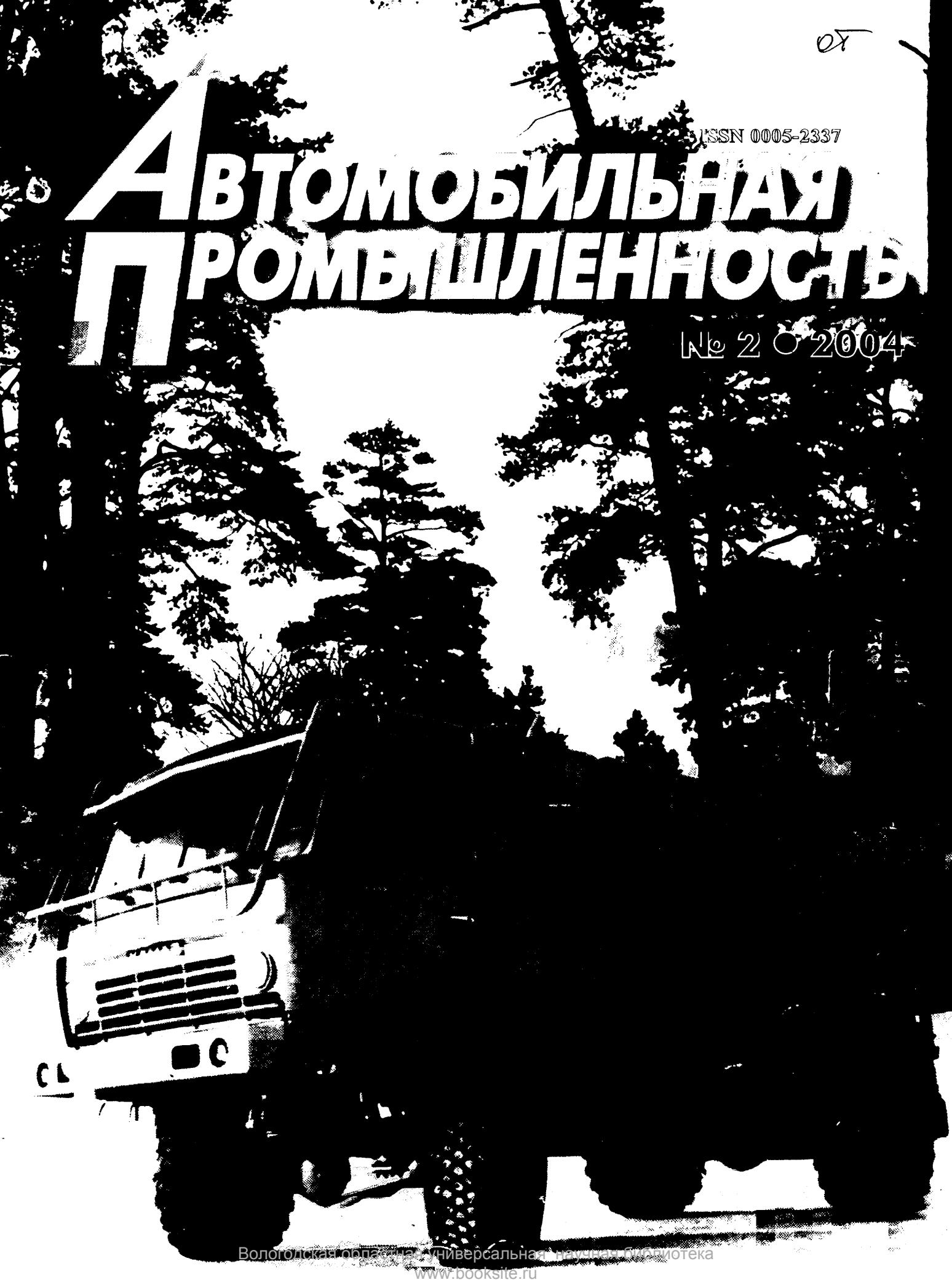


ISSN 0005-2337

Автомобильная промышленность

№ 2 • 2004





НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО «МАШИНОСТРОЕНИЕ»

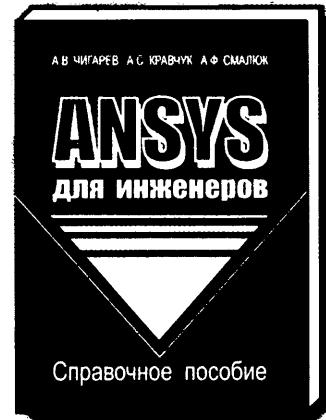
NEW!

представляет

ANSYS ДЛЯ ИНЖЕНЕРОВ СПРАВОЧНОЕ ПОСОБИЕ

А.В. Чигарев, А.С. Кравчук, А.Ф. Смалюк

512 с. ЦЕНА 330 руб.



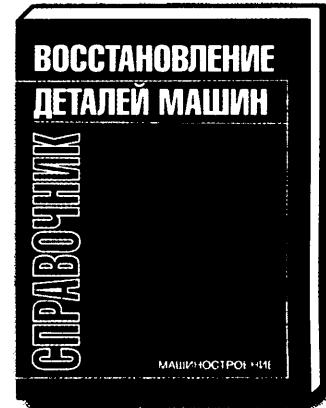
Цель книги – обучение основам использования ANSYS для решения различных инженерных задач. Основное внимание уделено описанию работы средств графического интерфейса программы. В книге даны описание основных средств создания твердотельных моделей, разбиения модели, расчеты и визуализация результатов. Это, по мнению авторов, должно существенно облегчить обучение студентов, инженеров и научных работников использованию ANSYS. Основное внимание уделено средствам для решения задач расчета на прочность с использованием упругих и пластичных материалов. Также даны некоторые сведения о термических расчетах. Для иллюстрации материала приведен ряд примеров. Они сопровождаются подробными пояснениями, причем описывается использование как графического интерфейса пользователя, так и средств командной строки. Подробно рассмотрены все важные этапы подготовки задачи, ее решения и отображения результатов.

Книга ориентирована на читателя, имеющего определенное представление о принципах работы различных пакетов САПР, а также базовые знания в области механики твердого тела и теплообмена. Материал пособия будет очень полезен инженерам при проведении проектно-конструкторских работ.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ МАШИН СПРАВОЧНИК

*Ф.И. Пантелейенко, В.П. Лялякин,
В.П. Иванов, В.М. Константинов*

674 с. ЦЕНА 440 руб.



Определены значение процесса восстановления деталей машин в структуре ремонтного производства, содержание процесса восстановления деталей и системы средств технологического оснащения. Приведены способы и средства для очистки деталей от эксплуатационных и технологических загрязнений, а также для определения состояния ремонтных деталей.

Даны ремонтные материалы и рекомендации по их выбору; описаны технологии нанесения покрытий при создании ремонтных заготовок различными способами и определены рациональные области их применения. Комплексно рассмотрены процессы механической, термической и химико-термической обработки деталей с целью восстановления их основных свойств и технологии ремонта типовых деталей. Обоснованы содержание и объемы организационной и технологической подготовки ремонтного производства.

В справочнике использованы опыт передовых ремонтных заводов и материалы последних научно-технических конференций по восстановлению деталей.

ВНИМАНИЕ! ЦЕНЫ УКАЗАНЫ С УЧЕТОМ НДС – 10%.

Приобрести книги можно непосредственно в издательстве "Машиностроение", прислав заявку для отдела реализации по факсу: (095) 269-48-97 (работает круглосуточно); по e-mail: realiz@mashin.ru; по почте: 107076, Москва, Стромынский пер., 4. ФГУП "Издательство "Машиностроение".

В заявке должны быть указаны: название предприятия, юридический адрес (для оформления счета-фактуры), почтовый индекс и адрес (для доставки изданий), ИНН и банковские реквизиты предприятия, ФИО исполнителя, контактный телефон, факс, e-mail, названия заказываемых книг, количество экземпляров.

Справки о наличии книг, выписке счетов и отправке изданий по телефонам: (095) 269-66-00, 269-52-98.

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
ЖУРНАЛ

Издается с мая 1930 года

Москва "Машиностроение"

УЧРЕДИТЕЛИ:

МИНИСТЕРСТВО ПРОМЫШЛЕННОСТИ,
НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ,
ОАО "АВТОСЕЛЬХОЗМАШ-ХОЛДИНГ"

АВТОМОБИЛЬНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

№ 2 • февраль • 2004



ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 629.113.621.3.085"713"

МЕНЕДЖМЕНТ РИСКА В АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИИ

Е.С. ЗАДОРНОВА, канд. техн. наук С.А. ЗАЙЦЕВ

МГТУ "МАМИ"

Проблема оценки и управления рисками в сложных системах, к сожалению, во многих работах рассматривается едва ли не как чисто математическая или технологическая. А между тем само понятие "риск" (в отличие от понятия "опасность") таково, что говорить о нем без учета "человеческого фактора" невозможно. Тем не менее отношение к риску, склонность идти на рискованные решения, поведение в условиях риска — все это вполне серьезные предметы самых разных наук. Хотя подходят они к феномену риска по-разному, и порой даже трудно поверить, что речь идет, в сущности, об одном и том же предмете, только изучаемом с разных точек зрения.

Термин "риск" означает сочетание вероятности события и его последствия. Риском можно и нужно управлять, используя методы, позволяющие в определенной степени прогнозировать ход рискованных событий, своевременно корректировать его с тем, чтобы свести к минимуму нежелательные последствия.

Риск есть везде, где принимаются решения. Если говорить об автомобилестроении, то он присутствует на всех этапах жизненного цикла автомобильной техники — разработке технического задания, проектировании, изготовлении, эксплуатации, утилизации. Причем, естественно, причин конкретной рисковой ситуации, т. е. конкретных условий, вызывающих неопределенность исхода ситуации, может быть очень много. Это непосредственно деятельность предприятия, деятельность самого предпринимателя, недостаток информации о состоянии внешней среды, оказывающей влия-

ние на результат данной деятельности, и т. д. Возьмем те же стадии жизненного цикла автомобиля. Здесь явно просматриваются риски как минимум 10 групп — технологические, производственные, финансовые, криминальные, экологические, рыночные, политические, инновационные, проектные, коммерческие.

Так, на стадии "Исследование и обоснование разработки. Разработка автомобиля" наблюдаются такие типы рисков, как проектный, финансовый и инвестиционный.

Для успешного управления проектным риском зарубежные фирмы обычно принимают меры по его снижению. Они основываются на комплексном (системном) подходе, суть которого состоит в том, что система управления проектными рисками воспринимается как подсистема системы управления проектами, а последняя, в свою очередь, — как часть системы менеджмента качества предприятия и общей системы корпоративного менеджмента. В СССР (и в России, к сожалению, до последнего времени) вопросы управления рисками при оценке жизнеспособности проектов и планировании их реализации не рассматривались. Даже сам термин "риск" применительно к данной стадии не использовался. Теоретические и практические исследования в основном были ограничены обеспечением необходимого уровня надежности инженерных систем. Почему — понятно. В условиях централизованного планирования, отсутствия институтов частной собственности и конкуренции уровень рискованности реализации проекта был настолько мал, что риском вообще пренебрегали, считая, что его не может быть: то, что спроектировано согласно плану, по плану же будет распределено. Поэтому невыполнение (срыв) проекта относили не к вероятностным фактам, а к субъективным.

Такой подход часто приводил к значительному увеличению сроков реализации проектов и их стоимости, низкому качеству работ. Однако с этим мирились.

В последние годы отношение к вопросу управления рисками в России медленно, но все же меняется. Что тоже вполне понятно: предприниматель-собственник работает ради прибыли, поэтому детальное исследование рисков и разработка системы поддержки управления рисками на основе исследования законченных проектов и обобщения полученного опыта для него — жизненная необходимость.

В частности, анализируя законченный проект, предприниматель получает возможность точно знать, как он завершился — успешно или неудачно. Потому что по завершенному проекту имеется полнокомплектная документация, отражающая фактический ход его реализации. Это позволяет выявить рисковые события, действительно возникшие в ходе осуществления проекта, и провести их детальный анализ. В результате могут быть установлены качественные и количественные характеристики рисков, определены взаимосвязи рисков с основными компонентами проекта, разработаны рекомендации по управлению рисками. Затем эти закономерности можно применить для планирования и внедрения новых проектов, принятия решений. То есть основная идея, которой руководствуются все большее и большее число российских руководителей производств и бизнесменов, состоит в накоплении опыта и принятии основанных на нем решений о том, каким образом риски могут или могли бы быть предотвращены.

В мировой практике давно уже выполнено и выполняется большое число работ по управлению рисками. Для России же данный подход дело совершенно новое. В условиях плановой экономики информация о ходе реализации проектов после их завершения, как правило, не изучалась и не систематизировалась. Как результат — бесследно терялись опыт и полученные практические знания.

Финансовый и инвестиционный риски связаны со спецификой вложения фирмой денежных средств в различные проекты. Например, ни для кого не секрет, что сейчас остаются запредельно высокими риски вложения в промышленность. Особенно в капиталоемкие инвестиционные программы. Дело в том, что промышленные предприятия за рубежом работают на основе банковских кредитов, компенсируя временную и неизбежную в случае больших проектов нехватку оборотных средств. И банки охотно их кредитуют, зная, что кредит будет возвращен.

В России картина иная: многие предприятия еще не умеют управлять рисками. Поэтому банки дают только краткосрочные кредиты, причем либо под контрольные экспортные поставки, либо под готовую ликвидную продукцию. И то под очень большие проценты. Степень же риска долгосрочных капитальных вложений остается несовместимой с потенциально возможной нормой прибыли от этих вложений. Другими словами, множество (если не большинство) российских предприятий не готовы к приему инвестиций на принятых во всем мире условиях, когда инвестор требует эффективного освоения средств, финансовой "прозрачности" предприятия, передачи прав по распоряжению имуществом в рамках, адекватных объему выделенных средств, и т. д. Значительная часть руководителей

предприятий по-прежнему предпочитает привлекать финансовые ресурсы со стороны и не нести за это экономической ответственности.

Конечно, одномоментно устранить все перечисленные причины невозможно. Но принятие сбалансированного комплекса первоочередных мер было бы, на наш взгляд, вполне достаточным для запуска механизма инвестиций. Такие меры необходимо принимать по трем направлениям. Во-первых, государство должно активизировать свою роль в обеспечении инвестиционного процесса; во-вторых, банки и промышленники — создать организационные и институциональные предпосылки в сфере банковской и инвестиционной деятельности; в-третьих, законодатели — адекватно закрепить условия, благоприятствующие инвестициям. Причем основой взаимодействия промышленных предприятий и банков должна служить реализация законченного инвестиционного цикла.

На стадии "Производство автомобиля" есть следующие типы рисков: производственный, экологический, финансовый, рыночный, коммерческий, инновационный, технологический и инвестиционный.

Производственный риск связан с выпуском продукции (автомобилей), товаров (комплектующих и оборудования) и услуг (поставки готовой продукции на рынок), а также с любыми видами деятельности, в процессе которой предприниматели могут столкнуться с проблемами неадекватного использования сырья, роста себестоимости, увеличения потерь рабочего времени, использования новых методов производства и т. п.

Экологический риск обусловлен технологическими процессами изготовления автомобилей и повторным использованием материалов, полученных после утилизации автомобилей. В связи с этим Директива 2000/53/ЕС и экологические стандарты по полному жизненному циклу требуют пересмотра всего процесса разработки новой техники. В итоге появилась концепция "Конструирование для экологии", согласно которой процесс разработки новой автомобильной техники делится на три стадии: оценка существующей конструкции и планирование необходимых ее изменений, совершенствование конструкции и технологических процессов, подготовка документации и ввод нового изделия в производство. Причем проектировать новую технику следует обязательно с учетом ее полного жизненного цикла, а экологические приоритеты должны охватывать все стадии этого цикла. И необходимо помнить, что рециклированные материалы во многих случаях, с экологической точки зрения, гораздо выгоднее вновь произведенных (табл. 1).

Ряд зарубежных фирм уже начали работы по опережающему введению в практику требований стандартов и Директивы ЕС, касающихся полного жизненного цикла АТС. Например, больших успехов в этом достигли фирмы БМВ, "Вольво", ФИАТ, "Форд", "Ниссан" и др.: у некоторых из них степень повторного использования материалов составляет 85—90%. Разработаны стандарты по "Конструированию для рециклирования", руководства по разработке новых автомобилей и их утилизации по окончании срока службы. Так, узлы автомобиля должны проектироваться с учетом минимизации времени их разработки; число узлов, которые

Таблица 1

Материал	Экологический индикатор для материала		Отношение "рециклированный/новый"
	вновь произведенного	рециклированного	
Алюминий	18,0	1,8	0,1
Медь	85,0	23,0	0,27
Сталь	4,1	1,3	0,3
Пластмасса	3,3	1,3	0,4
Стекло	2,1	1,7	0,81

Таблица 2

Вредный выброс	Усредненное количество выбросов, г/км, при эксплуатации на				
	бензине из нефти	сжиженном нефтяном газе	сжатом природном газе	бензине из угля	метаноле
Углекислый газ	14,55	14,49	11,65	14,55	13,98
Углеводороды	1,50	1,70	2,50	1,50	0,36
Монооксид углерода	10,00	2,00	4,75	10,00	5,70
Оксиды азота	1,30	1,30	2,75	1,20	0,59
Оксиды серы	0,12	0,00	0,00	0,00	0,02
Твердые частицы	0,04	0,00	0,00	0,04	0,03
Сумма	27,51	19,49	21,65	27,29	20,68

необходимо "извлекать" путем предварительной разборки других узлов, тоже должно быть возможно меньшим; рекомендуется создавать конструкции, основанные на модульном принципе; технология соединения деталей и узлов не должна требовать больших затрат труда и времени при их разборке.

Рыночный риск рассматривается с позиций многочисленных исследований автомобильного рынка, проводимых на различных уровнях. Эти исследования показывают, что покупательная способность населения России в нынешних экономических условиях практически не повышается, т. е. остается на низком уровне. В то же время уже несколько лет в нашей стране действуют новые требования к количеству вредных веществ в отработавших газах двигателей и внешнему шуму автомобилей, заставляя производителей совершенствовать технологический уровень техники. Однако любое усовершенствование — это одновременно удорожание, а значит, возможное снижение объема продаж. (Если, к примеру, сегодня увеличить стоимость автомобилей, то объемы невостребованной продукции автозавода могут резко возрасти.) Что, к сожа-

лению, и наблюдается. Во-первых, из-за роста цен на автомобильные компоненты, во-вторых, из-за мероприятий по выполнению требований экологии.

Коммерческий риск возникает в процессе реализации товаров и услуг, произведенных или купленных предпринимателем. Отдельно следует выделить, как одну из составляющих коммерческого риска, риски транспортные: сейчас они характерны для российского автомобилестроения, так как большое число автозаводов переходят на экспорт российской продукции.

Финансовый, инвестиционный и инновационный риски появляются при вложении средств в производство новых товаров и услуг, которые, возможно, не найдут ожидаемого спроса на рынке.

Инновационный риск особенно типичен для современной предпринимательской деятельности, которая находится на этапе увеличения капиталов, используемых как для производства существующих товаров и услуг, так и для создания новых, ранее не производимых товаров (ряда новых моделей автомобилей).

На стадии "Эксплуатация автомобиля" неизбежно сталкиваются с двумя видами риска — экологическим и криминальным.

