: влияние нагрузки (кривая 1 — холостой ход, 2 и 3 — нагрузка 50 и 100 %) меньше, чем частоты вращения коленчатого вала (кривые 4, 5, 6 и 7 соответствуют $n = 1400, 2400, 2800$ и 3200 мин^{-1}). Почему — объясняется так. По мере повышения нагрузки зазоры в сопряжениях "гильза цилиндра—юбка поршня" и "гильза цилиндра—головка поршня", а также разрежение во впускном тракте (за дросселем) уменьшаются, что должно уменьшить количество масла, проникающего через них в цилиндр. Но, с другой стороны, увеличивается пропуск газов в картер, а также температура масла, что, наоборот, способствует его "перекачке" в камеру сгорания. Особенно с ростом частоты вращения коленчатого вала, когда разбрызгивание разжиженного температурой масла на рабочих поверхностях гильз цилиндров становится наиболее интенсивным, а насосное действие поршневых колец возрастает.

Таким образом, гостированный метод испытания двигателей на "угар" масла в своей основе верен, поскольку связывает его расход с частотой вращения коленчатого вала и нагрузкой на двигатель. Но с точки зрения выбора величин данных параметров он сомнителен. Поэтому его целесообразно скорректировать с учетом реальных режимов эксплуатации.

Наиболее целесообразный набор стендовых режимов, достаточно полно соответствующий условиям эксплуатации, приведен в табл. 1.

Здесь, как видим, предусмотрены шесть частот вращения коленчатого вала и 12 нагрузок на двигатель (два их варианта). По частотам вращения коленчатого

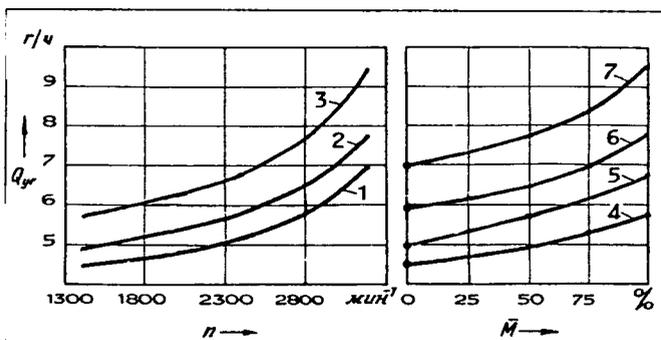


Таблица 1

Нагрузка (крутящий момент), % от максимальной		Частота вращения коленчатого вала двигателей					
первый вариант	второй вариант	n_2	n_6	n_1	n_3	n_4	n_5
0	15	n_6	n_2	n_5	n_1	n_4	n_3
60	65	n_1	n_4	n_2	n_4	n_3	n_5
20	25	n_3	n_1	n_6	n_2	n_5	n_4
100	100	n_4	n_5	n_1	n_3	n_2	n_6
40	50	n_5	n_4	n_3	n_1	n_4	n_2
80	75						

Таблица 2

Обозначение	Значение частот, мин ⁻¹ , для двигателей с искровым зажиганием рабочим объемом, л								Значение частот, мин ⁻¹ , для дизелей рабочим объемом, л							
	1,09	1,2	1,45	1,48	2,445	3,48	4,25	6 и 7	4,16	4,75	7,45	8,74	9,15	10,85	15,86	22,6
n_2	1700	1600	1800	1900	1600	1200	1500	1400	1250	1200	1100	1500	1250	1300	1250	1150
n_6	2500	2200	2600	2800	3000	1800	2400	2200	1650	1700	1450	2000	1700	1900	1750	1500
n_3	5600	4400	5600	5800	4500	2600	3200	3200	2000	2200	1750	2800	2100	2600	2300	1850
n_4	3300	2800	3400	3600	2300	1500	2100	1900	1500	1400	1250	1700	1500	1550	1500	1300
n_5	4400	3700	4500	4700	3700	2200	2800	2600	1800	1950	1600	2400	1900	2250	2000	1700

вала это $n_1 = 1000$ мин⁻¹ для двигателей с искровым зажиганием и дизелей; $n_2 = n_1 + (200+900$ мин⁻¹) — для двигателей с искровым зажиганием и $n_2 = n_1 + (100+300$ мин⁻¹) — для дизелей; n_3 — частота вращения коленчатого вала на режиме максимальной мощности; n_4 — частота вращения коленчатого вала на режиме максимальной нагрузки ($M_{кр макс}$); $n_5 = n_4 + (700+1400$ мин⁻¹) — двигателей с искровым зажиганием, $n_5 = n_4 + (300+700$ мин⁻¹) — для дизелей; $n_6 = n_3 - (800+3000$ мин⁻¹) — для двигателей с искровым зажиганием, $n_6 = n_3 - (300+700$ мин⁻¹) — для дизелей.

Продолжительность выдержки на n_2 , n_3 и n_4 — 20 мин, на других частотах вращения — 15 мин. После завершения работы двигателей на режимах, записанных в табл. 1, n_5 ступеньками, общая продолжительность которых тоже составляет 15 мин, снижается до n_1 .

Суммарное время стендовых испытаний — 11 ч. Однако его в случае необходимости можно сократить или продлить, уменьшая или увеличивая на 5—10 мин время работы на отдельные или всех режимах.

Конкретные величины частоты вращения коленчатого вала автотракторных и комбайновых двигателей приведены в табл. 2 (их, при необходимости, можно изменять на 100—200 мин⁻¹ в сторону ее уменьшения или увеличения).

Таблица 3

Вариант режимов работы двигателя	Расход масла, г/ч	
	диапазон рассеяния	средний
Первый	5,16—6,42	5,76
Второй	5,64—6,96	6,25
По ГОСТ 14846—81	7,46—11,78	9,52

В Туркменском СХУ, основываясь на данных табл. 1 и 2, составили планы эксперимента по определению расхода масла на "угар" в двигателях рабочими объемами 2,445; 4,25; 6 и 7 л. Эти планы апробируются на ЗИЛе и в ремонтных предприятиях Туркменистана, постоянно применяются на ЗМЗ. Результаты испытаний двигателей рабочим объемом 4, 25 л, полученные в соответствии с ними, приведены в табл. 3. Там же — данные испытаний в соответствии с ГОСТ 14846—81.

Из таблицы видно: два предлагаемых авторами варианта испытаний дают результаты, отличающиеся на 7,8—8,5 %, что объясняется погрешностями испытаний и некоторым различием в нагрузочных режимах при неизменной частоте вращения коленчатого вала. Различия же между предлагаемыми вариантами и гос-товским соответственно равны 45—83 и 32—69 %.

Результаты, как говорится, в комментариях не нуждаются.

УДК 621.774.72

Оснастка для редуцирования маложестких штоков пневмоцилиндров

Канд. техн. наук А. В. ЩЕДРИН

Электростальский филиал Московского государственного института стали и сплавов

Пневмоцилиндр, с помощью которого открываются и закрываются автоматические двери большинства транспортных средств, предназначенных для перевозки пассажиров, — механизм вроде бы и не сложный, но чрезвычайно важный с точки зрения безопасности перевозок. Поэтому его работа должна быть возможно более надежной. Например, на электро-

поездах АО "Демиковский машиностроительный завод" устанавливаются, в зависимости от модификации вагонов, пневмоцилиндры со штоками диаметром 15,5 мм и длиной 781 (рис. 1) или 901 мм. То есть с явно нежесткими штоками. Отсюда следует: любой дефект, допущенный при их обработке, может стать причиной отказа пневмоцилиндра.

Причем типовая технология, разработанная в свое время на Рижском вагоностроительном заводе, от таких дефектов не страхует, поскольку включает операции обтачивания и бесцентрового шлифования, обеспечивающие "пикообразную" микрогеометрию, интенсивно изнашивающую бронзовую направляющую втулку и уплотняющую манжету.

Так, исследования показали, что средняя шероховатость Ra прутков составляет 1,202 мкм, а у концов штока доходит до ~3,7 мкм; среднее значение овальности — 4,19 мкм, отклонения профиля вдоль образующей штока — 21,82 мкм, тогда как максимальные — соответственно ~20 и 35 мкм. (Фактический разброс

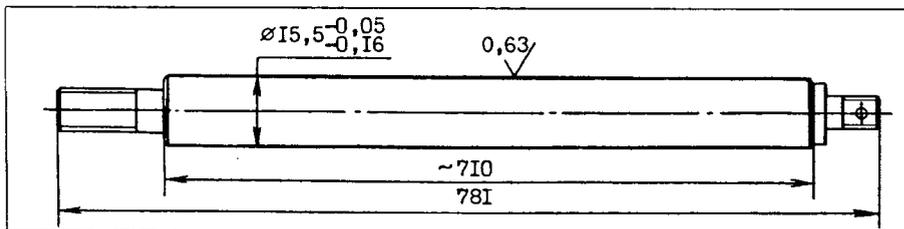


Рис. 1

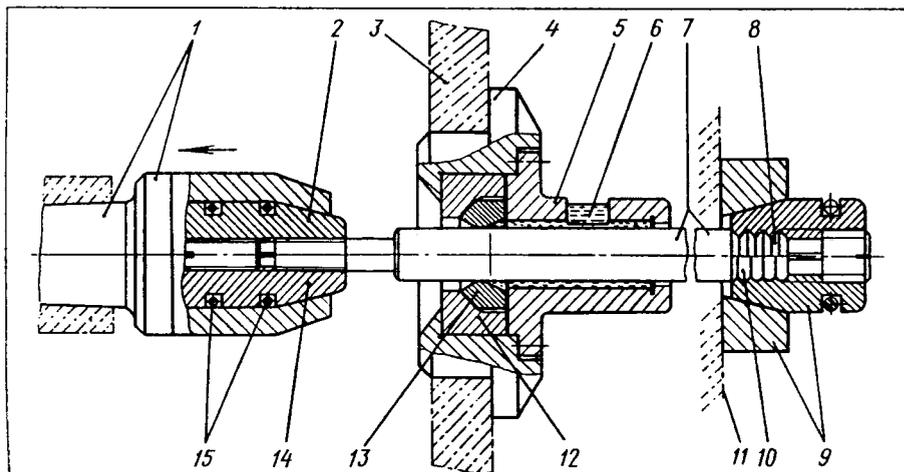


Рис. 2

диаметра штока соответствует размерному допуску в 0,11 мм. То есть деталь не имеет запаса на износ шлифовального круга. Итог — неизбежный брак или, при недостаточно жестком контроле, высокая вероятность попадания некондиционных штоков на сборку цилиндров.)