Экологический риск рассматривается с позиций уровня выбросов вредных веществ в окружающую среду. Как видно из табл. 2, в которой приведены усредненные данные по этим выбросам при эксплуатации автомобиля ВАЗ-2108, по их количеству "лидирует" бензин, причем независимо от способа его получения. Самые "безобидные" топлива — сжиженный нефтяной газ и метанол. Но, в конечном счете, важна не масса выбросов сама по себе, а ущерб, наносимый ею окружающей среде, прежде всего человеку. И с этой точки зрения в случае автомобиля ВАЗ-2108 наиболее невыгодны (табл. 3) бензин, сжиженный нефтяной, сжатый природный газы и метанол. Самое выгодное по суммарному ущербу топливо — метанол из биомассы и природного газа.

Криминальный (правовой) риск связан с угонами автомобилей, ДТП и другими рисковыми ситуациями, влияющими на здоровье и жизнь человека при эксплуатации автомобиля.

На стадии "Утилизация автомобиля" особое место занимает экологический риск. Для его снижения в 2000 г. принята упоминавшаяся Директива 2000/53/ЕС "Транспортные средства, вышедшие из эксплуатации", которая устанавливает меры по предотвращению образования отходов, связанных с выводом из эксплуатации автотранспортных средств, рециклированием материалов узлов и деталей.

И последнее. Принимая во внимание все виды риска, встречающиеся в процессе полного жизненного цикла автомобиля, целесообразно отметить: назрела необхо-

Таблица 3

Место	Составляющий ущерб средних выбросов вредных веществ, коп./км, при работе на						
	бензине из нефти	сжиженном нефтяном газе	сжатом природном газе	бензине из угля	метаноле из сжатого природного газа	метаноле из угля	метаноле из биомассы
Эксплуатация	48,44	35,57	73,52	44,50	22,98	22,98	22,98

димость терминологического обеспечения данной области. Правда, надо сказать, первые шаги уже сделаны. Разработан и утвержден постановлением Госстандарта № 223-СТ от 30.05.2002 ГОСТ Р51897—2002 "Менеджмент риска. Термины и определения", который гармонизирован с такими международными документами, как руководство ИСО/МЭК 73:2002 "Управление рисками. Словарь" и руководство ИСО/МЭК 51:1999 "Аспекты безопасности. Руководящие указания по включению их в стандарты". ГОСТ Р51897—2002 содержит интерпретацию основополагающих терминов

"критерии риска", "менеджмент риска", "осознание риска", "оценка риска", "анализ риска", "идентификация риска", "управление риском", "оптимизация риска", "снижение риска", "финансирование риска" и т. д., что обеспечивает однозначное понимание этих терминов всеми специалистами. Есть надежда, что в скором будущем появятся новые документы, которые помогут отечественным автомобилестроителям решать главную задачу — умело и точно управлять всеми видами рисков. И прежде всего — оценивать каждый риск, с тем чтобы принимать правильные решения.

УДК 629.621.43.62-181.4.534.833:006.03

НОВЫЙ СТАНДАРТ ПО ВИБРОАКУСТИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ ДВИГАТЕЛЕЙ ДЛЯ СРЕДСТВ МАЛОЙ МЕХАНИЗАЦИИ

Канд. техн. наук А.А. ЕВСТИГНЕЕВ, А.К. ЕЛИСКИН,
канд. техн. наук В.Е. ТИМОФЕЕВ

ФГУП "НИКТИД"

Вибраакустические параметры двигателей для средств малой механизации сельскохозяйственного назначения на практике не принято считать важными показателями их экологической безопасности и конкурентоспособности. Но это не так. Средства малой механизации с точки зрения вибраакустики, по сути, те же, что и средства "большой механизации". Причем с точки зрения конструкторских решений они даже сложнее. Например, у них по традиции ограниченные возможности снижения вибрации на рабочем месте оператора за счет применения упругой подвески двигателя; двигатель и его выпускная система всегда ближе оператору, чем на автомобиле.

ГОСТом Р50863—96 "Тракторы малогабаритные, мотоблоки и мотокультиваторы. Общие требования безопасности", нормирующим шум и вибрацию на рабочем месте оператора, установлено допустимое безопасное время работы оператора в зависимости от уровня шума и вибрации на рабочем месте. Например, при уровне шума 86,6 дБА это время он ограничивал двумя часами. Но на практике стандарт, конечно, не соблюдался. Хотя и разработчики стандарта и эксплуатационники знали: для того чтобы оператор мог работать без ущерба своему здоровью в течение 8 ч, уровень шума любого средства малой механизации не должен превышать 80 дБА.

Сейчас обстоятельства изменились. "Грохочущие" средства потребитель не приемлет. Это заставило создать новый стандарт, нормирующий вибраакустические параметры двигателей средств малой механизации.

Задачу выполнил ФГУП "НИКТИД": здесь был разработан ОСТ 23.3.26—99Р "Двигатели мотоблоков и малогабаритных тракторов. Вибраакустические показатели и методы испытаний".

Основным нормируемым показателем шума, согласно новому стандарту, стал средний уровень звука (L_{Am}), который оценивается в зависимости от типа,

диаметра цилиндра, частоты вращения коленчатого вала и литровой массы двигателя по специальной номограмме. Его величина подсчитывается по результатам измерения уровней звукового давления в восьми точках, расположенных на измерительной поверхности, которая охватывает двигатель на расстоянии, равном 1 м. Расчетная формула:

$$L_{Am} = 10 \lg \sum_{i=1}^n 10^{0,1L_{dAi}} - 10 \lg n - K_a.$$

Здесь K_a — постоянная, учитывающая (по ГОСТ 12.1.026) влияние отраженного звука; n — число точек измерения; L_{dAi} — уровень звука в i -й точке, вычис-

ляемый по формуле $L_{dAi} = 10 \lg \sum_{q=1}^7 10^{0,1L_{dqA}}$. В ней

L_{dqA} — скорректированный уровень звукового давления в q -й октавной полосе частот, равный сумме измеренного в i -й точке уровня звукового давления в q -й октавной полосе частот и корректирующей поправки ΔAq по характеристике A шумомера для q -й октавной полосы частот.

Нормируемыми вибрационными характеристиками двигателя считаются общие логарифмические уровни виброскорости в вертикальном (L_v) и горизонтальном (L_r) направлениях. Величины норм логарифмических уровней виброскорости двигателя принимаются по номограммам, соответствующим его кинематической схеме, частоте вращения коленчатого вала, ходу поршня, массе возвратно-поступательно движущихся частей, полной массе двигателя, наличию (или отсутствию) уравновешивающего механизма. Они составляют 90—120 дБ (0,16—5 см/с).

Шумовые и вибрационные характеристики, устанавливаемые стандартом, должны определяться при типовых, периодических длительных и сертификационных испытаниях.

Стандарт, по замыслу его разработчиков, нацелит российских производителей на выпуск таких двигателей для средств малой механизации, которые будут конкурентоспособными по отношению к аналогичным зарубежным двигателям. Кроме того, его введение позволит поставить преграду поставке на российский рынок низкокачественной, экологически опасной импортной техники.

"Концепция развития автопрома России. Итоги 2002–2003 годов" — тема, которой была посвящена 12-я Международная автомобильная конференция, организованная "АСМ-холдингом" и Министерством промышленности, науки и технологий Российской Федерации. В конференции приняли участие представители государственных структур России (Госстандарт, Минэкономразвития, Минтранс, Минэнерго, Минобороне, Министерство налогов и сборов), крупных промышленных холдингов (РусПромАвто, РусАвтобусПром), научно-исследовательских организаций и фирм (НИЦИАМТ, НАМИ, НИИТавтпром и др.), ведущие менеджеры и специалисты отечественных, совместных и зарубежных предприятий — изготавливателей автомобильной техники (ВАЗ, ГАЗ, "Ижмаш", КамАЗ, МАЗ, УАЗ, "Автофрамос", "ДжИЭм-АвтоВАЗ", "Тата" и др.), автомобильных компонентов и др.

В сообщениях докладчиков была подробно освещена текущая ситуация в автомобильной промышленности, ход реализации государственной Концепции ее

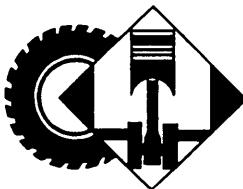
развития, обозначены стоящие перед предприятиями отрасли и государством проблемы и задачи. В частности, такие, как насыщение транспортного комплекса страны современной, отвечающей нуждам экономики и международным требованиям по безопасности и экологичности, автомобильной техникой; создание техники двойного применения для обеспечения обороноспособности России; подготовка испытательной базы и системы испытаний для сертификации в рамках Концепции; особенности применения законодательства о техническом регулировании; консолидация активов и построение холдингов в автомобильной промышленности; использование потенциала международного сотрудничества в автомобилестроении; применение таможенно-тарифного регулирования с целью стабилизации работы отечественного автопрома в преддверии вхождения России в ВТО; инвестиционная привлекательность совместных с зарубежными фирмами проектов; налоговая реформа как предпосылка экономического роста предприятий; формирование кадрового потенциала с использованием системы непрерывного образования и повышения квалификации специалистов автомобилестроения и др. Подведены предварительные итоги работы автомобильной промышленности России в 2003 г., проанализированы наметившиеся тенденции ее дальнейшего развития.

Наиболее интересные материалы конференции редакция намерена опубликовать в последующих номерах журнала.

Руководство Автомобильного завода "Урал" всегда стремилось приблизить свою продукцию к потребителям в регионах, создать везде одинаковые условия для приобретения и обслуживания автотехники "Урал". С ноября 2003 г. все функции по продаже автомобилей и запасных частей сосредоточены в одном центре — Торговом доме "АвтоУрал", что позволило увеличить число дилеров, расширить спектр оказываемых ими услуг. Так, на сегодняшний день на территории России успешно работают 35 фирменных представительств завода.

Заволжский моторный завод в 2004 г. поставит ГАЗу 217 тыс. двигателей, что на 32 тыс. больше, чем предусматривалось договором на 2003 г. Из них 201 тыс. — двигатели семейства ЗМЗ-406, 8 тыс. — ЗМЗ-402 и 8 тыс. — восьмицилиндровые V-образные двигатели для грузовых автомобилей Горьковского автозавода. Кроме того, 7,4 тыс. двигателей будет поставлено ПАЗу. В связи с возросшими планируемыми объемами выпуска ЗМЗ намерен в 2004 г. инвестировать 360 млн. руб. из собственных средств в закупку и модернизацию оборудования.

[По информации пресс-службы ЗМЗ]



КОНСТРУКЦИИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

УДК 629.114.4

КАМАЗЫ 4×4

Р.В. КОЗЫРЕВ

Полноприводные КамАЗы давно и весьма успешно выступают в ралли-рейдах, обеспечивая тем самым хорошую рекламу серийной продукции предприятия. Причем сначала в соревнованиях участвовали серийные грузовые автомобили повышенной проходимости КамАЗ-4310 (6×6), затем их несколько доработанные модификации, позже — специальный спортивный автомобиль, который, по замыслу, по своим ходовым качествам не должен уступать разработкам конкурентов ("Татра", ИВЕКО, ДАФ, "Мерседес"). Это была двухосная модель — КамАЗ-49252 ("АП", 1996, № 2).

Накопленный за несколько лет, на протяжении которых команда "КамАЗ-Мастер" не пропустила ни одного значительного соревнования, бесценный опыт позволил не просто довести данную конструкцию, но во многом и пересмотреть ее. В результате появился КамАЗ-4911 (рис. 1), который выпускается мелкими сериями, что, как известно, необходимо для спортивной омологации.

В современном модельном ряду КамАЗ есть близкий к нему (см. таблицу) по базе, но радикально отличающийся от него по массе и энерговооруженности

автомобиль двойного применения колесной формулы 4×4. Это КамАЗ-4326 (рис. 2).

КамАЗ-4911 короче и выше, тяжелее и мощнее. На нем установлены турбонаддувный дизель ЯМЗ-79846 мощностью 538 кВт (730 л. с.), развивающий крутящий момент 2700 Н·м (275 кгс·м); 16-ступенчатая механическая коробка передач "Цанрадфабрик" ZF 16S-251; раздаточная коробка фирмы "Штайр" (VG-2000/300); сухое однодисковое сцепление (диаметр накладок — 430 мм) с гидроприводом и пневмоусилителем; редукторы ведущих мостов с передаточным числом 3,55. На серийном же автомобиле КамАЗ-4326 применяется одна из модификаций "традиционного" камазовского дизеля — КамАЗ-740.11-240. Агрегат также с турбо-

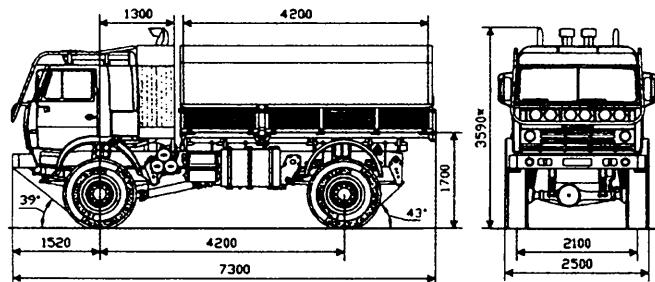


Рис. 1. КамАЗ-4911

Параметр	КамАЗ-4911	КамАЗ-4326
Масса, т:		
полная	15,6	11,6
снаряженная	10,4	8,025
перевозимого груза	5,0	3,425
Двигатель:		
модель	ЯМЗ-7Э846	КамАЗ-740.11-240
рабочий объем, л	17,24	10,85
степень сжатия	15,2	1,6
номинальная мощность, кВт (л.с.)/при частоте вращения коленчатого вала, мин ⁻¹	538 (730)/2500	176 (240)/2200
максимальный крутящий момент, Н·м (кгс·м)/при частоте вращения коленчатого вала, мин ⁻¹	2700 (275)/1300—1400	834 (85)/1200—1600
Максимальная скорость, км/ч	165	90
Размер шины	425/85R21156G (1260×425-553Р)	425/85R21 (1260×425-533Р)
Габаритный радиус поворота, м	11,3	11,3

наддувом, но развивает мощность 176 кВт (240 л. с.) и крутящий момент 834 Н·м (85 кгс·м). Хотя, заметим, степень сжатия этого дизеля даже несколько выше, чем у "спортивного" ЯМЗ, а рабочий объем более чем в 1,5 раза меньше, что и предопределяет его характеристики и параметры агрегатов трансмиссий.

Сцепление имеет накладки диаметром 350 мм; коробка передач — механическая пятиступенчатая; раздаточная — двухступенчатая, с блокируемым межосевым дифференциалом и пневматическим управлением. Передаточное число главных передач — 6,53.

Благодаря столь разным силовым агрегатам и трансмиссиям динамические показатели автомобилей весьма существенно различаются. Так, если серийный КамАЗ-4326 развивает с полной нагрузкой максимальную скорость 90 км/ч и преодолевает подъемы до 31 %, то спортивный мелкосерийный КамАЗ-4911 — соответственно 165 км/ч и 36 %.

Ходовые части также имеют ряд отличий, однако в целом близки по конструкции. Размеры колес и шин, компоновка и многие узлы подвески автомобилей одинаковы. Однако кронштейны рессор у спортивной модели более высокие: ход подвески составляет 400 мм, а рама и кузов приподняты таким образом, что угол въезда, ограничиваемый передним бампером, максимально (до 39°) увеличен, а погрузочная высота составляет 1,7 м (против 1,5 м у серийного КамАЗа). Существенно различаются и тормоза: у КамАЗ-4326 ширина колодки — 140, тогда как у КамАЗ-4911 — 220 мм при одинаковом (400 мм) диаметре барабана.

Более тяжелый и в то же время более динамичный спортивный автомобиль, естественно, расходует больше топлива, запас которого к тому же на трассе ралли-

рейда или при работе в каких-либо чрезвычайных ситуациях пополнять намного труднее, чем в обычной эксплуатации. Поэтому объем топливных баков у данной модели составляет 2 × 400 л, у автомобиля же общего назначения — лишь 170 + 125 л.

Электрооборудование обоих автомобилей не отличается принципиально от других моделей КамАЗа: напряжение — 24 В; две аккумуляторные батареи (емкость каждой — 190 А·ч); генератор мощностью 2 кВт, обеспечивающий рабочее напряжение 28 В. На спортивной модификации предусмотрены дополнительные фары на внешних элементах каркаса безопасности, штурманские приборы, средства связи, навигации и др.

Бортовая платформа автомобиля КамАЗ-4326 имеет большую, чем КамАЗ-4911, длину (4,8 м против 4,2), а с тентом — и больший объем, так как рассчитана на перевозку грузов среднестатистической плотности. Кузов КамАЗ-4911, имеющего большую грузоподъемность, сделан минимальным по размерам не только по "спортивным" соображениям, но и с учетом интересов потенциального потребителя: автомобиль можно использовать для доставки аварийных бригад и специалистов МЧС с тяжелым, но компактным оборудованием, некоторых видов вооружений с боевым расчетом и др. Главная его особенность — способность в тяжелых условиях быстро выполнять локальную транспортную работу. Серийный же КамАЗ-4326, напротив, рассчитан на работу при невысоких средних скоростях, а для повышения эффективности перевозок — и с прицепом полной массой до 7 т на дорогах и до 5 т — в условиях бездорожья (полная масса автопоезда — соответственно 18,6 и 16,6 т).

Кроме бортового варианта КамАЗ-4326 выпускается в виде шасси под монтаж оборудования, специальных кузовов и надстроек. Монтажная длина шасси с короткой кабиной составляет 5310 мм, со спальным местом — 4680.

Таким образом, каждый из автомобилей 4×4 в модельном ряду КамАЗа имеет свой круг потребителей: для востребованного армией и народным хозяйством КамАЗ-4326 он весьма широк, для специального КамАЗ-4911 — сравнительно узок, но более чем достаточно для автомобиля мелкосерийного производства.

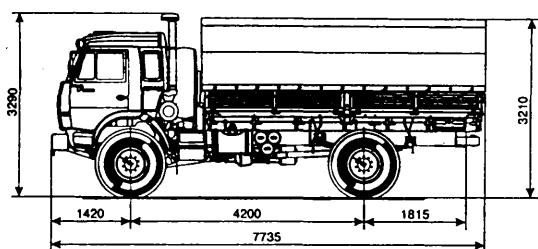


Рис. 2. КамАЗ-4326

РАСЧЕТНАЯ ОЦЕНКА ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГРУЗОВЫХ АТС

В.С. КАРАБЦЕВ, Д.Х. ВАЛЕЕВ

КамАЗ

Время разгона автомобиля с места до заданной скорости — одна из основных его динамических характеристик. Оно всегда указывается в технических условиях на АТС, инструкции по его эксплуатации, рекламных проспектах и т. д. Но, несмотря на привычность и широкую употребляемость данной характеристики, у нее есть весьма существенный недостаток: ее можно определить только экспериментально, а не в ходе проектирования. Например, ни один конструктор не может заранее четко ответить на вопрос: каково будет время разгона создаваемого им грузового автомобиля заданной полной массы с известными номинальными характеристиками двигателя до скорости 60 км/ч или автомобиля легкового — до 100 км/ч? Правда, в настоящее время многие фирмы имеют пакеты прикладных программ для расчета динамических характеристик АТС и используют их для этих целей. Однако известно, что достоверность расчета по любой программе зависит от того, насколько точно введены исходные данные, необходимые для его выполнения. А для того, чтобы получить надежные исходные данные для программы, необходимы опять-таки натурные испытания, что требует значительных материальных и временных затрат. Поэтому зачастую для ответа на поставленный вопрос применяется и другой подход — от достигнутого уровня. Конечно, и он имеет право на жизнь. Но, опять же, его применение ограничено сравнительной оценкой динамических характеристик. Если, скажем, для базового автомобиля эта характеристика известна, то при изменении, например, величины крутящего момента двигателя модернизируемого автомобиля можно прогнозировать его динамику. При разработке же нового автомобиля вопрос останется открытым.