Для повышения качества обработки нежестких штоков в свое время было предложено вместо бесцентрового шлифования применить редуцирование ("АП", 1997, № 7). Причем такой переход выгоден с точки зрения коэффициента использования материала штока (исключается участок заготовки с тяговой технологической канавкой), удешевления заготовки (горячекатаная сталь взамен холоднотянутого прутка) и механизации операции правки штока после

редуцирования, необходимой для снятия остаточных напряжений.

Используя накопленный опыт и знания, специалисты орехово-зуюевского машиностроительного завода "Транспрогресс" и электростальского филиала Московского государственного института стали и сплавов разработали технологическую оснастку (рис. 2), благодаря которой удалось реализовать все перечисленные выше резервы. В нее входят: обойма 4, закрепленная в лобовой плите 3 горизонтально-протяжного станка (на рисунке не показан); стакан 10, в котором установлена фильера 11 с нанесенным регулярным микрорельефом ("АП", 1997, № 7); патрон 1 с захватным устройством, которое, в свою очередь, состоит из двух конических полумуфт 2, соединенных

разрезными пружинными кольцами 13. Поскольку патрон захватывает заготовку 6 штока за резьбовой участок, длину последней удалось уменьшить на длину участка с тяговой канавкой, обладающей весьма низкой прочностью на разрыв и смятие. Новая оснастка имеет улучшенную систему подачи СОЖ, выполненную в виде щелевой насадки-ванны 5, с помощью которой реализуется гидродинамический режим смазки.

Механизированная правка штока после редуцирования выполняется растяжением. Для этого на конце штока закрепляют стопорное устройство 8, которое представляет собой две конические полумуфты, имеющие угловые (7) или радиусные (9) канавки.

Результаты статистического анализа параметров качества поверхностного слоя партии штоков после однопроходного редуцирования заготовок штоков, выполненных не из калиброванных прутков из сталей 5сп или 45, как зачастую делается в серийных изделиях, а из прутка горячекатаной стали 35 с дефектным слоем до 0,2—0,3 мм, таковы. (Правда, перед редуцированием дефектный слой удаляли однопроходным черновым бесцентровым шлифованием, доводя шероховатость поверхности Ra до 2,5—3,5 мкм.) Средняя шероховатость Ra поверхности штока уменьшилась до 0,073 мкм, средняя овальность — до 4,12, среднее отклонение диаметра профиля — до 13,84 мкм. Причем поле рассеяния диаметра штока составило всего лишь 0,07 мкм.

Результаты исследований переданы для внедрения в действующее производство.

УДК 629.11.012.8:001.891.573

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЗИНОГИДРАВЛИЧЕСКИХ ОПОР

Г. А. ВЛАСОВ, канд. физ.-мат. наук Э. П. ВОЛКОВА, Б. В. МАЛЕИН

ГАЗ

В связи с возросшими требованиями потребителей к комфортабельности езды зарубежные фирмы в последние 10—15 лет стали широко применять на выпус-

каемых ими автомобилях гасители колебаний нового класса — гидроопоры (рис. 1). Они представляют собой (рис. 2) сочетание одной или нескольких несущих пружин 1, выполненных из упругого резинового эластомера и как минимум из двух (2 и 3) камер, между которыми по специально организованному каналу (каналам) перетекает демпфирующая жидкость. При изменении нагрузки изменяются объем и давление в камере 2, и под действием этого давления жидкость выдавливается в камеру 3, снабженную мембраной 4.

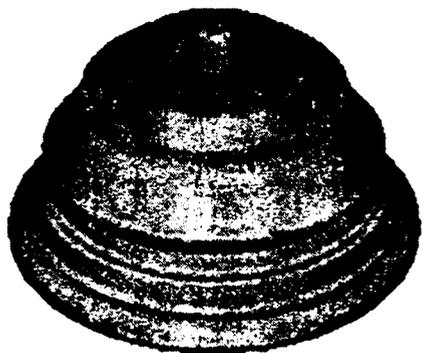


Рис. 1

Резиновые эластомеры устроены так, что при вертикальных колебательных перемещениях упругого элемента под действием нагрузки стенки камеры 3 "раздуваются" с той же частотой. При этом синхронно перемещается и жидкость внутри каналов, расположенных по всему периметру внутренней поверхности опоры в горизонтальной плоскости. Небольшие перемещения демпфируемого агрегата переводятся в большие перемещения жидкости в канале, а за счет ее трения о стенки канала и на его входе-выходе энергия колебаний агрегата гасится.

Таким образом, работающая гидроопора представляет собой две взаимосвязанные колебательные системы, одна из которых определяется жесткостью эластомера под действием нагрузки и массой этой нагрузки, а вторая — жесткостью раздувания рабочей камеры и массой столбика жидкости, перемещающегося в канале. Очевидно, что обе колебательные системы можно настроить на одну частоту колебаний, тем самым осуществить резонансный "отсос" энергии колебаний демпфируемого агрегата, превратить ее в энергию колебаний жидкости в канале.

На ГАЗе сделана попытка создать расчетную концепцию гидроопор для одного конкретного изделия — двигателя легкового автомобиля. В итоге были разработаны несколько математических моделей гидроопор, а на их основе — опытные образцы опор. При этом частоту настройки гидроопоры выбирали по спектру частот колебаний силового агрегата в диапазоне 0—25 Гц, устанавливаемого на серийных опорах, так как в данном диапазоне опора проявляет свои гид-

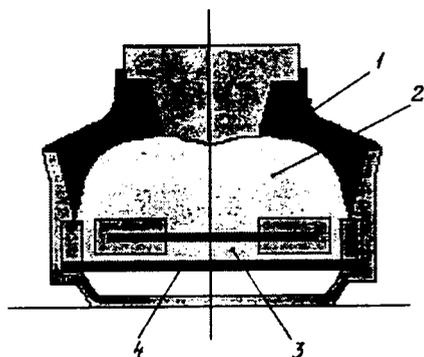


Рис. 2

равлические характеристики (на более высоких частотах жидкость в опоре перестает участвовать в колебательном процессе, и колебания гасятся исключительно за счет внутреннего трения в резине).

Теперь о самих математических моделях.

Основными характеристиками гидроопор являются два параметра — динамическая жесткость $K_{дин}$ опоры в выбранном частотном диапазоне и угол потерь. Чтобы их определить, можно, в принципе, воспользоваться различными математическими моделями. При этом моделируются как отдельные узлы гидропоры (статическая жесткость несущей резины, жесткость раздувания рабочей камеры), так и вся гидроопора.

Так, если нужно найти упругие характеристики несущей резины, лучше всего применить компьютерное моделирование по программе ANSYS и теорию Муни-Ривлина: они позволяют вычислить упругий потенциал нагруженной резиновой конструкции, работающей в гиперупругой области. При этом по известной для выбранной марки резины кривой "сжатие-растяжение" вычисляются девять коэффициентов Муни-Ривлина, характеризующих ее напряженное состояние, а затем по названной программе (с использованием блока "Hyperelasticity" и метода конечных элементов) — статическая жесткость k_1 резины и жесткость k_2 раздувания рабочей камеры гидроопоры. (Конечноэлементная модель резиновой конструкции показана на рис. 3.)

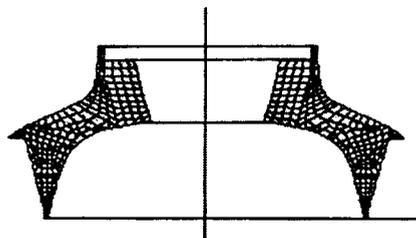


Рис. 3

При определении частотно-фазовых характеристик опор использовались три математические модели.

В первой из них колебательные процессы в гидроопоре описывались системой дифференциальных уравнений, отображающей взаимодействие двух колебательных систем, первое из которых ($\vec{F} = \vec{x}A^2/k - \vec{\xi}AA_k/k + \vec{k}_1\vec{x}$) есть уравнение сил в точке приложения нагрузки к опоре, а второе $m\ddot{\vec{\xi}} = (p_1 - p_0)A_k$ описывает перемещение жидкости в канале под действием избыточного давления $(p_1 - p_0)$ в рабочей камере опоры. В данных уравнениях x — вертикальное перемещение опоры; ξ — горизонтальное перемещение жидкости в канале; A — эффективная поверхность рабочей камеры, на которую действует избыточное давление демпфирующей жидкости; A_k — площадь поперечного сечения канала; k_1 — статическая жесткость несущего тела; $k = \frac{dV}{dp}$ — объемная эластичность камеры (величина, обратно пропорциональная жесткости k_2 раздувания камеры). Решались эти уравнения с помощью математической программы MATHCAD. В результате

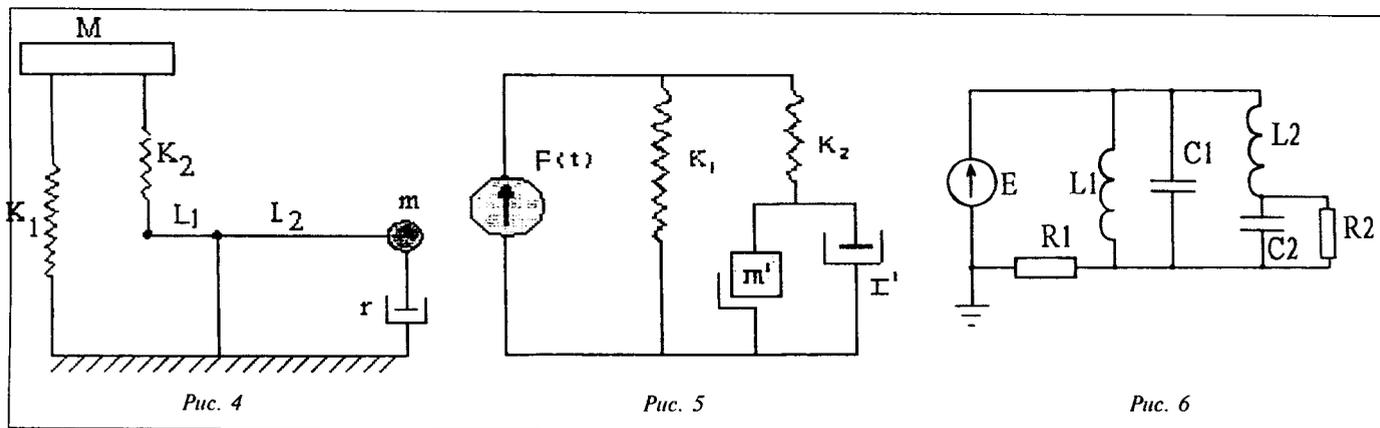


Рис. 4

Рис. 5

Рис. 6

решения уравнений была получена формула для определения динамической жесткости опоры:

$$\bar{K}_{\text{дин}} = \bar{F}/\bar{x} = A^2/k - AA_k/k \xi/\bar{x} + \bar{k}_1.$$

Однако значение этой жесткости можно вычислить и через полное комплексное сопротивление R ($R = F/V$, где F — сила, действующая на опору в вертикальном направлении, V — скорость перемещения верхней точки опоры):

$$K_{\text{дин}} = R\omega i = \omega i / [\omega i k_2^{-1} + (r + \omega i m)^{-1}] + k_1 = A(v) + iB(v). \text{ (Здесь } v = \omega/2\pi.)$$

Аналитические выражения для вычисления величин $A(v)$ и $B(v)$ в целях экономии места не приводим. Отметим лишь, что интересующие нас характеристики гидропоры вычисляются с помощью программы MATHCAD как основные характеристики комплексного числа (тангенс угла потерь $F(v) = B(v)/A(v)$, фазовый угол $f(v) = \arctg(F(v)) \cdot 180/\pi$ и модуль комплексного числа). Тогда $K_{\text{дин}} = \sqrt{A(v)^2 + B(v)^2}$.

Вторая модель была основана на построении механической модели (рис. 4) гидропоры и обсчитывалась с помощью гармонического анализа, заложенного в программе ANSYS и позволяющего получить амплитудно-частотные характеристики колебательной системы. Эта модель представляет опору в виде двух колебательных контуров и соединяющего их "массового рычага". Контур 1 состоит из массы двигателя M , входящей на одну опору, и статической жесткости k_1 опорной резины, контур 2 — из массы m жидкости в канале и статической жесткости k_2 "раздувания" резины. Плечи L_1 и L_2 "массового рычага" вычисляются из отношения площадей A (площадь рабочей камеры) и A_k (площадь поперечного сечения канала): $L_2/L_1 = A/A_k$.

Третья механическая модель — электромодель гидропоры. Суть ее: с помощью методики построения механических цепей предыдущая схема переводится сначала в механическую цепь (рис. 5), а затем в электрическую схему (рис. 6), которая представляет собой "полосовой фильтр". Для расчета таких фильтров существует программное обеспечение в виде программы MICRO-CAP, которая может быть адаптирована под

любой компьютер и позволяет достаточно быстро просматривать различные схемные решения.

В основе электро моделирования лежит общий принцип подобия физических величин, когда с механическими величинами могут быть сопоставлены электрические величины: аналог силы $F \rightarrow$ ток I ; аналог скорости $V \rightarrow$ напряжение U ; аналог перемещения $x \rightarrow$ заряд q ; аналог импульса давления $p \rightarrow$ магнитный поток ψ . При этом аналогом уравнения движения механического маятника может быть либо уравнение для токов (первый закон Кирхгофа), либо уравнение для напряжений (второй закон Кирхгофа) на пассивных электрических элементах (сопротивлении R , индуктивности L и емкости C). Далее находится связь между механическими и электрическими величинами: масса $m \rightarrow$ индуктивность C ; трение $r \rightarrow$ проводимость $1/R$; жесткость $k \rightarrow$ величина, обратная индуктивности $1/L$.

Представление гидропоры в виде полосового фильтра может быть оправдано следующим обстоятельством: теория фильтров и методика их расчета и оптимизации параметров достаточно хорошо отработаны, что должно способствовать поиску новых конструктивных решений при проектировании гидропор.

В результате проведенной работы были получены фазочастотные характеристики, т. е. зависимости динамической жесткости $K_{\text{дин}}$ (кривая 1) и фазового угла φ (кривая 2) от частоты для различных конструктивных вариантов гидропор. Одна из них приведена на рис. 7.

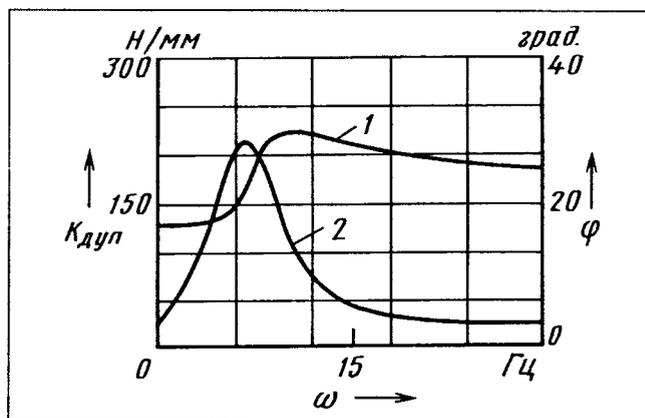


Рис. 7



ПРОГРАММА "НАЗЕМНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА НА АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ВИДАХ ТОПЛИВА"

Д-р техн. наук А. Л. КАРУНИН
МГТУ "МАМИ"

Российский топливно-энергетический комплекс долгое время был ориентирован на увеличение добычи нефти. Однако в последние пять-шесть лет ее извлекается из недр все меньше и меньше. Соответственно снижается (за пять лет — на 40 %) и производство жидких нефтяных топлив. Правда, в условиях реформ, приведших к кризису экономики, падала и потребность в нем. Но кризис, сколь бы продолжительным он ни был, неизбежно сменится подъемом. И тогда складывающаяся тенденция нефтедобычи может резко ухудшить энергетическую безопасность страны. Поэтому уже сейчас необходимы соответствующие "меры профилактики". Прежде всего — меры по расширению номенклатуры топлив, применяемых на транспорте.

Таких топлив известно много. Большинство из них пока что представляют скорее теоретический, чем практический интерес. И только природный газ в начале нового столетия может и должен стать альтернативой жидким нефтяным топливам. Особенно у нас. Ведь в России сосредоточено 43 % его разведанных мировых запасов, а за все годы развития энергетики мы израсходовали лишь малую их часть — 4 %. Это означает, что при современном уровне добычи его хватит на 65—75 лет, т. е. на период, в конце которого, по прогнозам аналитиков, на первое место выйдет природная возобновляемая энергетика (солнце, ветер, морские приливы и т. д.). Кроме того, газовое топливо обладает рядом безусловных достоинств. Во-первых, природный газ не нуждается в технологической переработке; во-вторых, его физико-химические показатели и моторные свойства либо находятся на уровне, либо превышают аналогич-

ные параметры жидких моторных топлив; в-третьих, ДВС при его переводе на газ может работать на сверхбедных смесях, что улучшает топливную экономичность транспортного средства; в-четвертых, газ — экологически чистое моторное топливо: при его использовании резко сокращаются выбросы монооксида углерода и оксидов азота в атмосферу; в-пятых, тепловые потери в двигателе, работающем на газе, существенно меньше, чем в двигателе, работающем на бензине, поскольку газ не нужно испарять; в-шестых, октановое число у газа гораздо больше, чем у бензинов, что позволяет повысить степень сжатия двигателя до экономически и экологически выгодных 12 ед.