Опыт КамАЗа показывает, что решить задачу все-таки можно. Для этого нужно использовать теорию размерностей физических величин и банк данных по испытаниям автомобильной техники; прежде всего по тем данным, которые оказывают влияние на динамические параметры АТС. Это полная масса m_n АТС; максимальный ($M_{e\max}$) и номинальный ($M_{e\text{ном}}$) крутящие моменты двигателя; радиус r_k качения ведущих колес; КПД η_{tp} трансмиссии; коэффициент f сопротивления качению шин; коэффициент $k_m = M_{e\max}/M_{e\text{ном}}$ приспособляемости двигателя по моменту; коэффициент $k_n = n_{M_{e\text{ном}}}/n_{M_{e\max}}$ приспособляемости двигателя по частоте вращения коленчатого вала; коэффициент $k_r = m_r/m_n$ использования грузоподъемности; ускорение g свободного падения, $\text{м}/\text{с}^2$.

В перечисленные параметры, как видим, входят четыре размерные величины — m_n , $M_{e\max}$, r_k , g . Добав-

ляем к ним искомое время T_p разгона до заданной скорости v . Таким образом, в итоге получаем шесть размерных физических величин. Теория размерностей позволяет установить между ними с точностью до константы C функциональную зависимость в следующей

$$\text{форме: } T_p = C \frac{m_n v^2}{M_{e\max}} \sqrt{\frac{r_k}{g}}.$$

Размерность левой части этой формулы — c ; размерности величин, входящих в правую ее часть, — m_n — кг, v^2 — $\text{м}^2/\text{с}^2$, r_k — м, g — $\text{м}/\text{с}^2$, $M_{e\max}$ — Н·м, или $\text{кг} \cdot \text{м}/\text{с}^2$. Подставив их в формулу, получаем: $\text{кг} \cdot \text{м}^2 \times \times \text{с}^2 \cdot \text{с}^{-2} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{м}^{-1} \cdot \text{м}^{-1} \sqrt{\text{м} \cdot \text{с}^2} = c$. Поскольку размерности правой и левой частей совпадают, это означает, что входящая в формулу константа C — величина безразмерная.

Качественный анализ формулы показывает, что искомое время T_p прямо пропорционально полной массе АТС, квадрату заданной скорости v движения, радиусу r_k качения колеса и обратно пропорционально максимальному крутящему моменту двигателя. То есть формула, как видим, не противоречит физике и здравому смыслу. Об этом же говорит и рис. 1, на котором приведена типичная экспериментальная зависимость $v = f(T_p)$: время разгона T_p на участке $0-T_A$ пропорционально v^2 , на участке T_A-T_B кривая асимптотически приближается к горизонтальной прямой $v = v_{\max}$.

Теория размерностей позволяет, к сожалению, не определить величину константы, C , а только установить, что она должна быть соизмерима с единицей. Но эту величину можно найти лишь экспериментально. Для этого запишем ее в виде произведения неизвестной новой постоянной величины C_1 и функции φ , зависящей от безразмерных параметров k_m , k_n , k_r , f и η_{tp} , т. е. в виде $C = C_1 \varphi(k_m, k_n, k_r, f, \eta_{tp})$. При этом совершенно очевидно: если рост любого из параметров приводит к увеличению времени T_p , то он должен быть в числителе формулы для определения φ , а если его рост способствует уменьшению величины T_p , то в знаменателе.

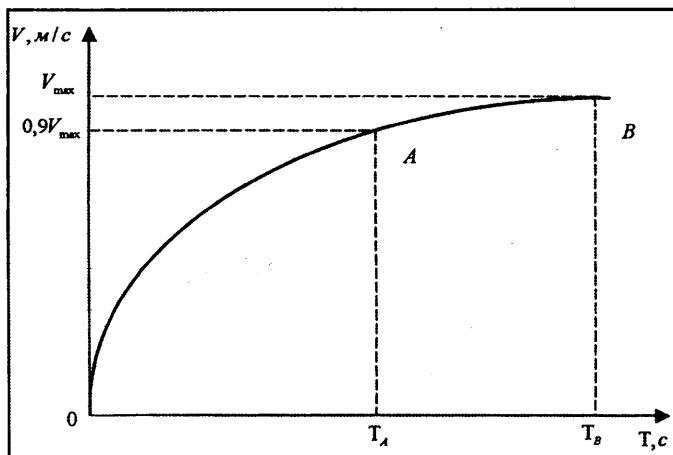


Рис. 1

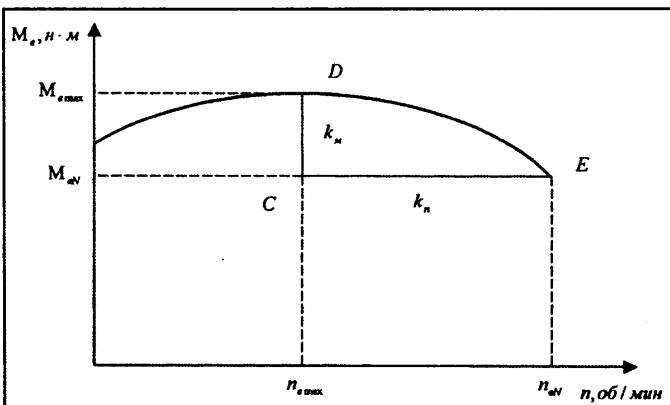


Рис. 2

Далее воспользуемся внешней скоростной характеристикой двигателя (рис. 2). Ее, как известно, характеризуют показатели k_m и k_n : первый пропорционален длине отрезка CD , второй — отрезка CE . Значит, можно сделать вывод: время T_p уменьшается при возрастании величин k_m и k_n , а следовательно, и при возрастании суммы $(k_m + k_n)$. Значит, в первом приближении функциональную зависимость для ϕ можно представить в такой форме: $\phi = \frac{fk_r^\alpha}{(k_m + k_n)^\beta \eta_{tr}}$.

С учетом сказанного выше формула для расчета T_p приобретает вид:

$$T_p = C_1 \frac{m_n v^2 f}{M_{e \max} \eta_{tr}} \sqrt{\frac{r_k}{g}} \cdot \frac{k_r^\alpha}{(k_m + k_n)^\beta}.$$

В ней, как видим, три неизвестных — C_1 , α и β . Их можно получить, воспользовавшись, как упоминалось выше, банком экспериментальных данных. Для этого на основе результатов испытаний по оценке времени T_p разгона трех автомобилей КамАЗ, отличающихся полной массой (15, 30 и 46 т), составили систему трех уравнений. Решение этой системы дало: $C_1 = 7,065$, $\alpha = \beta = 0,5$. Таким образом, окончательная формула для расчета времени T_p разгона грузовых АТС до заданной скорости оказалась следующей:

$$T_p = 7,065 \frac{m_n v^2 f}{M_{e \max} \eta_{tr}} \sqrt{\frac{r_k k_r}{g(k_m + k_n)}}.$$

Результаты расчетов по формуле и результаты экспериментального определения T_p для ряда грузовых АТС приведены в таблице. Из нее видно, что полученная формула обеспечивает вполне приемлемую для практического использования точность (расхождение составляет $v - v, \%$), хорошо "работает" в достаточно широких диапазонах изменения полной массы, величин максимального крутящего момента двигателя, пе-

Модель АТС, колесная формула	Конструктивные параметры АТС										Время разгона $T, \text{с}$	$T_p - T_3, \text{с}$	
	$M_{e \max}, \text{Н}\cdot\text{м}$	$M_{eN}, \text{Н}\cdot\text{м}$	$m_n, \text{кг}$	k_r	k_m	k_n	i_0	$r_k, \text{м}$	f	η_{tr}	расчет- ное	экспери- менталь- ное	
КамАЗ-5320, автомобиль 6×4	650	581	15300	1,096	1,117	1,486	6,53	0,495	0,0095	0,85	29,8	30,5	-0,7
КамАЗ-5320, автопоезд 6×4	650	581	26300	1,553	1,117	1,486	6,53	0,495	0,0095	0,85	61,0	62,1	-1,1
КамАЗ-53215, автомобиль 6×4	850	770	19300	1,325	1,104	1,571	5,43	0,52	0,0095	0,85	34,7	33,6	1,1
КамАЗ-53215, автопоезд 6×4	850	770	33300	1,707	1,104	1,571	5,43	0,52	0,0095	0,85	67,9	63,9	4,0
КамАЗ-54115, автопоезд 6×4	850	770	34200	1,590	1,104	1,571	5,43	0,52	0,0095	0,85	67,3	64,8	2,5
КамАЗ-55111, самосвал 6×4	850	770	22200	1,413	1,104	1,571	5,43	0,52	0,0095	0,85	41,2	39,6	0,6
КамАЗ-65115, самосвал 6×4	1075	827	25200	1,470	1,300	1,571	5,43	0,529	0,0095	0,85	36,5	38,4	-1,9
КамАЗ-6250, самосвал 6×4	1225	1035	33100	1,527	1,182	1,692	6,33	0,548	0,0095	0,85	40,7	42,3	-1,6
КамАЗ-5460, автопоезд 4×2	1450	1105	40000	1,757	1,312	1,571	5,11	0,532	0,0095	0,87	47,6	49,0	-1,4
КамАЗ-6460, автопоезд 6×4	1450	1105	46000	1,788	1,312	1,571	5,11	0,532	0,0095	0,85	56,5	58,1	-1,6
"Скания R164LA480"*, автопоезд, 4×2	2300	1775	40000	1,797	1,296	1,727	3,4	0,51	0,0065	0,89	23,9	20,0	3,9
КамАЗ-43114, автомобиль 6×6	800	702	15420	0,835	1,140	1,825	7,22	0,61	0,0107	0,81	25,1	23,5	1,6

* Результаты испытаний автопоезда "Скания R164LA480" и его технические характеристики воспроизведены из журнала "Ластауто омнибус"

редаточного отношения главной передачи, коэффициента сопротивления качению и ряда других факторов.

Применение формулы позволяет существенно облегчить труд конструктора и повысить эффективность его деятельности, поскольку для расчета не требуются наличие специальных программ и навыки работы с ними. Весь расчет можно выполнить за несколько минут, имея лишь технические характеристики транспортного средства, двигателя, трансмиссии, движителя и некоторые справочные материалы.

При этом нужно иметь в виду: расчетные данные, приведенные в таблице, получены на основе паспортных данных двигателя. Практика же показывает, что с учетом возможных отклонений в технических характеристиках двигателя и при изменении условий окру-

жающей среды различие в экспериментальных показателях разгона двух автомобилей одной и той же модели может достигать 2–3 с, т. е. соизмеримо с погрешностью расчета.

И еще одно. Пользуясь разработанной формулой, можно рассчитать время разгона АТС и для другой заданной скорости разгона, например, до 70 или 80 км/ч. А если сравнить время разгона АТС до 60 и до 85 км/ч, то окажется, что вторая из величин в 2 раза больше первой, поскольку $85^2/60^2 \approx 2,007$. Причем величина максимальной скорости АТС должна быть не менее 90–95 км/ч, для того чтобы можно было пользоваться рабочим участком кривой разгона $0-T_A$ в соответствии с рис. 1.

УДК 629.436.62-614

РАБОЧИЙ ПРОЦЕСС ДИЗЕЛЯ С ДВУХСТАДИЙНЫМ ЦИКЛОМ ТОПЛИВОПОДАЧИ

Д-р техн. наук В.М. ФОМИН,
канд. техн. наук Г.С. КОРНИЛОВ,
д-р техн. наук В.Ф. КАМЕНЕВ

РУДН, НАМИ

Роль активных частиц в процессах воспламенения и горения в дизелях общеизвестна: повышение их концентрации усиливает химическую кинетику процессов окисления топлива. Известны и способы увеличения концентрации. Это, во-первых, введение в дизель продуктов с реакционно-активными компонентами (металлоорганические присадки к топливу, водород, синтезированные водородосодержащие газовые смеси и т. п.); во-вторых, формирование данных компонентов непосредственно в рабочем пространстве дизеля, например, за счет предварительного термохимического преобразования (переработки) дизельного топлива. Причем последний способ проще по осуществлению и выгоднее энергетически. Дело в том, что процесс термохимического реагирования в окислительной среде углеводородных соединений, в частности, дизельного топлива, имеет многостадийный характер и сопровождается образованием большого количества промежуточных соединений. В том числе активирующих окислительные процессы. Причем получением таких соединений можно, по всей видимости, управлять с целью увеличения их количества.

Действительно, процесс окисления углеводородов есть совокупность цепочно-тепловых реакций. При этом некоторые из последовательных и параллельных реакций протекают гораздо интенсивнее, чем "прямая" реакция, которую характеризует стехиометрическое уравнение. Причина — сравнительно небольшое количество энергии, необходимой для образования промежуточных активных продуктов.

К сожалению, детальный механизм окисления установлен только для простейших углеводородов. Ме-

ханизм же окисления дизельного топлива, содержащего в своем составе сложные углеводородные соединения, пока известен лишь с качественной стороны. Например, считается, что процессы развития пламени в цилиндре дизеля представляют собой ряд последовательно чередующихся стадий окисления. Причем окисление молекул топлива начинается с их деструкции с образованием промежуточных соединений — радикалов. Радикалы же очень активны и при взаимодействии с другими молекулами ведут себя как самостоятельная структурная группа. В результате взаимодействия частиц OH, H с молекулами углеводородов или их радикалами образуется водород.

Результат такой цепочки — формирование в определенной зоне горения газовой смеси, в состав которой в основном входят N_2 , O_2 , CH_4 , C_2H_2 , C_2H_4 , C^{*} (сконденсированный углерод), CO , CO_2 , H_2 , H_2O , а также активные частицы H, OH, O.

Смесь данного состава — итог химических реакций в области, движущейся от поверхности частиц распыленного жидкого топлива в направлении высокотемпературной зоны пламени, активной встречной диффузии.

Дальнейшее развитие процесса приводит к значительному, хотя и неполному выгораниюmonoоксида углерода и водорода, повышению до максимума температуры реагирующей смеси и увеличению концентрации конечных продуктов горения топлива — углекислого газа и воды.

Формирование же собственно пламени предполагает существование двух стадий реакционной зоны распыленного жидкого топлива — холодно-пламенной и высокотемпературной светящегося пламени.

Для первой из стадий, холодного пламени, характерно накопление продуктов деструкции топлива (радикалов, перекисей, альдегидов, кетонов, оксикислот, пироксидов и др.), а также продуктов его окисления (монооксида углерода и водорода). Причем в период предпламенных реакций углеводородов в условиях камеры горения дизеля процессы молекулярной деструкции топлива преобладают над окислительными.

Благодаря этому уменьшается концентрация углеводородов и интенсивно образуютсяmonoоксид углерода и водород, концентрация которых достигает максимума вблизи высокотемпературного фронта пламени.

На второй стадии, высокотемпературного пламени фронта, monoоксид углерода, водород, а также продукты распада и окисления индивидуальных углеводородов в большей своей части выгорают, образуя углекислый газ, а не успевшая сгореть их часть догорает по мере распространения из фронта пламени в объем цилиндра. Причем догорание водорода и monoоксида углерода в объеме вне пламени происходит медленнее, чем в пламени, что способствует их относительно длительному существованию внутри цилиндра.

Обобщая сказанное выше, можно сделать вывод: промежуточные продукты, активно участвующие в развитии реакций окисления топлива (такие, как, например, перекиси, альдегиды, водород, monoоксид углерода), образуются на разных стадиях процесса окисления молекул углеводородов в результате термохимических превращений. Количество указанных промежуточных продуктов изменяется по мере развития процесса окисления, который заканчивается преобразованием продуктов полного окисления топлива в углекислый газ и воду. Следовательно, активные продукты и водород можно получить в термохимических реакциях, заканчивающихся на промежуточных стадиях неполного окисления дизельного топлива. Другими словами, объект и способ управления есть. Нужно лишь найти средства управления, т. е. средства целевого осуществления подобных реакций в условиях рабочего пространства дизеля. И такая возможность есть. Потому что процесс предварительного термохимического преобразования дизельного топлива в цилиндре двигателя теоретически осуществим в том случае, когда предусмотрена возможность подачи в камеру сгорания определенной начальной дозы топлива, которое и принимает участие в этом процессе. Значит, впрыскивание в цилиндр как минимум двух чередующихся во времени порций топлива (предварительной и основной) и есть решение задачи. Причем решение с помощью известных и довольно многочисленных современных систем топливоподачи с управляемым впрыскиванием. Это, во-первых, системы двухфазной топливоподачи, которые первую порцию топлива подают через впускной тракт дизеля (главным образом в паровой фазе), а вторую (основную) — через форсунку; во-вторых, системы ступенчатого впрыскивания топлива, которые сначала впрыскивают небольшое количество топлива в цилиндр, а затем сразу же, без прерывания, основное его количество; в-третьих, системы разделенного впрыскивания, в которых процесс топливоподачи разделяется по времени на предшествующую (вспомогательную) и основную стадии; в-четвертых, системы с автоматическим (например, электронным) управлением характеристикой топливоподачи, реализующие любой из перечисленных выше способов или более сложный закон впрыскивания.

Системы различаются не только алгоритмами функционирования, но и сложностью их практической

реализации, стоимостью, ресурсом и надежностью работы, а также эффективностью воздействия на эколого-экономические показатели дизелей. Последнее из перечисленных качеств во многом определяется возможностью и интенсивностью термохимического преобразования дозы топлива, предварительно поданной в цилинды.

Выше отмечалось, что концентрация тех или иных промежуточных продуктов, в том числе водорода, зависит от глубины развития процесса окисления топлива. Факторами, позволяющими влиять на эту глубину, являются относительное содержание окислителя в реакционной зоне (коэффициент избытка окислителя), а также его химическая природа. Причем надо иметь в виду, что в роли окислительной среды могут выступать не только кислород воздуха, но и ряд других химических соединений. Так, если в качестве окислительной среды для дизельного топлива, имеющего средний элементарный состав $C = 0,874$, $H = 0,126$ и условную формулу $CH = 1,73$, используется воздух ($O_2 + 3,76N_2$), то реакцию полного окисления ($\alpha \geq 1$) можно представить стехиометрическим уравнением $CH_{1,73} + 1,432\alpha(O_2 + 3,76N_2) \leftrightarrow CO_2 + 0,865H_2O + + 1,4325(\alpha - 1)O_2 + 5,386\alpha N_2$, а реакцию, при которой вообще не образуются продукты полного окисления углеводородов, уравнением $CH_{1,73} + 0,5(O_2 + 3,76N_2) \leftrightarrow \leftrightarrow CO + 0,865H_2 + 1,82N_2$, соответствующим сгоранию с $\alpha = 0,35$. Эти два уравнения характеризуют два крайних теоретически возможных варианта процессов окисления топлива кислородом воздуха. Реакции же, занимающие промежуточное положение ($0,35 < \alpha < 1$), суммарно можно записать в следующем виде: $CH_{1,73} + + B\alpha(O_2 + 3,76N_2) \leftrightarrow a_1C_{tb} + a_2CH_4 + a_3CO + a_4CO_2 + + a_5H_2 + a_6H_2O + a_7N_2$, где B , $a_1 \dots a_7$ — мольные коэффициенты, определяющие долю соответствующего компонента.

Последнее из уравнений — условное: оно показывает только то, что в смеси конечных продуктов реакции присутствуют продукты как полного, так и неполного окисления и отсутствует свободный остаточный кислород.