Все перечисленное стало известно, конечно, не сегодня. В СССР была даже разработана и начала реализовываться комплексная программа газификации автомобильного транспорта (газовые модификации АТС выпускали ГАЗ, ЗИЛ, автобусные заводы). Однако затем производство газобаллонной автомобильной техники прекратилось, и ею занимаются, по существу, лишь автотранспортные предприятия больших городов (Москва, С.-Петербург и др.). Причем и в ближайшие годы переоборудование обычных АТС в газобаллонные, по всей видимости, будет оставаться одним из основных способов пополнения автопарков такой техникой.

Мера эта — вынужденная и не очень эффективная. Уже хотя бы потому, что штучное производство всегда уступает крупносерийному с точки зрения качества, использования достижений науки и т. д. В свою очередь, небольшой спрос на газовую аппаратуру, с одной стороны,

сужает круг ее производителей, с другой — не способствует использованию в ней технологий высокого уровня.

Тем не менее утверждать, что дело газификации транспорта для России мало- или вообще бесперспективно, было бы, повторяем, ошибкой. За три десятилетия, в том числе последнее, в инфраструктуру работающей на газе техники вложены весьма значительные средства. Например, создана сеть АГНКС, позволяющая реализовать более 4 млрд. м³ газа в год, высвободив тем самым 3,2 млн. т жидкого топлива (правда, используется эта сеть лишь на ~11 %); есть мощности на выпуск 200 тыс. комплектов газовой автомобильной аппаратуры, а также станции технического обслуживания газобаллонных АТС. Не хватает только единой технической и государственной политики по проблеме газификации транспорта: региональные программы (даже такая мощная, как городская московская) общую проблему все-таки не решают. Поэтому специалисты МГТУ "МАМИ" решили разработать и предложить вниманию правительства, производителей и потребителей транспортных средств научно обоснованную комплексную программу перевода этих средств на альтернативные виды топлива, в первую очередь — сжатый природный и сжиженный нефтяной газы. И такая программа сделана. Она содержит цели, задачи, мероприятия, пути и средства достижения поставленных целей, предусматривает меры по ресурсному обеспечению функционирования газобаллонного парка транспортных средств.

В программе девять разделов.

В первом из них приведены наиболее перспективные виды альтернативных моторных топлив, но основной упор с учетом названных выше соображений сделан на сжатый природный и сжиженный нефтяной газы, которые приняты как самые реальные виды моторного топлива на ближайшие годы, а может быть —

и десятилетия. В качестве многообещающего топлива рассматривается также жидкий метан (криогенная технология): объемы для его хранения на борту АТС сокращаются, по сравнению с баллонами для сжатого природного газа, в 600 раз.

В разделе также сформулирована, обоснована и подтверждена данными экспериментальных исследований концепция перспективного ДВС, работающего на смесях топлив (бензин + газ, дизельное топливо + газ, бензин + дизельное топливо) и оснащенного как традиционными, так и электронными средствами управления топливopодачей и воспламенением топливовоздушной смеси. (Основные технические решения по этим системам защищены патентами РФ.) При обосновании концепции разработаны модернизированный рабочий процесс для всей гаммы отечественных двигателей с искровым зажиганием и конструкции систем их питания.

Во втором разделе программы даются принципы и технология формирования структуры автопарка страны, конкретные рекомендации по организации замещения жидких моторных топлив альтернативными как на общенациональном, так и на региональных уровнях. При этом разработчики программы исходили из нынешнего состояния автопарка, в котором, как известно, большую часть составляют автомобили ГАЗ и ЗИЛ средней грузоподъемности. Отсюда и сделанный ими вывод: переоборудованию на газовое топливо подлежат именно эти АТС, поскольку каждое после такого перехода сэкономит до 10 т бензина в год (для замещения 1 т бензина нужно 1265 м³ сжатого природного газа или 0,98 т сжиженного нефтяного).

В разделе оговаривается и путь переоборудования автомобилей ГАЗ и ЗИЛ: МГТУ "МАМИ" совместно с машиностроительным заводом "Аскольд" (г. Арсеньев) разработал специально для них комплекты газобаллонной аппаратуры, и завод уже сегодня может выпустить не менее 100 тыс. таких комплектов в год. Причем аппаратуры современной, тоже защищенной патентами РФ. Аналогичная работа проведена с НПО "Компрессор" (С.-Петербург) и ОАО "Инкар" (г. Пермь), которые могут производить еще 75 тыс. комплектов аппаратуры для питания ДВС как сжатым природным, так и сжиженным нефтяным газами.

Третий раздел программы посвящен стационарным и передвижным газозаправочным станциям. В нем, в частности, дается информация о том, что МГТУ "МАМИ" и НПО "Компрессор" уже создали опытный образец АГНКС-БК-75, обеспечивающей 75 заправок в сутки, т. е. пригодной для обеспечения работы среднего автопарка.

Четвертый раздел — это рекомендации по вопросу приспособления производственно-технической базы автопредприятия к работе на газовом топливе (меры взрывной и пожарной безопасности; посты аккумуляирования сжатого природного газа, слива сжиженного нефтяного газа, дегазации баллонов, подогрева ДВС в зимний период с помощью газового топлива и т. д.). В нем же дается методика расчета затрат на реконструкцию производственно-технической базы.

Пятый раздел — оборудование и инструмент для технического обслуживания и ремонта, организация его выпуска, поставок. В качестве норматива принято: 0,7 станда мод. К-277 на 100 автомобилей.

Шестой раздел — развитие системы периодического освидетельствования автомобильных газовых баллонов. Норматив: три течеискателя на одно АТП.

Седьмой раздел — о подготовке и повышении квалификации кадров, предназначенных для проектирования, производства и эксплуатации транспортных средств на альтернативных видах топлив. Эту роль, в соответствии с программой, должны выполнять вузы. В частности, организованные на базе МГТУ "МАМИ" курсы по подготовке и переподготовке специалистов как широкого профиля (конструирование, эксплуатация, переоборудование АТП, техническое обслуживание топливной аппаратуры), так и со специализацией по дисциплинам (методы расчета, диагностирование, оценка приспособленности газовой аппаратуры).

Восьмой раздел — об обеспечении отрасли нормативно-технической и проектно-конструкторской документацией (перечень, разработка, порядок введения в действие и т. д.), распространении опыта эксплуатации газифицированных транспортных средств (семинары, деловые игры и т. п.).

Девятый раздел — об оперативном управлении самой программой, т. е. порядке внесения в нее изменений, основанных на анализе текущей информации.

Программа, как и стандарты Ассоциации автомобильных инженеров, — документ не нормативный. То есть содержащиеся в ней положения носят характер рекомендаций. Однако рекомендаций научно обоснованных, подтвержденных практикой. Поэтому их применение выгодно всем — и производителям, и потребителям транспортных средств.

ГОСТ и ТУ по БЕНЗИНАМ

Т. Х. МЕЛИК-АХНАЗАРОВ,
С. Н. ОНОЙЧЕНКО, В. Е. ЕМЕЛЬЯНОВ,
д-р техн. наук Т. Н. МИТУСОВА

ОАО "ВНИИ НП"

В связи с присоединением России к европейским экологическим программам возникла острая необходи-

мость в разработке нового стандарта, организации промышленного производства автомобильных бензинов и дизельных топлив, отвечающих европейским требованиям к качеству автобензинов (EN 228) и дизельных топлив (EN 590). И такой стандарт, ГОСТ Р 51105—97 "Топлива для двигателей внутреннего сгорания. Неэтилированные бензины. Технические требования", разрабо-

тали специалисты ВНИИ НП. Он позволяет обеспечить нормы "Евро-1" и "Евро-2" на выбросы вредных веществ автомобилями.

Стандарт предусматривает четыре марки неэтилированных бензинов: "нормаль-80", "регуляр-91", "премиум-95" и "супер-98". Максимально допустимое содержание свинца в любом из них — не более 10 мг/л.

Бензин "нормаль-80" предназначен для использования на грузовых автомобилях наряду с бензином А-76 по ГОСТ 2084—77; неэтилированный "регуляр-91" заменяет собой этилированный АИ-93; "премиум-95" и "супер-98" полностью отвечают европейским требованиям и предназначены в основном для зарубежных автомобилей, ввозимых в Россию.

С целью ускорения перехода на производство неэтилированных бензинов предприятиям, вырабатывающим такие бензины, разрешено до 2003 г. в бензин "нормаль-80" вводить до 50 мг/л марганцевого антидетонатора, а в бензин "регуляр-91" — до 18 мг/л.

Следуя мировой тенденции по ограничению содержания бензола в автобензинах, в новый стандарт введен показатель "объемная доля бензола" с нормой не более 5 %. Уже сточает он и требования по показателю "массовая доля серы" (норма не более 0,05 %). Введена норма по показателю "плотность": для бензина "нормаль-80" она при 288 К (15 °С) должна быть 700—750 кг/м³, а для трех других — 725—780 кг/м³. Установлены также единые нормы для всех бензинов по показателям "концентрация фактических смол" (не более 5 мг/100 см³) и "индукционный период" (не менее 360 с), что увеличивает гарантийный срок хранения бензинов до одного года со дня изготовления. В то же время для бензинов, предназначенных для длительного (пять лет) хранения, индукци-

онный период установлен не менее 1200 мин.