Все приведенные выше реакции относятся к случаю окисления углеводородного топлива кислородом воздуха и являются экзотермическими, т. е. идут с выделением теплоты. Однако газовые смеси, содержащие активные компоненты, которые способны влиять на кинетический механизм процесса горения, в частности, водород, можно получить не только в результате взаимодействия углеводородов с кислородом воздуха, но и при использовании других окислителей. Например, углекислого газа и паров воды ($CH_{1,73} + CO_2 \rightarrow \rightarrow 2CO + 0,865H_2$, $CH_{1,73} + H_2O \rightarrow CO + 0,865H_2$, или суммарно — $1,865H_{1,73} + CO_2 + 0,865H_2O \rightarrow 2,865CO + + 2,478H_2$).

Реакции такого типа — эндотермические, их тепловой эффект $Q_{хим}$ соответствует поглощенной теплоте и равен разности энталпий начальных и конечных продуктов реакции.

Способы (процессы) осуществления термохимического преобразования жидкого (дизельного) топлива,

о которых шла речь выше, получили общее название — конверсия. Но они, с точки зрения получения продуктов, обладающих высокой реакционной способностью, не единственно возможные. В дизеле наблюдается и еще одно характерное преобразование углеводородов — пиролиз, который по времени может совпадать с процессом конверсии.

Таким образом, под термином "термохимическое преобразование топлива" следует понимать процесс, обусловленный совокупностью одновременно протекающих окислительно-восстановительных реакций, осуществляемых на основе эндотермической конверсии и окислительного пиролиза. Другими словами, организация термохимического преобразования топлива в условиях рабочего цикла дизеля предполагает, что в качестве окислительной среды должны использоваться парогазовые смеси, содержащие остаточный кислород, углекислый газ и пары воды, т. е. компоненты отработавших газов.

Как видим, для эффективной реализации процесса предварительного термохимического преобразования топлива в цилиндре дизеля целесообразно сформировать реакционную среду с коэффициентом α_{cm} избытка окислителя в интервале $0,35 < \alpha_{cm} < 1$. Очевидно, что это может быть достигнуто при заданной величине предварительной дозы топлива путем принятия специальных мер по соответствующему изменению количества остаточных (остающихся в цилиндре от предшествующего цикла сгорания) газов. Например, с помощью процесса, известного как "внутренняя рециркуляция отработавших газов". Без таких мер, учитывая, что количество остаточных газов в цилиндре обычно невелико (коэффициент остаточных газов γ , для современных дизелей не превышает 0,05), обеспечить эффективное протекание процесса термохимического преобразования топлива практически невозможно. И если с данной точки зрения оценивать перечисленные выше системы топливоподачи, становится очевидным: системы со ступенчатым впрыскиванием топлива из-за дефицита времени могут оказаться малоэффективными (термохимическое преобразование просто не успеет реализоваться).

При системе двухфазного впрыскивания топлива, когда его предварительная доза вводится в относительно холодный воздушный заряд на впуске, преобразование углеводородов теоретически возможно лишь на коротком, в конце такта сжатия, участке цикла, но здесь роль окислительной среды выполняет кислород, а содержание остаточных газов, включая углекислый газ и пары воды, незначительно, что лимитирует протекание эндотермических процессов конверсии. При системе двухстадийного впрыскивания создаются наиболее благоприятные условия для организации конверсии дизельного топлива. Но их применение требует ответа как минимум на два вопроса: на какой стадии начальную порцию топлива нужно подавать в цилиндр? Каков должен быть объем этой порции?

Ответ на оба вопроса можно найти, основываясь на некоторых соображениях, вытекающих из теории.

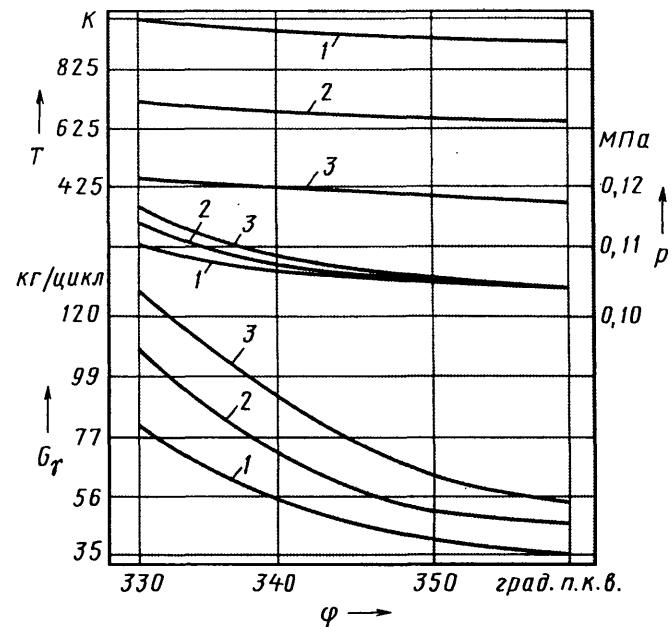


Рис. 1

Так, о целесообразном моменте начала предварительной подачи топлива в дизель можно судить, зная температуру, состав и количество остаточных газов в цилиндре в данный момент, поскольку изначально подразумевается организация термохимических реакций преобразования топлива в среде остаточных газов. Для этого воспользуемся методом математического моделирования рабочего процесса дизеля (точнее, одной из его стадий — процесса выпуска). Потому что традиционные аналитические методы расчета рабочего цикла дизеля дают возможность определять в основном приближенные значения параметров рабочего тела только в начале и конце выпуска.

При формировании алгоритма модели учитывалось влияние на характер истечения газа при выпуске изменяющейся площади выпускного отверстия, переменной скорости поршня. Расчет позволил определить текущие параметры: давление и температуру рабочего тела в цилиндре, скорость, расход и количество оставшихся продуктов сгорания на разных стадиях процесса выпуска.

На рис. 1 приведены данные расчета параметров процесса выпуска дизеля 4Ч 11/12,5 (Д-240) для трех нагрузочных режимов и постоянной частоты вращения коленчатого вала ($n = 2000 \text{ мин}^{-1}$). Эти данные характеризуют изменение состояния рабочего тела в цилиндре в конце процесса выпуска при изменении углов поворота коленчатого вала в интервале 330—360°. Они отражают температурное состояние и количество остаточных газов в цилиндре в любой текущий момент процесса выпуска, что при известном их составе (α^0) позволяет оценивать необходимую величину предварительной подачи топлива для конверсии и целесообразный момент ее введения в дизель.

Рассмотрим этот вопрос подробнее.

(Продолжение следует)

КОМПЛЕКСНАЯ СИСТЕМА АКТИВНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ АТС

Д-р техн. наук Я.Н. НЕФЕДЬЕВ
НАМИ

В системе управления автомобилем водитель решает как минимум три главные задачи: оценивает ситуацию на дороге и формирует желаемый вектор скорости, т. е. ее величину и направление движения; определяет текущее положение автомобиля и формирует вектор состояния; сравнивает желаемое и текущее состояния и вырабатывает управляющее воздействие на органы управления. Кроме того, постоянно оценивает внутреннее состояние автомобиля (его агрегатов). Все средства, направленные на уменьшение риска ошибок при выполнении водителем перечисленных функций, следует отнести к средствам обеспечения активной безопасности автомобиля.

Оставив за рамками анализа вопросы, связанные с оценкой дорожной ситуации (обзорность, в том числе с помощью технических средств, приборы освещения и пр.), а также эргономический аспект проблемы безопасности, рассмотрим возможности разгрузки водителя за счет придания автомобилю адаптивных свойств, что должно привести к сокращению числа функций, связанных с оценкой состояния техники и соответственно уменьшению числа ошибок управления и снижению тяжести их последствий.

Именно данная концепция легла в основу системы автоматического управления движением (САУД) автомобиля в нестационарных режимах, созданной в НАМИ. Системы, которая должна стать органической составляющей любого автотранспортного средства, но в ее практическом исполнении пока предназначеннной только для АТС с пневматическим приводом тормозов.

Известно, что наибольшее число ДТП связано с неправильной оценкой поведения автомобиля при торможении. В частности, с недооценкой водителем последствий юза — потери устойчивости и управляемости. Поэтому стержневым компонентом современной САУД, безусловно, должна быть антиблокировочная система тормозов.

Основных принципов построения рассматриваемой САУД два. Первый: блочное исполнение, допускающее, с одной стороны, развитие системы путем наращивания ее функций за счет введения дополнительных исполнительных устройств и включение в число управляемых все новых агрегатов, а с другой — дающее возможность независимого применения отдельных подсистем. Второй: обеспечение такого взаимодействия системы с агрегатами автомобиля, при котором отказ ее элементов не должен вызывать отказ агрегата и приводить к невозможности движения автомобиля. (Это особенно важно, если учесть, что электронное управление существенно повышает сложность агрегатов, вследствие чего заметно падает их надежность.)

Данная САУД, как и любая классическая система управления, состоит из трех групп элементов — дат-

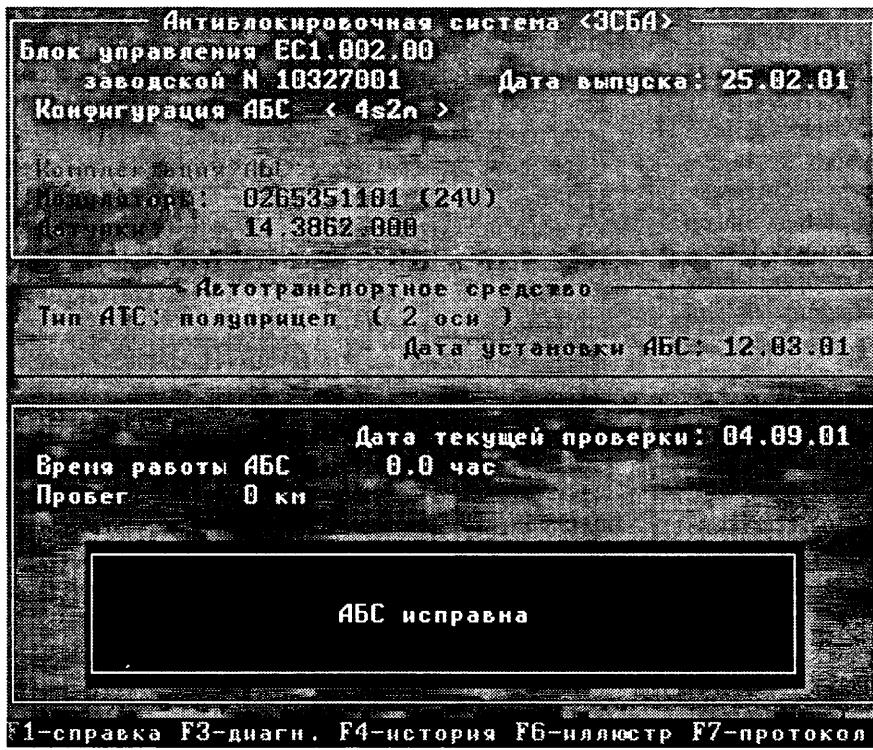
чиков, блока управления и исполнительных устройств. Ее основу составляет унифицированный базовый комплект АБС, предназначенный для применения, как сказано выше, на АТС с пневматическим приводом тормозов. Благодаря высокому быстродействию модуляторов в АБС, выполненной на их базе, реализуется функция электроуправляемого пневматического привода (ЭПП) тормозов. С этой целью в систему введены датчики давления, установленные в тормозных камерах и на выходе тормозного крана, позволяющие создать параллельно с пневматической управляющей магистралью ее электрический аналог.

Введение в САУД функции ЭПП позволяет увеличить быстродействие тормозов, особенно заметное на длиннобазных автотранспортных средствах. Выигрыш во времени срабатывания должен составить ~0,1 с на каждые 10 м тормозной магистрали. Кроме того, наличие в приводе тормозов обратной связи по давлению придает ему свойства квазилинейности, благодаря чему появляется возможность улучшить характеристики АБС. В частности, уменьшить амплитуды автоколебаний, снизить динамические нагрузки на элементы тормозов и конструкцию автомобиля в целом, сократить расход рабочего тела. Тем более что при наличии пневматической подвески, снабженной датчиками давления, с помощью блока управления легко обеспечить оптимальное соотношение между нагрузкой на ось и давлением в тормозных камерах, т. е. реализовать функцию регулятора тормозных сил. Такой электронный регулятор, в отличие от механического, обладает абсолютной стабильностью характеристик и позволяет воспроизвести сложные зависимости, учитывающие координацию торможения колес различных осей.

Логическое развитие АБС как системы оптимизации взаимодействия эластичного колеса с опорной поверхностью — распространение ее функционирования на режим буксования ведущих колес в тяговом режиме, где из-за ослабления сопротивляемости колес боковым возмущениям так же, как и при торможении, возможна потеря устойчивости автомобиля. Предотвращение заноса здесь чрезвычайно важно, потому что он происходит, как правило, в сложных, трудно контролируемых условиях (высокая скорость, маневр типа "переставка", скользкая дорога).

Для реализации функции контроля буксования за счет притормаживания ведущих колес вводить в систему дополнительные блоки не требуется. Однако более точного регулирования степени проскальзывания колес удается достичь лишь с помощью воздействия на двигатель. В этом случае решается проблема не только предотвращения заноса, но и преодоления уклонов, а также трогания с места при пониженном коэффициенте сцепления, т. е. проблема повышения проходимости АТС.

Наиболее простым средством воздействия на подачу топлива представляется пневматический цилиндр в системе рычагов, связывающих педаль акселератора с рейкой ТНВД: шток такого цилиндра делает плечо одного из рычагов переменным, а водитель при работе противобуксовочной системы не лишается возможности воздействия на двигатель. Однако в случае, если



F1-справка F3-диагн. F4-история F6-илюстр F7-протокол F8-о программе F10-выход

двигатель управляемся собственной системой, достаточно подать на ее вход управляющий сигнал от блока управления САУД.

Дальнейшее увеличение функциональной нагрузки на систему, включающую рассмотренный выше набор исполнительных устройств и датчиков, реализуется лишь путем наращивания вычислительной способности блока управления. В частности, на САУД большегрузных автомобилей возложена функция ограничения скорости движения на уровне 90 км/ч, что предписывается европейскими нормами, а на САУД легковых автомобилей — автоматического поддержания скорости движения на любом заданном уровне.

Таким образом, система регулирует весь цикл движения АТС, обеспечивая оптимизацию его взаимодействия с дорожным покрытием на нестационарных режимах (торможение, разгон) и стабилизацию скорости при стационарных режимах.

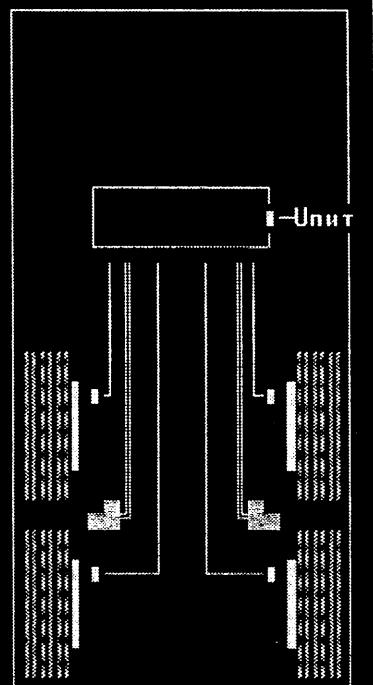
Блок управления, объединяющий отдельные подсистемы и интегрированную систему активной безопасности, выполнен на базе однокристальной микроЭВМ. Его структура, содержащая внешнее ППЗУ (постоянное перепрограммируемое запоминающее устройство) и устройства ввода-вывода, стандартна и аналогична структуре блока управления АБС. Отличие состоит лишь в том, что ППЗУ имеет несколько банков программ, переключаемых самой ЭВМ, каждый из которых реализует управляющую программу одной из основных подсистем САУД. Благодаря этому сокращается длина подпрограммы, а следовательно, и время ее исполнения.

Важная составляющая интегрированной системы активной безопасности — подсистема предотвращения критических состояний, входящая в ее состав и реализуемая блоком управления с помощью специальной

подпрограммы, функция которой — постоянная оценка рабочих процессов САУД, подключение резервных контуров или отключение подсистем при возникновении сбоев в работе, запоминание и хранение информации о нарушениях в системе. Благодаря выделению функции самодиагностики в отдельную подсистему решается задача взаимодействия САУД и с внешними диагностическими устройствами. Причем в силу значительной сложности САУД и большого количества информации, которая может накапливаться в блоке управления, целесообразно организовать обмен информацией со стационарными средствами диагностики на базе проекта стандарта ISO-9141, предусматривающего представление данных в виде последовательного цифрового кода, передаваемого по однопроводной линии связи.

Главная составляющая САУД — это, несомненно, алгоритмическое обеспечение: от его отработки зависит функциональное качество системы. Основной способ такой отработки, учитывая высокую трудоемкость и стоимость натурных испытаний автомобиля, — лабораторный. Тем более что современные персональные компьютеры, обладающие весьма высоким быстродействием, позволяют реализовать адекватные динамические модели объекта управления, работающие в реальном масштабе времени. И "стыковать" с моделью реальную аппаратуру, образуя полунатуральный стенд, обеспечивающий возможность проведения численного эксперимента.

Вся информация о состоянии системы содержится в блоке управления. С помощью специально организованного протокола обмена она может быть доступна персональному компьютеру. Причем сигналы в обе стороны могут передаваться одновременно в дуплексном режиме.



Программа диагностики предполагает следующий порядок действий.

1. Проверка подключенности соединительного кабеля к параллельному порту компьютера.
2. Проверка подачи питания на блок управления.
3. Формирование и посылка на блок управления кода, стимулирующего отклик диагностируемой системы.

В случае, если какой-либо из перечисленных шагов не дает положительного результата, сообщение об этом выводится на экран, на котором одновременно высвечивается инструкция оператору о необходимых для устранения неполадки действиях. Если течение процесса нормальное, компьютер посыпает блоку управления код, открывающий доступ к памяти процессора. Далее в соответствии с протоколом обмена происходит перекачка данных в компьютер, где они расшифровываются и выводятся на экран (см. рисунок).

Функциональное наполнение программы легко определить по виду основного окна экранного интерфейса. В зависимости от степени доверия существуют

три уровня доступа к внутреннему содержанию блока управления: уровень изготовителя блока управления, позволяющий вводить в память микропроцессора сведения об изготовителе, дате изготовления и т. п.; уровень изготовителя АТС, позволяющий вводить данные о транспортном средстве, системе и ее конфигурации; уровень разработчика системы, открывающий доступ ко всем возможностям блока управления и программного обеспечения, включая доступ к "секретным" ячейкам, содержащим сведения о контактах блока управления с "внешним миром".

На всех уровнях программа позволяет "обнулять" данные предыдущих проверок, чтобы освобождать пространство для накопления информации.

Кроме приведенных выше функций программа предусматривает возможность считывания информации о последнем торможении АТС, т. е. в нее заложена функция считывания данных "черного ящика", если та-ковой имеет место в составе диагностируемой системы.