В виде отдельной таблицы даны показатели, характеризующие испаряемость бензина. По предложению "АвтоВАЗа" автомобильные бензины по испаряемости делятся на пять классов — в соответствии с числом климатических зон, предусмотренных ГОСТ 16350. Для каждого класса определены нормы по показателям: "давление насыщенных паров", "фракционный состав" и введен показатель "индекс паровой пробки".

Таким образом, ГОСТ по автомобильным бензинам есть. Разработаны и технические условия на их производство. Это ТУ 38.401-58-171—96. Они устанавливают восемь марок автомобильных бензинов: АИ-80 ЭК, АИ-92 ЭК, АИ-95 ЭК, АИ-98 ЭК и АИ-80 ЭКп, АИ-92 ЭКп, АИ-95 ЭКп, АИ-98 ЭКп. (Четыре последних — с присадками.)

С января 1997 г. все восемь марок вырабатываются ОАО "МНПЗ" и применяются в Москве и Московской области. Установлено: переход на них резко, на 166 тыс. т в год, уменьшил вредные выбросы в Москве.

Одним из путей снижения токсичных выбросов автотранспортом служат, как известно, моющие присадки к бензинам. Во ВНИИ НП есть и такие разработки — многофункциональные присадки ("Афен", "Автомаг"), которые одновременно улучшают антиобледенительные и антикоррозионные свойства бензинов. В частности, присадка "Авто-

маг" хорошо смешивается с бензинами различных марок, снижает выбросы монооксида углерода и углеводородов с отработавшими газами, экономит до 5 % топлива.

Другой известной возможностью снижения токсичных выбросов автотранспорта является применение кислородсодержащих высокооктановых соединений, таких как МТБЭ и этанол. Целесообразность их использования в качестве высокооктанового компонента топлива сомнений не вызывает. Есть для этого и возможность. В России имеются в наличии свободные мощности на Хорском гидролизном заводе и Самарском заводе синтетического спирта ("Этанол"); во ВНИИ НП завершены исследования по созданию и внедрению в производство бензино-этанольных топлив (установлено, что добавление 3 % (макс.) этанола превращает бензин в высокооктановый) и разработаны технические условия на высокооктановые компоненты на базе этанола (ТУ 38.401-58-119—95, ТУ 9291-001-32465440-38 "Продукт спиртосодержащий для повышения октановых чисел бензина", ТУ 38.401.1052—96 "Многофункциональная присадка "лазури" к автомобильным бензинам", ТУ 38.401.1052—96 "Условия на бензины, содержащие этанол"), где наряду с основными требованиями, предъявляемыми к бензинам, введен показатель фазовой стабильности.



За рубежом

УДК 629.113

ДВИЖУЩИЕ СИЛЫ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ КОНСТРУКЦИИ АТС

Р. Л. ПЕТРОВ, М. В. ВАСИЛЬЕВ

ОАО "АвтоВАЗ"

За свою более чем столетнюю историю автомобиль стал весьма сложным техническим изделием. Многие его агрегаты и узлы доведены до предела механического со-

вершенства и продолжают развиваться уже на качественно новом уровне, "обрастая" электронными системами управления и контроля.

Совершенствуется не только конструкция, определяющая эксплуатационные свойства и параметры, но также процессы производства и утилизации. То есть весь жизненный цикл автомобиля, затрагивающий не только самого потребителя, но и остальных членов общества, среду их обитания.

Надо сказать, устойчивая тенденция к снижению экологического воздействия автомобиля на человека и окружающую среду появилась сравнительно недавно. До этого на протяжении длительного времени автомобили становились все больше и тяжелее, потребляли больше топлива. При этом отдельные технические решения, направленные на экономию топлива, не приносили существенных результатов, так как "перекрывались" расходными "статьями": с ростом уровня жизни потребитель

требовал и требует от автомобиля все больших скоростей и комфорта, невозможных без дополнительных энергозатрат.

Ситуация кардинально изменилась лишь в последнее десятилетие, когда не отдельные энергетические кризисы, а угроза глобальной экологической катастрофы выдвинула на первое место именно требования по защите окружающей среды, экономии топлива и других ресурсов при производстве, эксплуатации и утилизации автомобилей. Главными рычагами, направившими развитие конструкции АТС в данном направлении, стали меры законодательные: нормы Правил ЕЭК ООН, Директивы ЕС, иные международные и национальные нормативные акты. Так, правительство Германии приняло постановление, согласно которому в период 1990—2010 гг. предстоит снизить на 25 % суммарные выбросы вызывающего парниковый эффект диоксида углерода (углекислого газа). Кроме того, здесь установлен новый порядок налогообложения владельцев транспортных средств, предусматривающий льготы для экономичных и малотоксичных автомобилей.

В ближайшем будущем в Европе, возможно, будут введены (директивой ЕС) ограничения на средний расход топлива для новых автомобилей.

Таким образом, производители автомобильной техники оказались "зжатыми" между двумя противоположными факторами — желанием покупателя и законодательными (общественно необходимыми) ограничениями. При этом, однако, паралич отрасли не наступил. Напротив, благодаря третьему фактору — усилиям самих производителей, стремящихся не только выполнить сегодняшние условия потребителей и законодателей, но и предвосхитить завтрашние, — наблюдается интенсивное развитие автомобилестроения и его продукции именно в необходимом направлении.

Плоды данного процесса уже весьма ощутимы: автомобили становятся меньше и легче. Так, в первой десятке наиболее продаваемых в Западной Европе автомобилей девять имеют длину до 4,2 м и массу до 1,1 т. Это "Фольксвагены" семейств "Гольф" и "Поло", "Опели" — "Астра" и "Корса", "Форды" — "Эскорт" и "Фиеста", "Рено" — "Меган" и "Клио", а также

"Фиат-Пунто". К малому и особо малому классам приковано сейчас внимание даже фирм, занимавшихся ранее лишь дорогими автомобилями. Например, "Ауди" вложила довольно много средств в разработку "компактной" модели А3, а "Мерседес-Бенц" — автомобилем "Смарт" и перспективного А-140.

То есть автомобили, наконец, перестали расти "вширь". Теперь более высоких показателей добиваются за счет новых материалов, технологий и технических решений. Один из ярких тому примеров — автомобиль под условным названием *P2000*, созданный фирмой "Форд". Это седан, близкий по размерам к модели "Таурус" образца 1997 г. В конструкции *P2000* использовано больше алюминия, магния, титана и композитов и меньше черных металлов. В результате масса автомобиля составила всего 905 кг против 1503 у аналога, кузова — 396 (против 712), агрегатов ходовой части — 216 (368), силового агрегата — 258 (360). Двигатель (дизель) рабочим объемом 1,2 л развивает мощность 55 кВт (75 л. с.), что почти вдвое меньше, чем у бензинового двигателя "Тауруса", но для нового седана, самого легкого среди аналогов, вполне достаточно.

Второй пример — еще более революционный. Это автомобиль *MAXX* фирмы "Опель". В его конструкции применены не только легкие материалы (в основном алюминий), но и иная компоновка кузова с более вертикальной и более плотной посадкой пассажиров и водителя. Благодаря этому автомобиль получился не только легким (650 кг), но и очень компактным: его длина составляет всего 3 м, что на 0,75 м меньше, чем у самого малого серийного "Опеля" — модели "Корса". По своему назначению *MAXX* — автомобиль городской, но по уровню комфорта и характеристикам не сравним с примитивными микроавтомобилями и мотоциклами, считавшимися еще недавно типичными "городскими" АТС. При этом расход топлива у него составляет в среднем ~3 л, что обеспечивается как малой массой, так и совершенством двигателя.

Экономичности двигателей фирма "Опель" вообще уделяет большое внимание. Причем применительно не только к перспективным, но и к серийным моделям. В настоящее

время на автомобилях "Опель" применяются двигатели семейства "Эко-тек", в которое входят шесть моделей рабочим объемом от 1,4 до 3,0 л, развивающие максимальную мощность от 66 до 155 кВт (90—210 л. с.). Все они — бензиновые с четырьмя клапанами на цилиндр, высокой степенью сжатия, электронным управлением. И если сегодня усредненный по всем моделям фирмы расход топлива составляет 7 л на 100 км, то уже через два-три года специалисты рассчитывают снизить его до 6,5, а через пять лет — до 6,0 л на 100 км. Дальнейшее совершенствование двигателей идет за счет большего применения легких и прочных материалов, таких как алюминий, титан, магний, композиты, а также антифрикционных покрытий. Оптимизируются системы и алгоритмы электронного управления ДВС (впрыскиванием топлива, опережением зажигания, фазами газораспределения и т. д.).

Следует отметить, что многолетние исследования альтернативных силовых агрегатов и альтернативных топлив пока так и не привели к радикальному изменению энергоустановок, и в ближайшее десятилетие, по мнению специалистов зарубежных фирм, предстоит совершенствовать все те же бензиновые двигатели и дизели.

Тем не менее перспективы у альтернативных топлив есть. К примеру, неплохие шансы на массовое использование в ближайшем будущем у газов — сжиженного нефтяного и особенно сжатого природного, запасы которого еще весьма велики. Единственный серьезный недостаток последнего — малая энергетическая плотность (количество энергии на единицу объема). Что касается вопросов безопасности, то они на сегодняшний день легко решаются, а основной проблемой остается "психологический барьер".