УДК 629.621.85.62-752.2

ДИНАМИЧЕСКИЕ ГАСИТЕЛИ ИЗГИБНЫХ КОЛЕБАНИЙ В ТРАНСМИССИЯХ ПЕРЕДНЕПРИВОДНЫХ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Д-р техн. наук С.Н. ИВАНОВ,
канд. техн. наук В.А. САВЕЛЬЕВ, Н.П. КОЧЕШКОВ
НАМИ

Переднеприводные легковые автомобили с попечным расположением силового агрегата имеют, как известно, приводные валы разной длины. Это само по себе ничего опасного не представляет. Беда в том, что низшая собственная частота изгибных колебаний более длинного вала обычно располагается внутри диапазона изменения частоты возмущающих сил (для четырехцилиндровых ДВС — неуравновешенных сил инерции второго порядка). Например, правый, более длинный вал системы привода передних колес автомобиля ЗАЗ-1102, как показали в свое время результаты экспериментальных исследований, входит в резонанс с изгибными колебаниями при частоте вращения коленчатого вала двигателя, близкой к 4200 мин⁻¹. Эти явления отмечались при движении автомобиля на четвертой передаче со скоростью 110—120 км/ч и характеризовались амплитудой изгибающего момента в среднем сечении приводного вала, достигающей 15—22 Н·м (1,5—2,2 кгс·м), частота изменения которого составляет 140 Гц. При этом относительные перемещения в парах трения шарниров данного приводного вала составляли 15—25 мкм, что способствовало фреттинг-коррозии, приводящей к ускоренному изнашиванию этих пар.

Резонансные увеличения амплитуд изгибных колебаний отмечались при тех же 4200 мин⁻¹ и при движении на других передачах.

Исследования этого крайне нежелательного эффекта показали следующее.

Приводной вал с точки зрения изгибных колебаний можно рассматривать как свободно операющуюся (по центрам шарниров) балку с постоянной по длине изгибной жесткостью, тогда спектр собственных частот изгибных его колебаний определяется хорошо известной формулой $f_i = i^2 \pi / 2L^2 \sqrt{EI/\rho F}$, в которой i — порядковый номер частоты; f — i -я частота; L — длина балки (расстояние между опорами); I и F — момент инерции и площадь сечения балки, постоянные по длине, E и ρ — модуль упругости первого рода и плотность материала балки, тоже постоянные по длине. В свою очередь, частота сил инерции второго порядка равна $f_{p2} = 2f_e = n_e/30$, где f_e — частота вращения коленчатого вала двигателя в Гц, а n_e — частота вращения коленчатого вала двигателя в мин⁻¹.

Частоты $n_{ei}^{\text{рез}}$ вращения коленчатого вала двигателя, соответствующие резонансам изгибных колебаний приводного вала, определяются из условия $f_{p2} = f_i$, т. е. могут быть подсчитаны по формуле $n_{ei}^{\text{рез}} = i^2 15\pi / L^2 \sqrt{EI/\rho F}$. В частности, для стальных приводных валов сплошного круглого сечения для i -й формы колебаний они равны $\sim 60350i^2d/L^2$, где d — диаметр стержня приводного вала; L — расстояние между центрами шарниров равных угловых скоростей.

Легко подсчитать, что при значениях $d = 0,019—0,023$ м и $L = 0,5—0,7$ м, характерных для приводных валов переднеприводных легковых автомобилей, $n_{e1}^{\text{рез}} = 2340—5550$ мин⁻¹. То есть действительно лежит в диапазоне изменения частоты вращения коленчато-

го вала ($1500\text{--}6000\text{ мин}^{-1}$) большинства современных ДВС.

Вывод очевиден: уровни изгибных колебаний приводных валов переднеприводных АТС в резонансных зонах нужно снижать. Иначе говорить об их долговечности и надежности не приходится. Способы такого снижения теоретически обоснованы в НАМИ и нашли практическое подтверждение на многих конструкциях АТС. В числе этих способов — увеличение момента инерции приводного вала (установка дополнительной массы, жестко связанной со стержнем вала точно между центрами шарниров); применение демпфера изгибных колебаний инерционного типа, имеющего упругую связь со стержнем вала между центрами шарниров; изменение изгибной жесткости приводного вала путем рационального подбора его сечения по длине (в частности, замена стержневого участка вала участком с кольцевым сечением, т. е. трубой).

Так, технологически простейшая операция, установка дополнительной массы на приводной вал, уменьшает первую (низшую) частоту изгибных колебаний вала и гарантированно выводит ее за нижнюю границу диапазона изменения частоты действия сил инерции второго порядка при эксплуатационных режимах работы двигателя. Эта частота (f_1) в данном случае определяется по тоже хорошо известной из теории фор-

муле: $f_1 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{3EI}{L_1^2 L_2^2 (0,5M + m_{\text{доп}})}}$, в которой EI — из-

гибная жесткость стержня приводного вала; L — длина приводного вала между его опорами; L_1 и L_2 — расстояния от центра крепления дополнительной массы до левой и правой опор приводного вала; M — масса стержня вала; $m_{\text{доп}}$ — величина дополнительной массы. Очевидно, с помощью этой формулы можно определить величину $m_{\text{доп}}$, позволяющую снизить f_1 до требуемого значения при заданных значениях L_1 , L_2 и d .

Расчеты показали, что, например, для снижения резонансной частоты изгибных колебаний правого приводного вала автомобиля ЗАЗ-1102 до 80 Гц при $d = 23$ мм требуется дополнительная масса $m_{\text{доп}} = 1,9$ кг в случае ее установки в середине вала, между его опорами. При тех же условиях для валов диаметрами 21 и 19 мм требуемый уровень резонансной частоты изгибных колебаний достигается при $m_{\text{доп}} = 1,2$ и $m_{\text{доп}} = 0,65$ кг соответственно.

Однако в современных конструкциях переднеприводных автомобилей более широкое распространение получили демпферы изгибных колебаний инерционного типа с упругой связью с полуосью, т. е. динамические гасители изгибных колебаний.

Данный демпфер представляет собой колебательный контур, состоящий из инерционного и упругого элементов. Воздействие демпфера на исходную колебательную систему (приводной вал) определяется местом его установки и значениями параметров — массы и жесткости. Но в любом случае установка демпфера изменяет спектр собственных частот и амплитуд колебаний исходной системы. Неизменными остаются только те собственные частоты исходной системы, ко-

торым соответствуют формы колебаний, имеющие узловую точку, совпадающую с местом установки демпфера.

При установке демпфера в средней части приводного вала, т. е. между его опорами, вместо первой собственной частоты исходной системы появляются две первые частоты — большая и меньшая исходной. Вторая же собственная частота исходной системы остается неизменной, так как демпфер установлен в узловой точке второй формы колебаний и лежит по-прежнему за пределами диапазона изменения частоты возмущающей силы.

Таким образом, за пределы резонанса нужно выводить не одну, а две первые частоты новой системы (с демпфером), появившиеся вместо первой частоты исходной системы. Казалось бы, решение противоречит здравому смыслу. Однако с помощью соответствующего выбора параметров демпфера вывести за пределы изменения эксплуатационных частот вращения коленчатого вала двигателя обе частоты гораздо легче, чем одну исходную. Что, в общем, достаточно просто доказать, если воспользоваться рассматриваемой ниже технологией расчета.

В этой технологии приняты три довольно "безобидные", с точки зрения точности расчетов, допущения.

1. Приводной вал рассматривается как свободно операющаяся балка с постоянными по длине формой и площадью поперечного сечения, механическими характеристиками материала и, следовательно, изгибной жесткостью.

2. Демпфер считается колебательным контуром без затухания с сосредоточенной массой и невесомым упругим элементом с линейной характеристикой.

3. Демпфер крепится к валу не на плоскости, а в точке.

В итоге получается, что колебательная система состоит из двух подсистем, одна из которых моделирует приводной вал и является подсистемой с распределенной массой, а вторая моделирует демпфер как подсистему с сосредоточенной массой. При ее расчетах приводной вал представляется как свободно операющаяся невесомая балка с размещенными на ней сосредоточенными одинаковыми массами m , число N которых конечно, а масса m каждой из них в N раз меньше массы M балки. Кроме того, каждая масса m считается сосредоточенной в точке, лежащей на оси балки в середине отрезка $[L_{i-1}/N; L_i/N]$, где i — номер массы, L — длина балки. Обобщенными координатами системы, число которых равно $N + 1$, являются вертикальные перемещения масс m по оси X относительно исходного положения.

Расчетная модель динамического гасителя с упругой связью с приводным валом показана на рисунке. Принимая во внимание, что для данной колебательной системы наибольший практический интерес представляют низшие частоты, можно ограничиться определением только первых трех собственных частот и форм колебаний. Что и сделано с помощью специальной программы для ЭВМ. В итоге была построена зависимость резонансной частоты $n_e^{\text{рез}}$ от отношения

массы демпфера m_d к массе приводного вала M , которая позволяет определить m_d при заданном значении M .

Порядок расчетов сводится к следующему.

1. Выбирают исходные данные для расчета (диаметр d стержня приводного вала; расстояние L между центрами шарниров равных угловых скоростей; модуль упругости E первого рода для материала вала; ρ — плотность материала вала; диапазон $n_{e\min} \div n_{e\max}$ изменения частоты вращения коленчатого вала двигателя, модуль E_{d1} упругости первого рода для материала упругого элемента демпфера; плотность ρ_{d1} материала этого элемента; плотность ρ_{d2} материала инерционного элемента демпфера).

2. Вычисляют массу M стержня приводного вала ($M = \frac{\pi d^2}{4} L \rho$) и частоту вращения коленчатого вала двигателя, соответствующую резонансу изгибных колебаний по первой форме ($n_{e1}^{\text{рез}} \approx 60350 \frac{d}{L^2}$).

3. Определяют жесткость упругого элемента демпфера ($K_d = \frac{\pi^4 EI \mu_m}{L^3}$, где $\mu_m = m_d/M$).

4. Рассчитывают размеры и массу упругого элемента демпфера. Расчетная формула для определения радиальной динамической жесткости K_d демпфера, упругий элемент которого выполнен в виде сплошного резинового кольца, имеет вид: $K_d = \frac{4\pi G'_{d1} l_{d1}}{A}$; где $G'_{d1} \approx 1,3 G_{d1}$ — динамический модуль упругости второго рода; $G_{d1} = E_{d1}/3$ — статический модуль упруго-

сти второго рода; $A = \frac{\alpha^{-1} - \alpha}{\alpha^{-1} + \alpha} - \ln(\alpha^{-1})$; $\alpha = d_1/d_0$; l_{d1} —

длина (в продольном сечении) упругого элемента демпфера; d_0 и d_1 — внутренний и наружный его диаметры.

Для последующих расчетов строят зависимость A от α . Тогда, зная G'_{d1} , K_d и задаваясь значением l_{d1} , можно определить A и, исходя из найденного значения A , по графику $A = f(\alpha)$ — значение α . При этом следует помнить, что значение α_0 зависит от выбранного способа крепления демпфера к валу и может быть не равно диаметру d вала.

Далее по заданному значению d_0 вычисляют значение d_1 ($d_1 = \alpha d_0$). С учетом ρ_{d1} и значений l_{d1} , d_0 , d_1 массу упругого элемента находят по формуле

$$m_{d1} = \frac{m(d_1^2 - d_0^2)l_{d1}\rho_{d1}}{4}.$$

5. Рассчитывают массу ($m_{d2} \approx m_d - m_{d1}/3$) и размеры инерционного элемента демпфера. В последнем случае задаются значением l_{d2} и расчет ведут по формуле

$$d_2 = \left(\frac{4m_{d2}}{\pi l_{d2}\rho_{d2}} + d_1^2 \right)^{1/2}.$$

В НАМИ по данной технологии рассчитаны, а затем изготовлены и испытаны ряд конструкций динамических гасителей изгибных колебаний приводных валов переднеприводных автомобилей. Результаты испытаний показали: все эти демпферы — высокоеффективное средство снижения уровня изгибных колебаний валов.

УДК 629.118.6

МОТОЦИКЛ С КОЛЯСКОЙ. УСТОЙЧИВОСТЬ НА ПОВОРОТЕ И ПРИ ТОРМОЖЕНИИ

Д-р техн. наук Г.И. МАМИТИ,
канд. техн. наук М.С. ЛЬЯНОВ, К.Е. КОНИЕВ,
А.С. ЯЗВИНСКИЙ

Горский ГАУ, Минский мотовелозавод

Мотоцикл с коляской, в отличие от двухколесного, не может наклоняться в сторону поворота. У него, как и у автомобиля, на повороте перераспределяются лишь нагрузки на колеса. Причина такого перераспределения — центробежная сила инерции. Она, если превышает критическую величину, может опрокинуть мотоцикл. Точно так же, как опрокидывает автомобиль. Правда, процесс опрокидывания мотоцикла с коляской несколько отличается от автомобильного опрокидывания: автомобиль, независимо от направления поворота, падает вокруг оси, проходящей через пятна контакта колес борта; мотоцикл при повороте в сторону от коляски опрокидывается через ось, проходящую через центры пятен контакта переднего колеса

и колеса коляски, а при повороте в сторону коляски, — через ось, проходящую через центры пятен контакта переднего и заднего колес.

Опрокидывание мотоцикла с коляской — очень опасное по своим последствиям ДТП: у него нет средств пассивной безопасности, обязательных для автомобиля (кузов или кабина, упругие элементы внутренней облицовки, ремни, подушки безопасности и т. п.). Поэтому очень важно знать факторы, от которых зависит критическая скорость мотоцикла с коляской, и уметь управлять данными факторами как при его создании, так и при эксплуатации.

Получить такую зависимость не очень сложно. Для этого нужно воспользоваться схемой сил и моментов, действующих на мотоцикл при повороте (рис. 1).

Так, при движении мотоцикла по дуге возникает центробежная сила $F = m\omega^2 r$, где m — полная масса транспортного средства; ω — угловая скорость его поворота; r — расстояние от оси O (центра) поворота до центра C масс системы. В свою очередь, $r = (R_2 - d)/\cos\gamma$; $R_2 = L/\tan\theta$; $\omega = v/R_2$. (Здесь R_2 — радиус траектории заднего колеса мотоцикла; d — расстояние от продольной плоскости мотоцикла без коляски до центра масс мотоцикла с коляской вместе с грузом;

γ — угол между радиусами ρ и R_2 ; L — база мотоцикла без коляски; θ — угол между продольной осью мотоцикла и вектором скорости v переднего колеса.

Так как центробежная сила F инерции, возникающая при повороте мотоцикла, уравновешивается боковыми реакциями Y_1 , Y_2 и Y_3 дороги соответственно на переднее, заднее колеса мотоцикла и колесо коляски, то условия устойчивости транспортного средства следующие:

$$Y_1 = \sqrt{P_1^2 - X_1^2} \leq \varphi Z_1;$$

$$Y_2 = \sqrt{P_2^2 - X_2^2} \leq \varphi Z_2;$$

$$Y_3 = \sqrt{P_3^2 - X_3^2} \leq \varphi Z_3.$$

(В них P_i — результирующая (равнодействующая) продольной X_i и поперечной (боковой) Y_i реакций дороги на рассматриваемое колесо; φ — коэффициент сцепления шин с дорогой; Z_i — нормальная реакция дороги на рассматриваемое i -е колесо).

Величины нормальных реакций дороги, действующих на переднее, заднее колеса мотоцикла и колесо коляски (соответственно Z_1 , Z_2 и Z_3), определяются из уравнений моментов относительно оси, проходящей через центры пятен контакта переднего и заднего колес мотоцикла с дорогой, и уравнения моментов относительно оси, проходящей через центр пятна контакта заднего колеса мотоцикла с дорогой, перпендикулярной к продольной плоскости мотоцикла. В итоге для случая опрокидывания в сторону мотоцикла ($Z_3 = 0$) условие устойчивости против опрокидывания при повороте в сторону коляски имеет вид:

$$\left[mgd - \frac{mv^2 \operatorname{tg}\theta}{L} \left(1 - \frac{dt \operatorname{tg}\theta}{L} \right) h \right] / B \geq 0.$$
 (В — колея транспортного средства; h — высота его центра масс; g — ускорение свободного падения). Отсюда — критическая скорость v'_{kp} мотоцикла с коляской при повороте в сторону последней:

$$v'_{kp} \leq \sqrt{gdL / \operatorname{tg}\theta h (1 - \operatorname{tg}\theta d / L)}.$$

Как видим, v'_{kp} зависит от одного конструктивного параметра (L) и трех (d , h и $\operatorname{tg}\theta$), которыми в какой-то мере можно управлять. Например, параметрами d и h — путем правильного выбора положения груза, $\operatorname{tg}\theta$ — углом поворота руля. И всеми четырьмя — конструктивной компоновкой мотоцикла с коляской.

В случае опрокидывания через переднее колесо мотоцикла и колесо коляски ($Z_2 = 0$), а оно, очевидно, возможно только при повороте в сторону мотоцикла, с учетом изменения направления центробежной силы инерции условие устойчивости записывается в виде:

$$mg[Ba - d(L - c)]/BL - F_y h(L - c)/BL - F_x h/L \geq 0.$$

Откуда критическая скорость v''_{kp} может быть записана в виде формулы

$$v''_{kp} \leq \sqrt{g[Ba - d(L - c)]L / h \operatorname{tg}\theta (1 - dt \operatorname{tg}\theta / L)(L - c + B \operatorname{tg}\gamma)}.$$

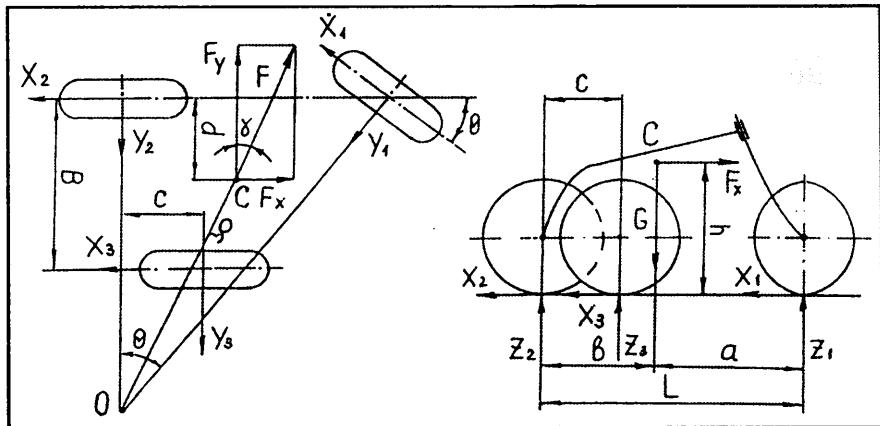


Рис. 1. Силы, действующие на мотоцикл с коляской при движении на повороте в сторону коляски

Таким образом, устойчивость мотоцикла с коляской против опрокидывания в сторону коляски зависит от параметров d , $\operatorname{tg}\theta$ и h . Причем она увеличивается с ростом d и L и уменьшается с возрастанием θ и h .

На устойчивость мотоцикла против его опрокидывания на повороте в сторону от коляски большое влияние оказывает сила инерции, возникающая при разгоне или торможении. При этом разгон уменьшает вероятность опрокидывания, а торможение, наоборот, способствует опрокидыванию, так как сила инерции, возникающая при торможении, направлена по движению и, складываясь геометрически с центробежной силой инерции, дает результирующую, увеличивающую опрокидывающий момент вокруг оси, проходящей через пятна контакта переднего колеса и колеса коляски с дорогой.

Опрокидывание — крайний случай поведения мотоцикла с коляской на дороге. Ему обычно предшествует занос, которому соответствует уравнение $F_y \leq \varphi_y (Z_1 \cos\theta + Z_2 + Z_3)$. Критическую скорость v''_{kp} , при превышении которой начинается занос мотоцикла с коляской, дает формула

$$v''_{kp} = \sqrt{\frac{gL[L - (1 - \cos\theta)(b - dc/B)]}{\operatorname{tg}\theta(1 - \operatorname{tg}\theta d/L)[L/\varphi_y + h(1 - \cos\theta)(\operatorname{tg}\gamma + c/B)]}},$$

из которой формально следует: чтобы увеличить устойчивость мотоцикла с коляской против заноса (бокового скольжения колес), нужно увеличивать L , d , φ_y , c , B . Увеличение же b , θ и h приведет к снижению устойчивости мотоцикла с коляской против заноса.