Не получают, по мнению специалистов, широкого распространения электромобили, которым еще недавно прочили будущее. Причины очевидны: малый запас хода, большая масса, высокая стоимость. Преодолеть их в ближайшее время не представляется возможным. При этом экологическая чистота, приписываемая электромобилю, в сущности, понятие мнимое, так как не учиты-

вает экологические последствия выработки самой электроэнергии. Иное дело — автомобили гибридные: они снабжены тем или иным накопителем и позволяют разумно расходовать энергию, вырабатываемую небольшим ДВС, который работает только в оптимальных режимах. Данному направлению уделяют внимание все ведущие и быстро развивающиеся автомобильные фирмы.

Как известно, весьма существенно влияют на расход топлива аэродинамические показатели автомобиля. Для их улучшения за последние два десятилетия сделано очень много: у современных легковых автомобилей C_x удалось не просто

уменьшить, а довести до "самолетного" уровня (например, у "Опеля Калибра" он составляет 0,26). Поэтому дальнейшая работа над аэродинамикой радикального повышения экономичности уже не принесет, хотя и продолжается с использованием современных компьютерных методов.

В то же время есть некоторые резервы в совершенствовании трансмиссии, подвески, шин. В частности, сопротивление качению колеса только за счет шин вполне можно снизить на ~20 %.

Разумеется, новые материалы, высокие технологии, более сложные технические решения, как правило, дороже применявшихся ранее. По-

этому их использование в конструкции АТС сдерживается в первую очередь платежеспособностью потребителя. Тем не менее они постепенно внедряются: сначала на наиболее дорогих автомобилях, затем на доступных широкому слою населения и, наконец, на самых дешевых. Такой же порядок "прижился" в последнее время и в российском автомобилестроении: принципиально новые агрегаты, узлы, комплектующие, материалы и технологии по мере освоения и наращивания выпуска пусть медленно, но дешевеют, "расползаясь" с престижных моделей на массовые.

Особенности модельного ряда "Мицубиси"

За последние 10 лет объемы выпуска автомобилей в России, особенно грузовых, существенно сократились. Чтобы увеличить спрос на свою продукцию, автопроизводители вынуждены были (сначала робко, а затем все интенсивнее) обновлять и разнообразить ее, т. е. расширять модельные ряды. Однако этот процесс, давно господствующий в зарубежном автомобилестроении, не беспределен. Он ограничен многими обстоятельствами: финансовыми возможностями фирмы, особенностями конструкций базовых моделей, результатами маркетинговых исследований, наконец, традициями.

Например, фирма СААБ не выпускает пикапы и фургоны, "Опель" не делает микроавтобусы, а "Ламборгини" производит исключительно дорогие "спортивные" автомобили, причем всего трех моделей. Даже у ФИАТа и большинства японских фирм, стремящихся занять место во всех сегментах рынка и оперативно реагирующих на его запросы, гаммы

выпускаемых ими АТС, хотя и весьма широки, но все-таки небезграничны.

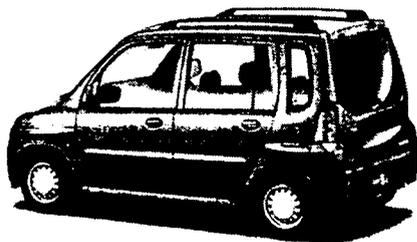
Взять, скажем, одного из мировых лидеров — фирму "Мицубиси". Здесь не ориентируются на какие-то классификации, раз и навсегда установленные типажи и стандарты, но, чутко отслеживая потребности потенциальных покупателей, делают те автомобили, которые нужны в данный момент (финансовое положение фирмы это позволяет). Но ясно, что такой стратегии не могут себе позволить, к примеру, "Шкода" или "Москвич". Тем не менее поведение "Мицубиси" — тенденция, которая притягательна и для них. Поэтому есть смысл остановиться на ней подробнее.

Первое, что обращает на себя внимание: автомобили "Мицубиси" по сравнению с продукцией других фирм не только разнообразнее, но и более четко специализированы. Так, некоторые модели здесь создают только для японского рынка, некоторые — для японского, американского и австралийского; выделяются модельные "субряды", состоящие из традиционных легковых автомобилей, внедорожников и полноприводных пикапов, "спортивных" моделей, а также автомобилей с вертикальной посадкой водителя и пассажиров.

Есть и три модели мини-автомобилей. Это "Миника" — трех- или пятидверный четырехместный хэтчбек (габаритные размеры — 3395 × 1475 × 1510) с трехцилиндровым двигателем рабочим объемом 0,657 л

и мощностью 37 кВт (50 л. с.); созданный на той же платформе и в тех же габаритах, но при увеличенной на 230 мм высоте четырехместный пятидверный универсал "Топпо-ВJ", для которого характерна высокая посадка водителя и пассажиров, а следовательно, увеличенная вместимость; выполненный на той же платформе, но с увеличенной на 50 мм базой, полукапотный мини-вэн "Таун Бокс" с практически вертикальной посадкой экипажа. У "Таун Бокса" есть модификации в виде грузовых (остекленного и неостекленного) фургонов.

Легковые автомобили традиционной конструкции в модельном ряду представлены пятью семействами — "Кольт (Мираж)—Лансер", "Каризма", "Галант", "Диамант" и "Дебонейр", а также большим числом модификаций. Например, автомобили первого из перечисленных семейств выпускаются в виде трехдверного хэтчбека ("Кольт"), четырехдверного седана ("Лансер"), пятидверного универсала ("Лансер Вэгон"). На них, как правило, используются ли-



"Топпо ВJ"



"Таун Бокс"

бо четырехцилиндровые бензиновые двигатели рабочим объемом 1,3, 1,5 и 1,6 л (мощность 55—83 кВт, или 75—113 л. с.), либо дизель (2,0 л, турбонаддув, 65 кВт, или 88 л. с.). Однако на дорогих модификациях возможны и более мощные: шестицилиндровый V-образный рабочим объемом 1,8 л (99 кВт, или 135 л. с.), четырехцилиндровые 1,6-, 1,8- и 2,0-литровые (129 кВт, или 175 л. с.; 151 кВт, или 205 л. с.; 206 кВт, или 280 л. с.) двигатели.

Второе семейство — "Каризма" выполняется с кузовами хэтчбек (пятидверный) и седан (четырехдверный). Они оснащаются четырехцилиндровыми бензиновыми двигателями рабочим объемом 1,6 и 1,8 л и мощностью 74 и 92 кВт (100 и 125 л. с.), а также 1,9-литровым дизелем мощностью 92 кВт (125 л. с.).

Третье семейство, "Галант", включает только автомобили с кузовами седан и универсал, на которые устанавливают четырех- и шестицилиндровые бензиновые двигатели соответственно рабочим объемом 2 и 2,4, 1,8 и 2,5 л, мощностью 100 и 110 кВт (136 и 150 л. с.), 103 и 120 кВт (140 и 163 л. с.), а также двухлитровый дизель мощностью 66 кВт (90 л. с.).

Четвертое и пятое семейства — седаны "Диамант" и "Дебонейр". Они близки по своим параметрам, но заметно отличаются дизайном, дополнительным оборудованием и отделкой. Оба оснащаются V-образными шестицилиндровыми бензиновыми двигателями: "Диамант" — 3- и 3,5-литровыми, мощностью 177 и 157 кВт (241 и 213 л. с.), а "Дебонейр" — форсированным вариантом 3,5-литрового (степень сжатия 10 вместо 8,9), мощностью 191 кВт (260 л. с.).

Несколько особо стоят автомобили "спортивного типа". В отличие от аналогичных модификаций, скажем, "Лансер", они не предназначены для спортивных соревнований, а рассчитаны на потребителя, просто желающего ездить на высоких скоростях. Таких моделей три: ФТО, "Эклипс" и ГТО. Все они имеют кузов типа "купе 2 + 2"; привод — передний или полный. Двигатели расположены впереди, поперечно. Причем ФТО комплектуются двигателями рабочим объемом 1,8 (мощность 92 кВт, или 125 л. с.) и 2 л (V-образный шестицилиндровый, мощность 125 кВт, или 170 л. с., без

наддува и 147 кВт, или 200 л. с., — с турбонаддувом). "Эклипс" чуть длиннее и шире ФТО (на 35 и 15 мм соответственно), на 100 мм выше и на ~300 кг тяжелее; двигатели — четырехцилиндровые рабочим объемом 2 л (мощность 107 кВт, или 145 л. с.) и 2,4 л (115 кВт, или 156 л. с.), а также V-образный шестицилиндровый рабочим объемом 3 л (133 кВт, или 208 л. с.).

Модель ГТО, выпускающаяся также под индексом "3000GT", несколько крупнее и мощнее двух первых, хотя ее база короче. Помимо купе потребителю предлагается открытый кузов — родстер. Двигатели — шестицилиндровые, V-образные рабочим объемом 3 л, выпускаются в трех модификациях: первая, со степенью сжатия 10,0 и распределенным впрыскиванием топлива, развивает мощность 165 кВт (224 л. с.) при 600 мин⁻¹; вторая и третья имеют меньшую (8,0) степень сжатия, но оснащены турбонаддувом с охлаждением наддувочного воздуха и развивают мощность 210 и 238 кВт (286 и 323 л. с.) при той же частоте вращения коленчатого вала. Турбонаддувные двигатели при умеренном расходе топлива (в городском цикле — 9,5, в пригородном — 17,4 л/100 км) обеспечивают автомобилям ГТО максимальные скорости до 250 км/ч и время разгона с места до скорости 100 км/ч — 5,1—5,9 с.

Особое место в модельном ряду "Мицубиси" занимают универсалы повышенной вместимости и минивэны: помимо мини-автомобилей "Топпо ВJ" и "Таун Бокс", которые выпускаются только для японского рынка, фирма изготавливает пять таких моделей: "Мираж Динго", "Спейс Стар", "Спейс Раннер", "Спейс Вэгон" и "Спейс Гир".

Первая создана на базе агрегатов семейства "Кольт-Лансер". Это пятиместный универсал повышенной вместимости, близкий по размерам (за исключением высоты) к хэтчбеку



"Мираж Динго"



"Спейс Стар"

"Кольт" ("Мираж"), но имеющий, благодаря более высокой посадке экипажа, вдвое больший объем багажного отсека. Пол салона — плоский, сиденья — трансформируемые, что позволяет изменять внутреннюю планировку салона. Двигатель — бензиновый, с непосредственным впрыскиванием топлива; его рабочий объем — 1,5 л, мощность — 77 кВт (105 л. с.); коробка передач — четырехступенчатая автоматическая ГМП.

Вторая модель предназначена в основном для европейского рынка, поэтому автомобиль собирают в Голландии. Все его агрегаты — от семейства "Каризма", однако база на 50 мм короче, колеса передних колес на 20 мм шире, а задних, наоборот, на 5 мм уже, длина и ширина соответственно на 445 и 10 мм меньше, а высота — на 115 мм больше. Объем багажного отсека тоже меньше на 60 л (370 против 430 л), но при сложенных задних сиденьях, напротив, на 220 л больше, в итоге несколько меньшей получилась масса автомобиля; полезная нагрузка сосредоточена на меньшей длине, главным образом внутри базы при очень небольшом увеличении высот — габаритной и расположения центра масс.

Динамические показатели "Мицубиси Спейс Стар" достаточно высоки. Так, с двигателем рабочим объемом 1,8 л мощностью 90 кВт (122 л. с.) его максимальная скорость составляет 190 км/ч, время разгона до 100 км/ч — 10,4 с. (У "Каризмы" с разными двигателями эти показатели равны 180—200 км/ч и 10—13 с.) Выпускается автомобиль и с менее мощным (63 л. с., или 86 кВт) двигателем рабочим объемом 1,3 л (максимальная скорость — 170 км/ч, время разгона до 100 км/ч — 13,4 с.).

Третий "высокий" автомобиль — "Спейс Раннер" (в Японии — RVR). Его кузов по основным пропорциям близок кузову модели "Спейс Стар", но по габаритным размерам несколько больше: длина — на 240—



"Спейс Раннер"

250 мм (в зависимости от модификации), высота — на 135 мм, база — на 50 мм. Колея и ширина автомобиля, напротив, несколько меньше. При этом главная его особенность — дверь: для пассажиров второго ряда сидений она одна, сдвижная, в правом борту ("автобусное" решение).

Модель комплектуется бензиновыми двигателями рабочим объемом 1,8; 2 и 2,4 л. Первый из них (мощность 110 кВт, или 150 л. с.) представляет собой форсированный "по оборотам" вариант двигателя, применяющегося на моделях "Каризма", "Галант" и "Спейс Стар", и устанавливается на автомобилях для внутриазиатского рынка. Второй и третий — для европейского (двухлитровый — с распределенным впрыскиванием топлива, его мощность 100 кВт, или 136 л. с., и 2,4-литровый — с непосредственным впрыскиванием, его мощность — 110 кВт, или 150 л. с.; с ними автомобиль развивает максимальную скорость, равную соответственно 185 и 190 км/ч, и разгоняется до 100 км/ч за 11 и 10,4 с).

Вместимость "Спейс Вэгона" — шесть-семь человек. В отличие от "Спейс Раннера" он имеет обыкновенные распашные двери с двух сторон, а внешне очень похож на традиционный (низкий) универсал с большим задним свесом. По своим габаритным размерам (кроме высоты) автомобиль значительно превосходит модели "Спейс Стар" и "Спейс Раннер". Оба ряда пассажирских сидений складываются, освобождая пространство (1,93 м³) для размещения 500 кг груза. Двигатели — бензиновые, рабочим объемом 2 и 2,4 л, их мощность соответственно 98 и 110 кВт (133 и 150 л. с.). Они обеспечивают автомобилю максимальную скорость 180—190 км/ч и время разгона до 100 км/ч, равное 10,7—13 с.

Модель "Мицубиси Спейс Гир" — однообъемный восьмиместный мини-вэн, близкий по горизонтальным габаритным размерам к "Спейс Вэгону", но более тяжелый (снаряжен-

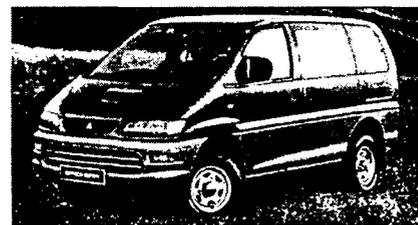
ная масса 1,62—1,86 т, полная — 2,4—2,7) и вместительный (объем багажного отделения при сложенных сиденьях — 3,5 м³). Задний ряд сидений состоит из двух "полуполторных" кресел, которые при разложенных в горизонтальной плоскости спинках поднимаются и фиксируются вертикально вдоль бортов, средний — из двухместного "дивана" и одного откидного сиденья. Раскладывая сиденья, можно получить практически ровную поверхность: сложив одну из половин заднего — шести-семиместный салон с местом для крупной собаки или двух велосипедов, сложив все задние сиденья — грузопассажирский пятиместный автомобиль.

На всех семействах легковых автомобилей "Мицубиси", за исключением модели "Каризма", предусмотрены полноприводные модификации. Однако только на "Спейс Гир" полный привод по своим конструкциям и возможностям приближается к приводу внедорожников. Близок к ним автомобиль и по габаритным размерам, особенно по высоте. То есть "Спейс Гир" сочетает в себе качества транспортных средств трех типов: легкового автомобиля (комфорт и динамические показатели), грузопассажирского (комби) микроавтобуса (вместимость и "трансформируемость" салона) и внедорожника (полный привод с понижающей передачей, увеличенный дорожный просвет).

Последняя группа легковых автомобилей "Мицубиси" — внедорожники. Здесь можно выделить три семейства: "Паджеро Мини", "Паджеро" и "Паджеро Спорт" ("Челенджер"). Все они — с независимой передней подвеской и зависимой задней (с цельным ведущим мостом). При этом семейство "Мини" — трехдверные универсалы, оснащенные бензиновыми двигателями рабочим объемом 0,659 л и мощностью 38 (52 л. с.) и 47 (64 л. с.); коробки



"Спейс Вэгон"



"Спейс Гуп"

передач — пятиступенчатая механическая и четырехступенчатая автоматическая ГМП. Есть в семействе и модификация "Юниор", которая отличается от "Мини" несколько большими (за счет дополнительных навесных элементов) габаритными размерами и более мощным (59 кВт, или 80 л. с.) 1,1-литровым двигателем.

Семейство "Паджеро" включает трех- и пятидверные универсалы (база соответственно 2420 и 2725 мм) с четырех- и шестицилиндровыми бензиновыми двигателями (2,4; 3 и 3,5 л), а также дизелями (2,5 и 2,8 л) мощностью 73—180 кВт (99—245 л. с.).

Семейство "Паджеро Спорт" выпускается на том же шасси, что и пятидверные "Паджеро", но отличается иным дизайном кузова. К этому семейству можно отнести и пикапы L-200, изготавливаемые с кабинами трех типоразмеров — однорядной, двухрядной и однорядной увеличенного объема.

Любопытно, что и заднеприводные пикапы "Мицубиси" сконструированы именно на шасси внедорожников. Этим обусловлены некоторые их ценные качества. Во-первых, вертикальная посадка водителя и пассажиров позволяет более рационально использовать длину автомобиля; во-вторых, рамное шасси лучше приспособлено для больших нагрузок; в-третьих, степень унификации с базовой моделью в данном случае намного выше, чем у пикапов на базе традиционных легковых автомобилей с несущим кузовом.

Как видим, типаж автомобилей "Мицубиси" продолжает эволюционировать даже при том разнообразии моделей, которое характерно для фирмы. Причем особенно интенсивно развиваются мини-вэны и универсалы повышенной вместимости с вертикальной посадкой водителя и пассажиров, которые становятся более популярными у потребителей, чем внедорожники.

А. Г. ТРЕФИЛОВ



Фирма "Форд" провела "ревизию" одной из своих популярных спортивных моделей — "Контур SVT" (1997 г.) и изготовила седан 1999 модельного года — "Контур SVT E1". Новый автомобиль оборудован пятилучевыми литыми колесными дисками, на которые установлены шины размера 205/55 ZR 16, имеющие более высокий, чем у его предшественника, коэффициент сцепления с сухим и влажным покрытием и менее шумные. Новые амортизаторы позволили устранить один из главных недостатков SVT — существенный крен кузова на крутых поворотах. Двигатель V6 рабочим объемом 3 л и мощностью 265 кВт (195 л. с.) и пятиступенчатая механическая коробка передач остались прежними. SVT E1 оснащен передними и задними

дисковыми тормозами и четырехканальной АБС. У обновленной модели несколько короче тормозной путь и улучшенные динамические показатели. Дополнительное оснащение — лишь проигрыватель и люк в крыше, все остальное входит в стандартную комплектацию. Ежегодный объем выпуска нового спортивного седана — 5 тыс. шт.