Наконец, последнее — о торможении мотоцикла с коляской при прямолинейном движении (рис. 2). Уравнения равновесия в данном случае будут иметь вид:

$F' - X'_1 - X'_2 - X'_3 = 0$; $mg - Z'_1 - Z'_2 - Z'_3 = 0$; $mgd - Z'_3 B = 0$. В них: $F' = mj$ — сила инерции, возникающая при торможении; j — замедление; X'_i — касательные (тангенциальные) реакции дороги на действие переднего, заднего колес мотоцикла и колеса коляски, которые при полном использовании сцепного веса равны произведению φZ , или, что то же самое, jZ_i/g . Значения Z_i подсчитываются по формулам: $Z'_1 = mg(b + \varphi h - cd/B)/L$; $Z'_2 = mg[a - \varphi h - (L - c)d/B]/L$; $Z'_3 = Gd/B = mgd/B$.

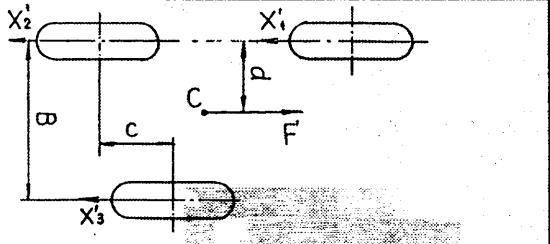


Рис. 2. Силы, действующие на мотоцикл с коляской при торможении всеми колесами

Максимально возможная интенсивность торможения всеми колесами мотоцикла с коляской может быть только в случае соблюдения следующих трех условий:

$$M_1 = \varphi Z'_1 r = \varphi m g r (b + \varphi h - c d / B) / L;$$

$$M_2 = \varphi Z'_2 r = \varphi m g r (a - \varphi h - (L - c) d / B) / L;$$

$$M_3 = \varphi Z'_3 r = \varphi m g r d / B,$$

где M_1 , M_2 и M_3 — максимально возможные тормозные моменты, которые могут быть реализованы по условиям сцепления шин с дорогой; r — радиус качения колеса.

Если торможение выполняется не всеми колесами, то неизбежно появление разворачивающего (дестабилизирующего) момента $M_F = F'd$, вызываемого силой F' инерции. Данный момент стремится развернуть мотоцикл, если он не уравновешивается суммой моментов сил, возникающих в контакте тормозящихся колес с дорогой. Этого не будет лишь при условии, что торможение выполняется всеми колесами при полном использовании сцепного веса.

Разворачивающий момент, если пренебречь силами сопротивления качению нетормозящихся колес, может принимать следующие значения.

При торможении только передним колесом мотоцикла —

$$M_F = F'_d = \varphi Z'_1 d = \varphi m g d (b - c d / B) / (L - \varphi h);$$

при торможении задним колесом мотоцикла и колесом коляски —

$$M_F = F'_d - X'_3 B = \varphi d [Z'_2 + Z'_3 (1 - B / d)] = \\ = \varphi m g d \{d / B - 1 + [a - (L + \varphi h - c) d / B] / (L + \varphi h)\};$$

при торможении передним колесом мотоцикла и колесом коляски —

$$M_F = F'_d - X'_3 B = \varphi d [Z'_1 + Z'_3 (1 - B / d)] = \\ = \varphi m g d \{d / B - 1 + [b - (c - \varphi h) d / B] / (L - \varphi h)\};$$

при торможении задним колесом мотоцикла —

$$M_F = F'_d = \varphi Z'_2 d = \varphi m g d [a - (L - c) d / B] / (L - \varphi h);$$

при торможении передним и задним колесами мотоцикла —

$$M_F = F'_d = \varphi (Z'_1 + Z'_2) d = \varphi (G - Z'_3) d = \\ = \varphi m g d (1 - d / B).$$

Если присмотреться к этим формулам, то можно сделать следующие выводы.

1. Наименьший разворачивающий момент имеет место при торможении всеми колесами мотоцикла с коляской.

2. Наибольший разворачивающий момент, направленный в сторону коляски, возникает при торможении задним колесом мотоцикла и колесом коляски.

3. При торможении передним колесом мотоцикла и колесом коляски разворачивающий момент, в зависимости от расположения центра масс мотоцикла с коляской, т. е. отношения d / B , направлен в сторону мотоцикла при меньших значениях d / B , при больших — в сторону коляски.

4. При торможении задним колесом мотоцикла возникает незначительный разворачивающий момент, направленный в сторону от коляски.

Из данных выводов следуют некоторые рекомендации. Так, очевидно, что для мотоцикла с коляской традиционной схемы, снабженной тормозом (категория L_4), наименьший разворачивающий момент и наибольшая эффективность торможения обеспечиваются тогда, когда привод тормозов — общий, с двумя независимыми контурами, один из которых действует на тормоз заднего колеса мотоцикла, а второй — на тормоз его переднего колеса и колеса коляски. Если же мотоцикл трехколесный — с симметричным расположением задних колес, то один из контуров должен действовать на тормоз переднего колеса, а второй — на тормоза задних колес.

Таковы выводы теории и практики. Но они не всегда учитываются разработчиками нормативных документов. Например, согласно требованиям отраслевого стандарта к тормозному управлению мотоциклов, трехколесные мотоциклы категории L "должны иметь тормоза на всех колесах и две независимые тормозные системы или одну систему с двумя контурами, устроенную так, чтобы при отказе одного контура второй продолжал действовать. Тормоз колеса коляски должен действовать совместно с тормозом заднего или переднего колеса". То есть стандарт допускает неоднозначный выбор тормозной системы (независимый привод, общий привод) и включение тормоза колеса коляски в один контур с тормозом заднего или переднего колеса мотоцикла. Тем самым допускаются наихудшие, с точки зрения устойчивости, управляемости и эффективности торможения, варианты тормозной системы для мотоцикла с коляской категории L_4 (две независимые тормозные системы или одна общая с двумя контурами, один из которых действует на тормоз переднего колеса, второй — на тормоза заднего колеса мотоцикла и колеса коляски). Видимо, необходимо в отраслевой стандарт, касающийся мотоцикла с коляской, снабженной тормозом (категория L_4), внести изменение. Вместо "Тормоз колеса коляски должен действовать совместно с тормозом заднего или переднего колеса" записать "Тормоз колеса коляски должен действовать совместно с тормозом переднего колеса".



Собственное производство спецтехники будет организовано в 2004 г. в ОАО "Автомобильный завод «Урал» на базе цеха кузовов-фургонов. Цех существует с 1999 г. и постоянно увеличивает объемы выпуска. По итогам 2003 г. здесь собрано 527 вахтовых автобусов. Кроме того, выпущена промышленная партия автобусов уменьшенной на 300 мм высоты и имеющих двойное остекление, улучшенную шумо- и теплоизоляцию, более комфортабельные сиденья.

Работа по улучшению потребительских качеств продукции будет продолжена. Кроме того, планируется расширить номенклатуру выпускаемых вахтовых автобусов, область их применения. Помимо пассажирских АТС появятся грузопассажирские с гидроманипулятором для небольших вахтовых бригад и оборудования. Такое транспортное средство может использоваться, например, для обслуживания насосных станций предприятий нефтегазового комплекса.

В структуре будущего производства предусмотрен участок универсальных технологий, который займется тюнингом "вахтовок" в соответствии с индивидуальными требованиями заказчика. Появится и долгожданный конструкторско-технологический отдел.

С ноября 2003 г. послепродажная гарантия на малотоннажные автомобили "Кия" мод. K2700II, K3000S и K3600II производства ЗАО "Автотор" продлена до 3 лет или 60 тыс. км пробега. Увеличение гарантийных сроков обусловлено проверенным качеством и высокой надежностью продукции, подтвержденной Международным сертификатом ТЮВ за внедрение в производство системы качества в соответствии с требованиями DIN EN ISO 9002.



В 2003 г. "Автотор" планирует удвоить объем производства малотоннажных автомобилей данного семейства.

В учебном центре Горьковского автозавода прошел Второй международный семинар «Охрана водных ресурсов в ОАО «ГАЗ», организованный управлением экологии автозавода совместно с комитетом охраны окружающей среды Нижнего Новгорода.

Анализ эколого-экономической эффективности выработанных в течение последних лет организационно-технических мероприятий природоохранной направленности позволил сформировать

бюджет природоохранных мероприятий ОАО на 2003 г.: были предусмотрены собственные вложения на сумму 21 млн руб., в том числе на водоохранные мероприятия выделено 14 млн руб. Средства эти успешно освоены. Завершена реконструкция очистных сооружений цеха окраски кузовов (производство грузовых автомобилей), ввод которых позволил уменьшить сброс загрязняющих веществ в городскую канализацию на 6 т в год, в том числе цинка — на 1,2 т. Установлен второй фильтр-пресс на общезаводских очистных сооружениях. В производстве арматуры и колес ведется реконструкция станции локальной очистки № 3 — строится узел обезвоживания осадков, модернизируется реагентное хозяйство ионообменной станции. В кузачном производстве также осуществляется реконструкция очистных сооружений маслосодержащих стоков травильного отделения. В результате выполнения данных мероприятий уже достигнут реальный природоохранный эффект — исключается повторное загрязнение сбросных вод, значительно снизился объем сброса загрязненных и недостаточно очищенных стоков в Оку. В общей сложности объемы стоков за год удалось сократить примерно на 10%.

На базе имеющихся разрозненных лабораторий в структуре управления экологии создана лаборатория экологического мониторинга, аккредитованная в системе Госстандарта РФ и обеспечивающая мониторинг на производстве, в санитарно-защитной и водоохранной зонах автозавода, в удаленных подразделениях и производствах, в районе полигона промышленных отходов ГАЗа по всем направлениям (атмосфера, вода, твердые отходы, почва). Арендован теплоход для проведения мониторинга на Оке в установленных створах.

Обслуживание производств и дочерних предприятий ОАО «ГАЗ» в части сбора, переработки, реализации и использования вторичных ресурсов, утилизации и захоронения отходов осуществляется вновь организованным дочерним обществом «ГАЗвторресурс». По завершении в 2004 г. строительства первой очереди полигона промышленных отходов появится возможность принимать на коммерческой основе отходы 3-4 классов опасности от сторонних организаций города и области, что очень важно для обеспечения экологической безопасности региона.

Специалистами управления экологии разработан перспективный план по экологической безопасности на объектах ОАО «ГАЗ» до 2010 г., выполнение которого позволит сократить сбросы загрязняющих веществ на 15 435,0 т в год.

Ближайшая же цель — идентификация экологических аспектов производств и сертификация по стандарту международной системы экологического менеджмента серии ИСО-14000, интегрированной с системой качества.

[По информации пресс-службы ГАЗа]

Ульяновский автомобильный завод совместно с дилерами начал реализацию новой программы по продвижению своих моделей — проведение тест-драйвов для покупателей. Теперь каждый посетитель автосалонов официальных дилеров сможет сесть за руль нового УАЗа и проехать несколько километров по асфальту, а по возможности и по бездорожью, после чего осознанно принять решение о покупке автомобиля. Причем программа эта — далеко не рекламный ход, она

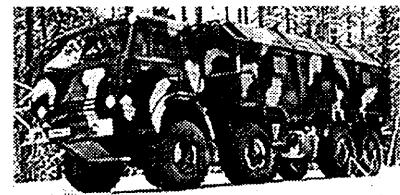


позволит УАЗу наладить обратную связь с покупателем и оперативно реагировать на его запросы: информация о достоинствах и недостатках машины, полученная дилерами по итогам тест-драйвов, будет передаваться на завод и послужит основанием для решений о совершенствовании конструкции.

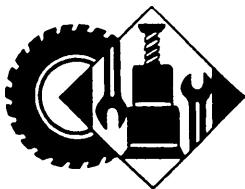
[По информации пресс-службы УАЗа]

Межведомственная комиссия силовых министерств РФ подтвердила: КамАЗы были и остаются основой автопарка Вооруженных Сил России и других силовых ведомств.

С 1998 г. КамАЗ плодотворно работает над расширением состава семейства «Мустанг», в котором теперь насчитываются восемь моделей — базовые КамАЗ-4350 (4×4), КамАЗ-5350 (6×6) и КамАЗ-6350 (8×8), шасси КамАЗ-5350 с «повышенными монтажными возможностями», а также перспективные модели с бронированными кабинами КамАЗ-43501, КамАЗ-5450, КамАЗ-6450 и КамАЗ-5350.



В ближайшее время "Мустанги" будут оснащаться силовыми агрегатами нового поколения (мод. 740.31-240, 740.30-260 и 740.50-360). Автомобили семейства соответствуют всем требованиям технических условий силовых министерств и государственных стандартов; они приспособлены для работы в условиях войсковой эксплуатации; проведенная модернизация обеспечила им высокие надежность и уровень унификации.



АВТОТЕХОБСЛУЖИВАНИЕ

УДК 629.1.05.621.436.21/22.531

ПОЛЕЗНЫЕ ДЛЯ ПРАКТИКИ ИЗМЕНЕНИЯ

И.Я. КЕРПЕЛЬ

Казанское ПАТП № 2

В автохозяйствах существует давно отлаженная, устоявшаяся система контроля состояния автомобилей. Между тем назвать ее совершенной нельзя: новое время подсказывает новые решения.

Возьмем, к примеру, такую простейшую операцию, как измерение компрессии в цилиндре двигателя. Эта операция выполняется с помощью манометра-компрессометра. Дело привычное и, можно сказать, рутинное. Однако, если вдуматься, результаты измерения давления в цилиндрах далеки от реальных.

Прежде всего, поскольку давление в цилиндре при проворачивании коленчатого вала двигателя стартером носит циклический характер, обычный манометр-компрессометр фиксирует текущее значение давления в цилиндре. Для того чтобы зафиксировать давление в конце такта сжатия, в приборе перед манометром предусмотрен обратный клапан (золотник), который сам по себе искажает результаты измерения. Во-первых, его резиновый уплотнительный поясок из-за попадающей на него из цилиндра бензиномасляной смеси очень быстро теряет свои уплотняющие свойства; во-вторых, показания манометра всегда меньше величины реального давления в цилиндре, так как это давление должно преодолевать усилие пружины клапана. Кроме того, из-за весьма малого пропускного отверстия клапана для достижения конечного показания манометра нужны не менее 8—10 оборотов коленчатого вала, что, естественно, способствует разряжению аккумуляторной батареи.

Для стыковки серийного компрессометра со свечным отверстием цилиндра используется конический резиновый наконечник, который прижимают к отверстию. Что, во-первых, требует значительных усилий и ловкости, в случае, например, восьмицилиндровых ДВС; во-вторых, даже при больших усилиях может не обеспечивать герметичность стыковки; в-третьих, вынуждает для

включения стартера привлекать еще одного работника.

Все проблемы устраняются, если (это первое предложение) вместо обычного манометра-компрессометра на грузовом автомобиле использовать обычный же шинный манометр. Дело в том, что часовой механизм последнего не возвращает стрелку обратно (для возврата стрелки на нуль имеется специальная кнопка). Очевидно, при переменном давлении такой манометр зафиксирует его максимальное значение. Данная особенность шинного манометра позволяет отказаться от клапана, а это устраняет перечисленные выше недостатки серийного компрессометра, вызванные наличием в нем клапана.

И еще одно. Для "стыковки" шинного манометра со свечным отверстием целесообразно применить резьбовый штуцер (рис. 1) с уплотнительным резиновым кольцом, который вручную ввертывается в это отверстие. Тем самым исключаются неудобства, связанные с применением конического резинового наконечника. Правда, шинный манометр и штуцер соединены резиновым шлангом, что может увеличить объем камеры сгорания. Но это не проблема: нужно использовать шланг небольшого диаметра.

Следует добавить: верхняя граница шкалы стандартного шинного манометра — 0,9 МПа (9 кгс/см²), что обычно вполне достаточно для бензиновых двигателей отечественного производства.

Второе предложение. Одна из наиболее часто встречающихся причин плохой подачи бензина в карбюратор — нарушение герметичности бензопровода на участке "бензобак—топливный насос". Чтобы обнаружить источник этого дефекта, приходится искать места подтеков бензина, устанавливая автомобиль на смотровую яму. Но место негерметичности трубопровода удается найти не всегда сразу. Поэтому для повышения надежности поиска приходится использовать сжатый воздух, подавая его через дренажный патрубок в топливный бак или в трубопровод на участке "топливный бак—топливный насос".

Однако установить факт нарушения герметичности бензопровода можно проще и надежнее. Для этого конец бензопровода, подходящий к

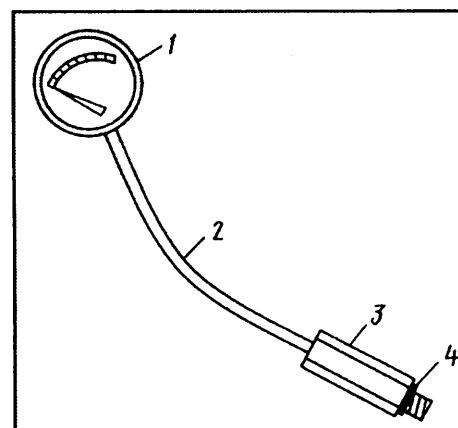


Рис. 1. Устройство для измерения компрессии:

1 — шинный манометр; 2 — шланг; 3 — штуцер; 4 — уплотнительное кольцо

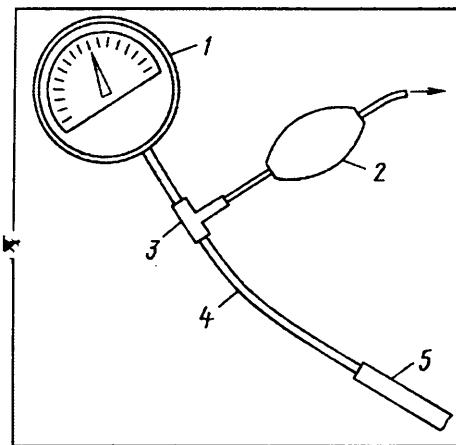


Рис. 2. Устройство для контроля геометричности топливопроводов:

1 — вакуумметр; 2 — проходная "груша"; 3 — тройник; 4 — шланг; 5 — топливопровод автомобиля

бензонасосу от бензобака, нужно отсоединить от бензонасоса и соединить со шлангом устройства, показанного на рис. 2. Затем, нажимая на "грушу", отсосать воздух из бензопровода. Если после прекращения отсоса стрелка вакуумметра остает-

ся неподвижной, значит бензопровод герметичен. Если же стрелка возвращается к нулю или вакуум создать не удается — герметичность нарушена, следует найти и устранить причину ее нарушения.

Третье предложение. Одна из операций, выполняемых в АТП диагностическими роликовыми стендаами К267 и К497, — проверка "легкости" хода автомобилей. С этой целью автомобиль загоняют на стенд, ДВС раскручивает колеса и ролики, разобщенные в этом режиме с электродвигателями стендов, и стенд подсчитывает выбег, т. е. путь, "пройденный" автомобилем на роликах после выключения ДВС. Данный способ, во-первых, опасен, так как автомобиль должен вначале разогнаться на роликах до скорости 60 км/ч; во-вторых, проверяется легкость хода лишь ведущего моста, причем неизвестно, какое из колес притормаживает; в-третьих, вместе с колесами происходит вращение со скоростью 17 с^{-1} , затем замедление вращения массивных роликов стендов, что сни-

жает точность результатов проверки и "чувствительность" способа; в-четвертых, очень интенсивно изнашиваются цепные передачи стендов, работающие со скоростью 10 м/с. Предлагаемый способ состоит в том, что в режиме измерения тормозного усилия при вращении роликов (со скоростью 3 км/ч) от электродвигателей стендов измеряется усилие прокручивания любого из колес. Для этого достаточно чувствительность стендов увеличить, по сравнению с чувствительностью при измерении тормозного усилия, примерно в 10 раз (например, подав сигнал от датчика тормозного усилия в схему указателя через резистор с сопротивлением, в 10 раз меньшим номинального, и установив дополнительную кнопку на выносном пульте). Более того, такая доработка позволяет выявить и эллипсность тормозного барабана: при ее наличии стрелка указателя отклоняется в такт с вращением колеса. Причем увеличить чувствительность стендов можно разными путями.

УДК 629.114.5:621.522.4

НОРМАЛИЗАЦИЯ ИЛИ ЗАКАЛКА С ПОСЛЕДУЮЩИМ ОТПУСКОМ?

Канд. техн. наук Б.Э. КЛЕЦКИН, С.Н. ТИХОНОВ,
канд. техн. наук Л.С. ВОЛКОВИЧЕР, В.И. ЧЕРНЫЙ, И.Н. ГРЕХОВ

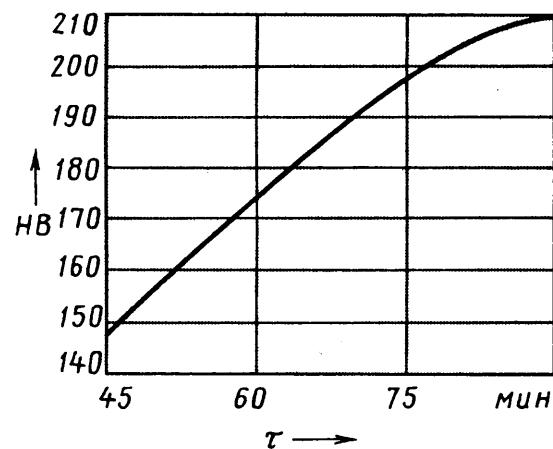
Южно-Уральский ГУ, ЧП "Тихонов С.Н.", Челябинский ВАИ

Автобусы ЛиАЗ-677, несмотря на их более чем солидный возраст, до настоящего времени работают на многих городских маршрутах. Потому что их периодически ремонтируют. Однако выполнять ремонтные операции становится все сложнее: предприятия, изготавлившие запасные части для этих автобусов, либо перешли на выпуск других изделий, либо вообще прекратили свое существование. Положение спасают небольшие частные предприятия, в меру своих сил и возможностей пытающиеся заполнить ниши, которые освободили традиционные поставщики запасных частей. Один из характерных примеров — организованное в Челябинске частное предприятие "Тихонов С. Н.", занятое производством масляных насосов именно для двигателей автобусов ЛиАЗ-677. Причем насосов, практически по всем своим параметрам не уступающих новым серийного изготовления.

Достили таких результатов не сразу. Некоторое время не удавалось решить проблему износостойкости двух деталей корпуса переднего масляного насоса и реактивного вала. Дело в том, что данные детали со-

гласно требованиям чертежа должны изготавляться из чугуна СЧ20, отвечающего нормам ГОСТ 1412—85. Но в силу объективных причин (нарушение системы снабжения литейных цехов качественными шихтовыми материалами, отсутствие контроля и квалифицированных кадров и т. п.) на многих предприятиях химический состав выплавляемого чугуна не соответствует этим нормам. Итог — ухудшение механических свойств чугуна.

Обнаружив данный факт, специалисты предприятия "Тихонов С. Н." решили найти способ улучшить эти свойства металла.



Начали, исходя из теории, с термической обработки литья — нормализации (нагрев в камерной печи до 1123–1143 К, или 850–870 °С, выдержка в таком состоянии, охлаждение на воздухе). Правда, в связи с тем, что химический состав отливок, определяющий температуру нагрева и длительность выдержки при ней, поставщикам литья не указывался, положительные результаты удалось получить не сразу. Режим нормализации подбирали экспериментально. О результатах эксперимента с деталью "корпус переднего масляного насоса" свидетельствует рисунок.

Так, из него видно, что с увеличением времени выдержки отливок при температуре нагрева их твердость заметно увеличивается, и после выдержки, равной 60 мин, она составляет 179 НВ, что уже соответствует требованиям ГОСТ 1412–85 для чугуна СЧ20. Прочность чугуна при разрыве образцов после такой выдержки оказывается равной 221 МПа (2210 кгс/см²), что также соответствует требованиям к чугуну СЧ20.

Причины улучшения, как было установлено при исследовании микроструктуры чугуна, состоят в следующем: после нормализации заметно уменьшаются размеры графитных включений, а в металлической основе появляется перлит. Причем доля последнего с

увеличением времени выдержки увеличивается. А перлит и его количество определяют, как известно, и твердость, и прочность чугуна.

Точно таким же образом был подобран режим нормализации для детали "реактивный вал". Естественно, режим получился несколько другим, поскольку толщина стенки этой детали меньше толщины стенки детали "корпус переднего масляного насоса".

Проверен и второй способ упрочнения — закалкой в воде и последующим отпуском. Оказалось, что при нагреве до 1143 К (870 °С) и выдержке при данной температуре в течение 30 мин твердость заготовок достигает 450 НВ, после отпуска при температуре 873 К (600 °С) в течение 2,5 ч снижается до 225 НВ, а прочность на разрыв составляет 220–240 МПа, что также соответствует нормам для чугуна СЧ20. Однако этот способ значительно дороже, чем нормализация. Поэтому от него отказались.

Таким образом, нормализация чугунных деталей стала тем решением, которое без больших затрат позволило повысить эксплуатационные свойства масляных насосов автобуса ЛиАЗ-677. Думается, что она подойдет и для улучшения механических свойств других чугунных деталей и узлов автомобильной техники.

ЗАО НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ

ХИМСИНТЕЗ

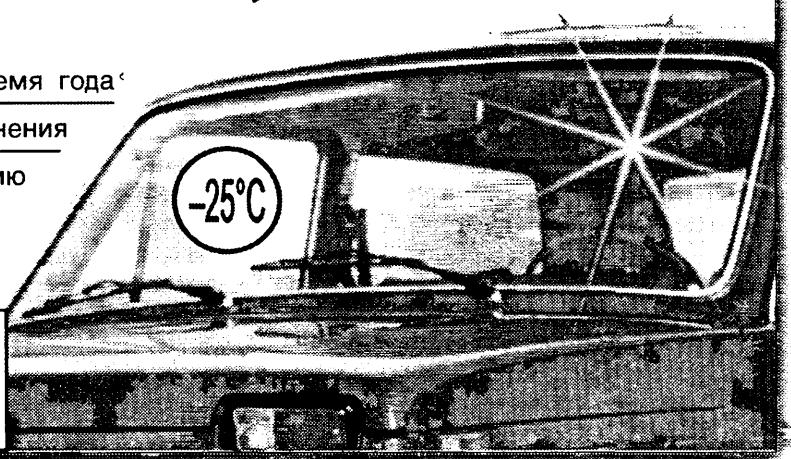
*Предлагает автомобилистам экологически безопасную
стеклоомывающую жидкость
ВВЭЛЛИТА 99*

с тонким ароматом свежести без метанола!

- Безупречная очистка стекла в любое время года
- Защита стекла от замерзания и обледенения
- Нейтральность к лакокрасочному покрытию автомобиля, резиновым и пластиковым деталям

**(095) 584-16-63
(901) 905-39-01**

Московская область г.Красноармейск, ул.Свердлова, 33
e-mail: marketing@himsintez.ru www.himsintez.ru



МЕЛКОСЕРИЙНОЕ ИЗГОТОВЛЕНИЕ АЛЮМИНИЕВЫХ ПОРШНЕЙ

Д-р техн. наук Г.Г. КРУШЕНКО

Институт вычислительного моделирования СО РАН

При эксплуатации различных машин и механизмов, в конструкцию которых входят поршни, возможны аварийные случаи выхода из строя этих деталей. С серийно выпускаемыми машинами сейчас проблем нет — запасных частей выпускается много. Но в случае машины, уже снятой с производства, дело сложнее: запасные поршни для нее найти трудно. В связи с этим специалисты Красноярского ИВМ разработали оригинальные оснастку и технологию изготовления поршней как в единичном, так и в малосерийном исполнении, позволяющие в течение нескольких смен сделать литье поршни любого типоразмера из любого сплава. И то и другое рассмотрим на примере поршня ДВС.

Поршни ДВС, как известно, выполняют в основном из алюминиево-кремниевых сплавов двух типов — эвтектического, с содержанием кремния 11–13 %, и заэвтектического, с 17–25 % кремния. Выбор не случаен: у обоих типов сплавов коэффициент линейного расширения близок к минимально возможному для сплавов на основе алюминия.

Что касается технологий изготовления поршней, то их существует достаточно много. Для поршней серийного выпуска это ковка, жидккая штамповка, литье под давлением, экструдирование и др., при массовом производстве — главным образом литье в кокиль с вертикальным разъемом при расположении детали донышком вниз. При этом внутренняя поверхность поршня обычно оформляется металлическим разъемным стержнем. Заливка и питание отливки в процессе кристаллизации — с помощью вертикальной щелевой литниковой питающей системы при подводе металла по боковой цилиндрической поверхности стенки поршня. Однако для единичного и мелкосерийного производства такая технология, к сожалению,

непригодна. Во-первых, масса литниковой питающей системы доходит до 50 % массы отливки. Во-вторых, сам кокиль получается сложным. В-третьих, кокиль должен монтироваться на механизированном станке. В итоге получается целая система, состоящая из двух металлических, разъемных в вертикальной плоскости полуформ кокиля, внутренние поверхности которых предназначены для оформления наружной цилиндрической поверхности поршня; металлического выемного стержня для оформления внутренней поверхности поршня, состоящего, в свою очередь, из двух боковых стержней, с помощью которых оформляются бобышки поршня; центрального клинового стержня, устанавливаемого между боковыми стержнями; двух боковых металлических цилиндрических стержней, располагающихся горизонтально и служащих для оформления отверстий в бобышках под палец; механизма удаления стержней после затвердевания отливки; механизма закрытия и раскрытия кокиля.

Предлагаемая институтом технология гораздо проще и дешевле. Используемый при ней способ оформления наружной поверхности поршня состоит в изготовлении неразъемного (вытряхного) кокиля, выполненного в виде цилиндра с дном; способ оформления внутренней поверхности поршня — в изготовлении стержневого ящика с вертикальным разъемом, предназначенного для изготовления разового песчаного стержня. Литниковая питающая система — верхняя, не соприкасающаяся со стенкой кокиля, что усиливает ее питающие характеристики. Причем в качестве стержневого ящика используется вышедший из строя поршень: его разрезают в вертикальной плоскости на две симметричные половины, в каждой из которых располагается бобышка.

Чтобы компенсировать уменьшение диаметра разрезанного поршня, между его половинами устанавливают пластинку соответствующей толщины.

Оснастку и технологию литья отрабатывали на поршнях дизеля одной из модификаций автобуса "Икарус". Исходные данные по этому дизелю: $H/D = 0,78$ ($H = 60$, $D = 76,5$ мм), толщина донышка поршня — 6,3 мм. Материал поршней — алюминиевый эвтектический сплав состава: 9,46 % Si, 0,64 % Cu, 0,62 % Mg, 0,28 % Mn, 0,04 % Ti, примесь Fe — 1,3 %, остальное — Al. По всем перечисленным показателям данный сплав близок к отечественному алюминиевому литьевому сплаву АК9М2, у которого, по ТУ, механические свойства в термообработанном состоянии (T6) должны быть следующими: сопротивление σ_b — не менее 195 МПа, относительное удлинение δ — 1,5 %, твердость HB — не менее 950 МПа. Этот сплав и выбрали в качестве материала для исследований. Правда, его твердость была несколько меньше твердости сплавов, из которых изготавливаются поршни дизеля автобуса "Икарус", а σ_b — наоборот, выше. Поэтому нужно было подобрать такие технологии плавки и metallургической его обработки, чтобы сделать названные показатели соответствующими необходимым. Что в конце концов и удалось получить. Но — как один из вариантов. Вторым же стал тот, при котором рабочий сплав готовится путем переплава вышедших из строя поршней с добавлением расчетного (с учетом потерь на угар) количества магния. Правда, данный вариант противоречит бытующему среди специалистов литьевого производства мнению, будто высококачественные, т. е. с требуемыми физико-механическими характеристиками, отливки можно получить только при использовании первичной (свежей) шихты. Более того, в случае литьих деталей ответственного назначения эта точка зрения закрепляется в технологической документации (запрет на использование в шихте отходов производства, переплава, лома и забракованных деталей, отлитых в

собственном цехе). Однако многочисленные эксперименты показали: такая точка зрения ошибочна. При использовании в шихте отходов качество литьх изделий не только не ухудшается, но, напротив, их физико-механические характеристики даже улучшаются. Причем данная закономерность проявляется у всех литьевых сплавов — АЛ4 (на автомобильном литье — при добавке до 60 % вторичной шихты), АЛ27-1 (на литье летательных аппаратов — до 50 %), АЛ5, АЛ9 и АЛ34 (на летательных аппаратах — до 40—70 %), МЛ4вч (на морской технике — до 80 %), а также у жаропрочных сплавов типа ЖС и ЭИ (на авиационных ТРД — до 40—80 % вторичной шихты).

Эффект объясняется следующим. В процессе многократных переплавов (циклы "расплавление → кристаллизация → расплавление") структурные составляющие шихты все более измельчаются, а так как в процессе плавки расплав обычно не перегревается выше температуры их полного разрушения (растворения), то в процессе кристаллизации они облегчают процесс зародышеобразования, что, в конечном счете, приводит к получению отливок с мелкокристаллическим строением и, как следствие, с улучшенными механическими свойствами.

Данный эффект специалисты ИВМ в свое время использовали при разработке и внедрении (на УЗАМ) новой технологии литья удлинителя картера коробки передач автомобиля "Москвич": технология предусматривала, что в шихте, добавляемой в сплав АЛ-4, должно быть до 20 % вторичного сплава. В результате материал в готовом изделии имел следующие показатели: $\sigma_b = 210 \div 220$ МПа, $\delta = 1,5 \div 3$ % и $HB = 700 \div 900$ МПа.

После проведения необходимых по выбранному варианту металлургических операций и достижения нужной температуры сплав заливается в кокиль с установленным в нем песчаным стержнем. После затвердения металла, отливку извлекают из кокиля, из поршня удаляют песчаные стержни. Затем порш-

ни подвергают термической обработке по режиму Т6 (нагрев под закалку до температуры 788 ± 5 К, или 515 ± 5 °С, выдержка 6 ч, охлаждение в воде, старение в течение 4 ч при температуре 473 ± 5 К, или 200 ± 5 °С, охлаждение на воздухе).

Исследования отлитых таким образом поршней показали: второй вариант приготовления расплава даже предпочтительнее первого. Так, стандартные образцы-свидетели и образцы со вторичной шихтой по содержанию элементов практически не отличаются (9,68 % Si, 0,63 % Cu, 0,56 % Mg, 0,24 % Mn, 0,05 % Ti, 0,9 % Fe, остальное — Al). Твердость по донышку термообработанных поршней со вторичной шихтой составляет 1210 МПа, что на 21 % больше твердости серийных деталей и на 27 % — требований ГОСТ 1583—89 для сплава-аналога АК9М2; расчетное значение σ_b составило 248 МПа, что на 20,9 % больше σ_b вышедшего из строя поршня и на 27,2 % — требований ГОСТ 1583—89 для того же сплава.

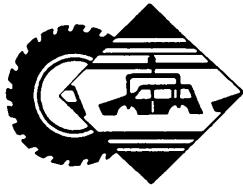
Обработка резанием поршней под требуемые размеры и требуемой чистоты поверхности никаких затруднений не вызывает. Причем обработанные поверхности выглядят лучше, чем у вышедших из строя: на них (следовательно, и в объеме отливки) полностью отсутствует газовая пористость, тогда как после обработки поверхности вышедших из строя поршней пористость значительная. Особенно на их донышке, где ее величина оценивается 2 баллами по шкале ВИАМ, с преимущественными размерами пор в диапазоне 0,3—0,5 мм, что квалифицируется как грубая пористость. Излом стенки и донышка отлитых по рассматриваемой технологии поршней дает типичную для специально обработанного натрийсодержащим модификатором сплава картину вязкого разрушения, а угол изгиба фрагмента стенки поршня до его разрушения составляет 65° , что свидетельствует о достаточно больших вязкости разрушения и пластичности, связанными с высокой степенью измельчения эвтектики.

Высокие плотность сплава, полученного из переплава вышедших из строя поршней, и степень его модификации подтвердили предположение о том, что в данном случае можно избежать операций рафинирования и модификации.

В отличие от классической щелевой литниковой питающей системы, обычно применяющейся при литье поршней, при которой щелевой питатель располагается вертикально по всей высоте боковой поверхности детали и масса которого, как упоминалось, составляет до 50 % массы собственно отливки, разработанная в институте технология основана на заливке расплава через "юбку" поршня. При этом черновая масса литого поршня вместе с питающей системой, литейными допусками и припусками на механическую обработку всего на 11 % превышает массу детали в механически обработанном состоянии. Исключение щелевого подвода металла, кроме того, существенно уменьшает трудоемкость механической обработки отливки (исключается операция отрезания щелевого подвода с одной стороны поршня и такой же щели — с его противоположной стороны).

Весь цикл — изготовления оснастки, песчаных стержней, исследования вышедших из строя поршней, их литья, термической и механической обработки до оценки качества — укладывается в шесть семичасовых рабочих смен, причем ощутимая доля времени (до 16 ч) приходится на термообработку. Поэтому что часть работ выполняется параллельно.

Принципы рассмотренной выше технологии легко применить для производства малосерийного и штучного литья не только из алюминиевых, но и из любых других сплавов. И, что особенно важно, — с использованием переплава вышедших из строя деталей, что позволяет не только экономить свежие шихтовые материалы, но и сохранить химический состав первичных деталей, а следовательно, и уровень их физико-механических и эксплуатационных характеристик.



УДК 621.992.7:9.011

ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КОНТАКТНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ ПРИ НАКАТЫВАНИИ РЕЗЬБЫ

Канд. техн. наук А.Ф. КУЗЬМЕНКО

Тольяттинский ГУ

В процессе накатывания резьб профиль инструмента под действием внешнего усилия внедряется в тело заготовки. Процесс сопровождается упругими и пластическими деформациями материала последней, а также появлением контактных напряжений, т. е. напряжений, действующих на поверхности соприкосновения профиля инструмента и образуемого профиля резьбы. Причем величина этих напряжений по мере формирования профиля меняется.

Однако все существующие методы расчетов процессов накатывания резьб ориентированы только на определение максимальных усилий в паре "инструмент—заготовка", хотя для решения многих теоретических и практических вопросов, связанных с накатыванием резьб, нужно знать именно закономерности изменения контактных напряжений.

Чтобы выявить эти закономерности, рассмотрим схему деформации металла заготовки инструментом на дуге контакта, ограниченной углом β_k (рис. 1).