Американская фирма ВНМА, свыше 10 лет работающая в области тюнинга, установила на 5,4-литровый двигатель пользующегося большим спросом внедорожника "Линкольн Навигатор" шведский турбокомпрессор, новые головки цилиндров и выпускную систему. В результате его мощность возросла до 294 кВт (400 л. с.). Изменила она и программу работы автоматической коробки передач. Теперь джип разгоняется до скорости 96 км/ч за 7,4 с, что на 3 с лучше аналогичного показателя стандартного "Навигатора". Благодаря но-

вым тормозам "Бремго" на ~3 м сократился тормозной путь, мощные стабилизаторы улучшили плавность хода автомобиля на поворотах.

В настоящее время ВНМА разрабатывает для "Линкольн Навигатора" многофункциональный компьютерный комплекс, объединяющий спутниковую навигационную систему, аудио-, видеоаппаратуру и др.

Американское национальное агентство по безопасности дорожного движения наложило на фирму "Форд" крупный штраф за "непредоставление своевременного уведомления о поломках, касающихся безопасности эксплуатации автомобиля", поскольку та скрыла информацию о многочисленных (более 1,1 тыс.) случаях возгорания ряда ее моделей ("Эскорт", "Мустанг", "Меркьюри", "Аэростар", "Бронко") и своевременно не устранила конструктивный дефект в системе зажигания на всех 8,6 млн. автомобилей, выпущенных в 1992—1996 гг.

Поправка. Авторы статьи "Упрочняюще-восстанавливающие покрытия. Новый способ оценки адгезионной прочности", опубликованной в "АП", 1999, № 11, стр. 28: канд. техн. наук А. Б. Коберниченко, д-р техн. наук Е. Н. Моос, Т. А. Клименкова, В. В. Салтан.

Содержание

К юбилею Н. А. Пугина	1
ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА	
Шмидт А. Г., Токарев А. А. — Государственное регулирование топливной экономичности АТС	3
АСМ-факты	5
КОНСТРУКЦИИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ	
Никольников Э. Н., Вайсблум М. Е., Галевко Ю. В., Давыдов А. Д., Барашков А. А., Мельников О. В., Невский Н. В., Копнин Г. Н. — Гражданский броневедомитель: каким ему нужно быть?	6
Кузнецов Е. В. — Математическая модель рабочего процесса дизеля	9
Трансмиссии. Тенденции развития	
Тарасик В. П., Рынкевич С. А. — Концепция интеллектуальной системы управления гидромеханической трансмиссией АТС	12
Тверсков Б. М. — Коробки передач большегрузных АТС	14
Руктегель О. С., Захарик А. М. — Кинематическое моделирование зубчатого зацепления редукторов	17
Чернышев Г. Д., Антропов Б. С., Слабов Е. П. — Фильтрация воздуха — важнейший из путей повышения ресурса ДВС	20
Читатель предлагает	
Хортов В. П. — Новый взгляд на экологическую опасность АТС	22
В НИИ, КБ и на заводах	24
АВТОТЕХОБСЛУЖИВАНИЕ	
Заяц Ю. А., Бойков В. А. — Тяжелые примеси в топливе не снижают надежность дизеля	25
Грехов И. Н., Волковичер Л. С., Клецкин Б. Э., Волковичер Ю. Л., Грехов О. И., Шелконогов Е. С. — Центробежное литье как способ восстановления гильз цилиндров двигателей	25
ТЕХНОЛОГИЯ, ОБОРУДОВАНИЕ, МАТЕРИАЛЫ	
Окулов В. В., Середенин В. А., Ахматов Е. Г. — Коррозионные испытания в лабораториях ВАЗа	27
Назаров А. Д., Чоммьев М. Р. — Расход масла на "угар". Новый метод определения	28
Щедрин А. В. — Оснастка для редуцирования маложестких штоков пневмоцилиндров	29
Власов Г. А., Волкова Э. П., Маленин Б. В. — Математическое моделирование резиногидравлических опор	30
ИНФОРМАЦИЯ	
В Ассоциации автомобильных инженеров	
Карунин А. Л. — Программа "Наземные транспортные средства на альтернативных видах топлива"	33
Мелик-Ахизаров Т. Х., Оноиченко С. Н., Емельянов В. Е., Митусова Т. Н. — ГОСТ и ТУ по бензинам	34
За рубежом	
Петров Р. Л., Васильев М. В. — Движущие силы и тенденции развития конструкции АТС	35
Трифилос А. Г. — Особенности модельного ряда "Мицубиси"	37
Коротко о разном	40

Главный редактор Н. А. ПУГИН

Заместитель главного редактора В. Н. ФИЛИМОНОВ

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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

Белорусский региональный редакционный совет:

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

Ордена Трудового Красного Знамени
издательство "Машиностроение"

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

Сдано в набор 07.04.2000. Подписано в печать 25.05.2000.
Формат 60×88 1/8. Бумага кн.-журн. Печать офсетная.
Усл.-печ. л. 4,9. Усл. кр.-отт. 11,76. Уч.-изд. л. 6,48. Зак. 656.

Адрес редакции: 107076, Москва, Стромынский пер., 4,
комн. 208 и 210
Телефон 269-54-98. Факс 269-48-97
E-mail: Mash.Publ@g23.relcom.ru

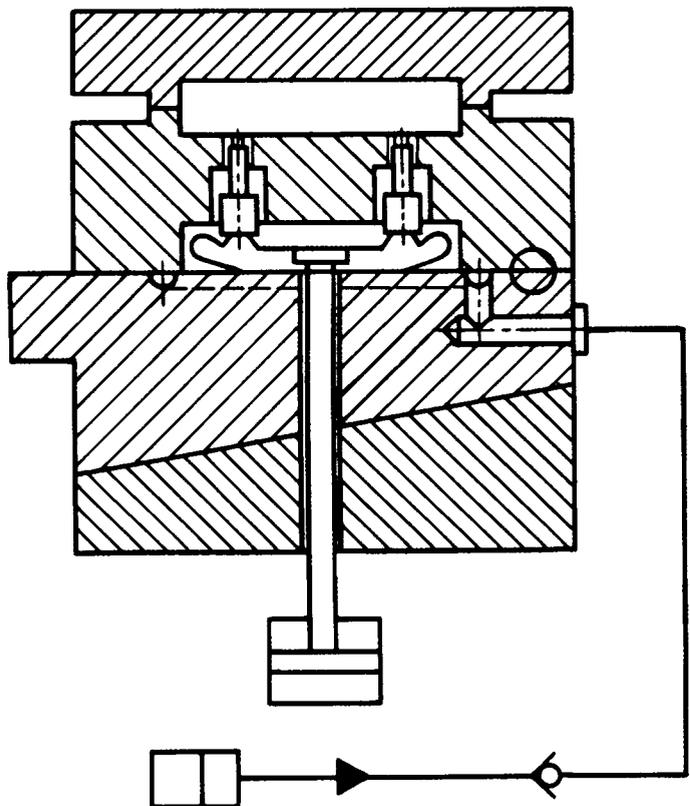
Отпечатано в Подольской типографии
Чеховского полиграфического комбината Комитета РФ
по печати, 142100, г. Подольск, ул. Кирова, 25

Автомобильная промышленность, 2000, № 6



ОАО «ГАЗ»

**предлагает для горячештамповочных прессов
устройство подачи смазочного материала**



Патент РФ № 2144643

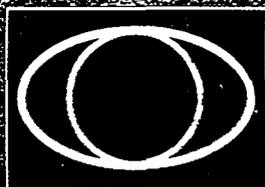
- Устройство представляет собой замкнутую криволинейную смазочную канавку на поверхности корпуса верхнего клин-стола, охватывающую гнездо трехплечего рычага привода выталкивателей поковок, в которую по каналу в корпусе под давлением подается смазка

- Устройство удаляет частицы окалины с наружной поверхности корпуса верхнего клин-стола, благодаря чему повышается точность штампуемых деталей, снижается износ самого корпуса и плиты пресса

- Экономический эффект от внедрения одного устройства – 1–3,5 тыс. у.е. в год

**По вопросам приобретения технической документации обращаться по адресу:
603004, Нижний Новгород, просп. Ленина, 88, ОАО «ГАЗ»,
управление новой техники. Тел. (8312) 53-94-94**





НИЦИАМТ



Испытания на фронтальное, кософронтальные и смещенные фронтальные столкновения, а также боковой удар согласно Правилам ЕЭК ООН № 94 и 95, стандарту США FMVSS 208 и Директиве ЕС 96/79 – в 60 км от Москвы!

Есть все необходимое оборудование:

- комплекты антропометрических манекенов “Гибрид-III” и “Евросид”
- стенды для калибровки манекенов
- контрольно-измерительная аппаратура
- скоростной видеопроцессор
- пакет стандартизованных программ

Измеряем все параметры травмирования, предписанные международными и национальными нормативными документами

Россия, 141800,
Московская обл., Дмитров-7,

НИЦИАМТ

Телефоны: (095) 587-29-16,
587-29-35

Факсы: (095) 913-31-45,
587-29-10