Очевидно: при пластической деформации объем заготовки не меняется, отсюда следует, что геометрическая сумма малых ее деформаций равна нулю: $\varepsilon_x + \varepsilon_y + \varepsilon_z = 0$. Кроме того, при внедрении инструмента в тело заготовки металл в основном деформируется по осям Y и Z , а по оси X (касательная к окружности заготовки) деформация настолько незначительна, что ею можно пренебречь. В итоге получаем: $\varepsilon_z = -\varepsilon_y$. То есть рассматриваемый случай в соответствии с теорией пластичности можно считать плоским деформированным состоянием, при котором, во-первых, все компоненты напряжений в пределах зоны деформации не зависят от координаты X ; во-вторых, в плоскостях, нормальных к оси X , компоненты касательных напряжений равны нулю, а нормальное напряжение σ_λ равно полусумме двух других нормальных напряжений — σ_y и σ_z . То есть имеют место равенства № 1 и 2 (см. таблицу).

Далее. Поскольку дуга контакта между инструментом и заготовкой для применяемых в практике накатывания резьб величин радиального обжатия незначительна, можно принять, что напряжение σ_λ в пределах данной дуги постоянно, и все радиальные сечения профиля в ее пределах равнозначны.

При таких оговорках закономерность распределения контактных напряжений дает совместное решение

уравнений равновесия и пластичности. Их и нужно составить.

Для того, чтобы найти уравнения равновесия, возьмем часть деформируемого тела, поперечное сечение которого в некоторый момент времени накатывания соответствует высоте контакта h , инструмента и заготовки (рис. 2).

Пусть длина этого тела равна единице. Выделим на нем бесконечно малый элемент, ограниченный дугами окружностей с радиусами ρ и $(\rho + d\rho)$. Данный элемент подвержен действию напряжений σ_λ , σ_h , $(\sigma_h + d\sigma_h)$ и τ_k . Согласно гипотезе плоских сечений можно считать: напряжения зависят только от координаты Y . А это равносильно предположению о том, что вдоль выделенного элемента с радиусом ρ напряжения σ_h , $(\sigma_h + d\sigma_h)$ и τ_k постоянны. Учитывая также, что элемент тела находится в равновесии и проекция действующих на него сил на ось Y равна нулю, получим уравнение № 3. Если пренебречь входящими в него малыми величинами высшего порядка и разделить обе его части на $\rho d\rho$, легко получить дифференциальное уравнение равновесия (№ 4 в таблице).

Для его решения относительно касательного напряжения τ_k воспользуемся уравнением № 5 связи между нормальным σ_λ и касательным τ_k напряжениями на поверхности контакта.

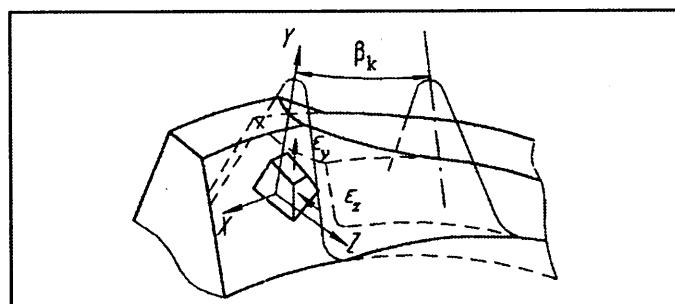


Рис. 1. Механическая схема деформации

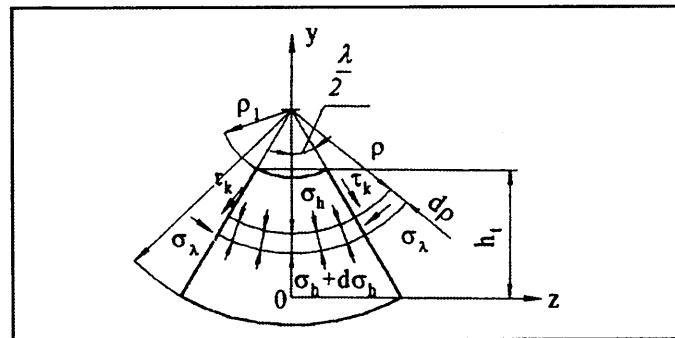


Рис. 2. Напряжения, действующие на элемент профиля резьбы заготовки

Выбор этого уравнения сделан не случайно. Профилеобразование при накатывании резьбы сопровождается непрерывным течением металла заготовки по поверхности инструмента, т. е. имеет место скольжение деформируемого металла в направлении оси Y .

Так как рассматриваемый случай представляет собой плоское деформированное состояние и коэффициент трения скольжения при холодной пластической деформации меньше 0,25 (по данным И. Л. Перлина, этот коэффициент составляет 0,08–0,12), условие пластичности записывается в виде уравнения № 6.

Обозначим в первом из приведенных выше трех уравнений сумму $\sin\lambda/2 + \mu\cos\lambda/2$ через a и отношение $2a/\lambda$ — через m . Тогда после совместного решения трех уравнений — № 4, 5 и 6 получаем линейное дифференциальное уравнение первого порядка (уравнение № 7 в таблице), после его интегрирования относительно суммы $(\sigma_\lambda + K)$ — уравнение № 8.

Приняв, что при наличии максимального трения у вершины профиля накатываемой резьбы ($\rho = \rho_1$) $\sigma_\lambda = -\psi K$, имеем: постоянная интегрирования C может быть получена из уравнения № 9, а дифференциальное уравнение принимает вид уравнения № 10.

В нем, как видим, неизвестна лишь величина ψ . Для ее определения воспользуемся методом линий скольжения.

При экспериментальном исследовании кинематики профилеобразования установлено, что вершины профилей последовательно накатанных заготовок имеют форму ломаной линии (рис. 3), в которую можно вписать окружность, а сумму углов $(\beta + \lambda/2)$ для заданного профиля метрической или дюймовой резьбы можно считать величиной постоянной. Это обстоятельство позволяет построить сетку линий скольжения в области вершины накатываемой резьбы при наличии максимального трения и считать ее неизменной (рис. 4).

№ уравнения	Уравнение	Примечания
1	$\tau_{gz} = \tau_{zy} = 0$	—
2	$\sigma_\lambda = 0,5(\sigma_y + \sigma_y)$	—
3	$-2\sigma_h d\rho \sin\frac{\lambda}{2} - 2\tau_k d\rho \cos\frac{\lambda}{2} - \sigma_h \rho \lambda + (\sigma_h + d\sigma_h)(\rho + dp) = 0$	—
4	$\frac{d\sigma_h}{d\rho} + \frac{\sigma_h}{\rho} - \frac{2(\sigma_\lambda \sin\frac{\lambda}{2} + \tau_k \cos\frac{\lambda}{2})}{\rho \lambda} = 0$	—
5	$\tau_k = \mu \sigma_\lambda$	μ — коэффициент трения скольжения
6	$\sigma_h - \sigma_\lambda = \beta \sigma_s = K$	β — коэффициент Лиде, при плоском деформировании равный 1,155; σ_s — истинное напряжение текучести материала заготовки
7	$\frac{d(\sigma_\lambda + K)}{d\rho} + \frac{(\sigma_\lambda + K)(1 - m)}{\rho} = -\frac{mK}{\rho}$	—
8	$\sigma_\lambda + K = -Km(1 - m) + C\rho^{m-1}$	C — постоянная интегрирования
9	$C = K\left(\frac{1}{1-m} + \psi\right)\left(\frac{\rho}{\rho_1}\right)^{m-1} - \frac{1}{m-1}$	—
10	$\sigma_\lambda = K\left(\frac{1}{m-1} + \psi\right)\left(\frac{\rho}{\rho_1}\right)^{m-1} - \frac{1}{m-1}$	—
11	$\sigma_a = \sigma_c - K\omega_{ac}$	σ_a, σ_c — средние напряжения в точках a и c
12	$\sigma_c = -K(0,5 + \omega_{ac})$	—
13	$\omega_{de} = \pi - \frac{\lambda}{2}$	—
14	$\sigma_n = \sigma_\lambda + K\omega_{de}$	—
15	$\sigma_n = \sigma_\lambda + K\left(\frac{3}{2}\pi - \frac{\lambda}{2}\right)$	—
16	$\sigma_n = -K\left[\left(\frac{1}{m-1} + \psi\right)\left(\frac{\rho_2}{\rho_1}\right)^{m-1} - \frac{1}{m-1} + \left(\frac{3}{2}\pi - \frac{\lambda}{2}\right)\right]$	—
17	$\rho_1 = (q - h_i)/\cos\frac{\lambda}{2}$	q — величина постоянная для накатываемой резьбы
18	$\rho_2 = q - h_i/\cos\frac{\lambda}{2}$	—
19	$q = \left(\frac{P}{4\sin\frac{\lambda}{2}} + \frac{d_2 - d_3}{2\cos\frac{\lambda}{2}}\right)\cos\frac{\lambda}{2}$	P — шаг накатывания резьбы; d_2 — ее средний шаг; d_3 — диаметр стержня, на который накатывается резьба

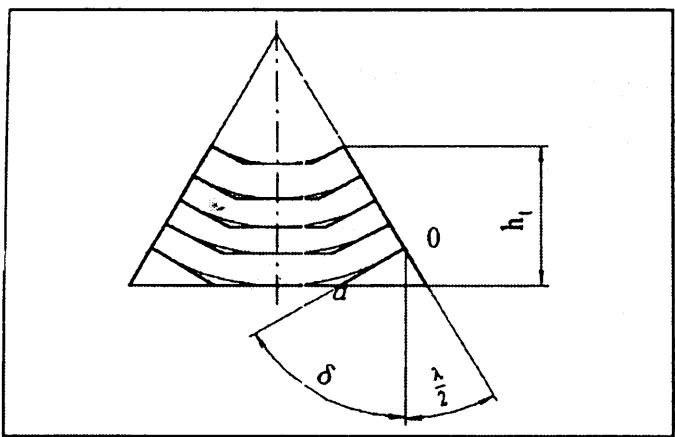


Рис. 3. Форма вершины профиля последовательно накатанных заготовок

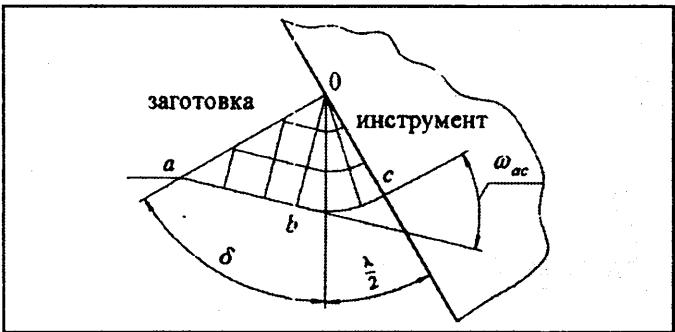


Рис. 4. Сетка скольжения в области вершины профиля накатанной заготовки

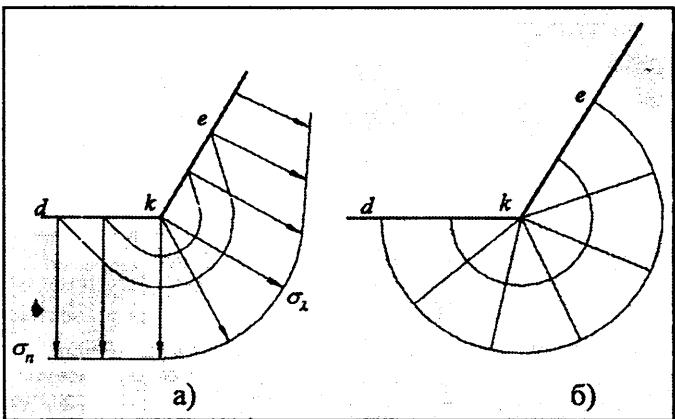


Рис. 5. Сетка линий скольжения при отсутствии (а) и наличии (б) трения на контактных поверхностях инструмента и заготовки

Линии скольжения в соответствии с их свойствами образуют две области. Первая — область Oab , имеющая взаимно перпендикулярное расположение линий, выходящих на свободную поверхность под углом $\pi/4$; вторая — область Obc , имеющая центрированное поле, ограниченное дугами окружностей. Для данного поля угол поворота линий скольжения при движении от точки a к точке c определяется как $\omega_{ac} = \pi/4$, характеристика abc — по уравнению № 11.

В соответствии с уравнением № 6 и учитывая, что напряжение σ_n — растягивающее, а σ_λ — сжимающее

(см. рис. 2), для точки a имеем $K = \sigma_{ha} - \sigma_{\lambda a}$. Но данная точка лежит на свободной поверхности, поэтому $\sigma_{ha} = 0$, следовательно, $\sigma_{\lambda a} = -K$. Тогда среднее напряжение σ_a в точке a равно $(-0,5K)$. Подставив значение σ_a в уравнение № 11, получаем уравнение № 12.

Поскольку линии действия касательных напряжений выходят на контактную поверхность под прямым углом, среднее нормальное напряжение σ_c в точке c равно σ_λ , следовательно, $\sigma_c = \sigma_\lambda = -\psi K$. Отсюда $\psi = 0,5 + \omega_{ac}$. Но ω_{ac} известно — оно равно $\pi/4$. Значит, ψ есть величина постоянная, равная 1,285, не зависящая от угла профиля накатываемой резьбы.

Пользуясь методом линий скольжения, определим контактные напряжения на площадке дна впадины резьбы, соприкасающейся с вершиной профиля резьбы инструмента (рис. 5).

В соответствии со свойствами линий скольжения при отсутствии сил трения на контактной поверхности последние пересекают ее под постоянным углом $\pi/4$ (рис. 5, а), поэтому для характеристики de можно записать уравнение № 13.

На участке ke нормальное напряжение σ_λ распределяется в соответствии с уравнением № 10, поэтому в точках k и e напряжения σ_λ разные, следовательно, напряжение σ_n на участке dk тоже будет переменным, поскольку его определение основывается на интеграле уравнения пластичности (№ 14 в таблице).

Так как при наличии максимального трения линии касательных напряжений выходят на контактную поверхность под углом $\pi/2$, угол поворота характеристики ω_{de} увеличивается до $\omega_{de} = 3\pi/2 - \lambda/2$ (рис. 5, б). Значит, уравнение № 14, характеризующее нормальные контактные напряжения на участке dk , примет вид приведенного в таблице под № 15.

Из сказанного выше следует, что на участке dk нормальное напряжение σ_n зависит от напряжений σ_λ на участке ke , причем участки ke и dk равны. Ввиду малости размеров участков ke и dk и незначительного изменения напряжения σ_λ в пределах участка ek можно считать, что напряжение σ_n на участке dk постоянно и зависит от напряжения σ_λ в точке k для рассматриваемого момента активного профилеобразования, т. е. при $\rho = \rho_2$. Подставив в уравнение № 15 значение σ_n из уравнения № 10 при соответствующей величине $\rho = \rho_2$ (см. рис. 2), получим уравнение № 16.

Уравнения № 10 и 16 позволяют определять нормальные контактные напряжения на боковой стороне профиля резьбы и во впадине накатываемого профиля резьбы в пределах $[\rho_2, \rho_1]$ изменения ρ , т. е. в пределах любой высоты h , образуемого профиля резьбы.

Значения радиусов ρ_1 и ρ_2 определяются глубиной t_i внедрения профиля инструмента в тело заготовки и приростом h_i высоты профиля накатываемой резьбы. Причем сумма t_i и h_i представляет собой высоту h , накатываемого профиля резьбы в рассматриваемый момент времени. Численные значения t_i и h_i могут быть определены в зависимости от подачи инструмента на оборот заготовки по формулам, опубликованным ра-

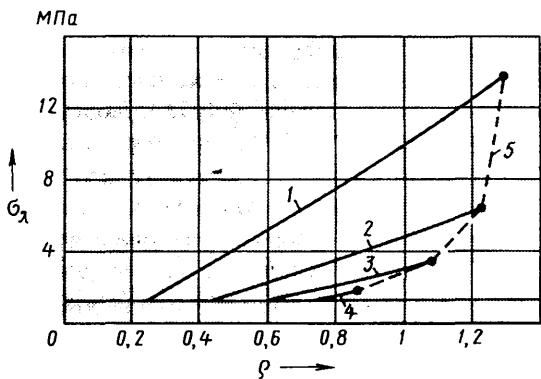


Рис. 6. Изменение контактных напряжений на боковой части резьбы инструмента:

1 — контактные напряжения при полной высоте резьбы, 2, 3 и 4 — при промежуточных высотах накатываемого профиля; 5 — максимальное значение контактных напряжений

нее¹. Радиусы ρ_1 и ρ_2 связаны с параметрами t_1 и h_1 зависимостями, которые могут быть легко получены геометрическим путем (формулы № 17, 18 и 19).

В качестве примера на рис. 6 показаны графики, иллюстрирующие характер изменения контактных напряжений, определяемых уравнением № 10. Расчеты вы-

¹ Кузьменко А. Ф. Кинематика профилеобразования резьбы при тангенциальном способе накатывания. // Э-И "Организация автомобильного производства". — Тольятти: филиал НИИАвтоПрома, 1979. № 18.

полнены для резьбы $M18 \times 1,5-4h6h$ со следующими исходными данными: $d_2 = 16,981$ мм, $d_3 = 16,981$ мм, $P = 1,5$ мм, $\lambda = 60^\circ$, $\psi = 1,285$, $\mu = 0,08$, $K = 1$.

Изменение контактных напряжений по высоте накатываемого профиля резьбы тангенциальной резьбо-накатной головкой показано для четырех значений параметров t_1 и h_1 . Численные значения этих параметров определены по формулам № 10; значения радиусов ρ_1 и ρ_2 — по уравнениям № 16 и 17. Как видим, нормальные контактные напряжения непрерывно изменяются вдоль образующей профиля накатанной резьбы, причем после каждого последующего продвижения инструмента в тело заготовки сопротивление деформированию возрастает. Так же меняется и нормальное контактное напряжение во впадине накатываемой резьбы.

Таким образом, на основе совместного решения уравнений равновесия, пластичности и связи между нормальным и касательным напряжениями на поверхности контакта и использования метода линий скольжения в области выступа и впадины накатываемой резьбы получены уравнения, позволяющие определять напряжения в пределах любой высоты накатанного профиля в процессе профилеобразования. Эти зависимости дают возможность определять контактные напряжения как непрерывно изменяющуюся в процессе профилеобразования резьбы величину, т. е. отслеживать изменения радиальной и осевой составляющих усилия накатывания в процессе профилеобразования.



НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО «МАШИНОСТРОЕНИЕ»

ПРЕДСТАВЛЯЕТ

В.Г. Еремин, В.В. Сафонов, А.Г. Схиртладзе, Г.А. Харламов

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНEDЕЯТЕЛЬНОСТИ В МАШИНОСТРОЕНИИ

400 с. Пер. Цена 99 руб.



Допущено Министерством образования в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений.

Во втором издании учебного пособия рассмотрены современные принципы, методы и средства охраны труда в машиностроении. Рассмотрены функции руководителей и специалистов предприятия по обеспечению безопасности труда, уделено внимание защите окружающей среды, представлены сведения по обеспечению безопасности в литейных, кузнечно-прессовых, гальванических и механических цехах, а также при проведении окрасочных и сварочных работ, при эксплуатации промышленных роботов, работализованных комплексов и гибких производственных систем.

В издание включены нормативно-правовые акты, нормативно-техническая документация, материалы по проведению аттестации и сертификации рабочих мест, логические схемы компьютерных программ. Второе издание дополнено инструкциями по охране труда.

Книга поможет студентам овладеть не только теоретическими знаниями, но и будет способствовать выработке практических навыков решения вопросов в данной области. Впервые в учебное пособие включена деловая игра «Расследование несчастного случая». Студентам предлагается провести расследование случая, взятого из реальной производственной жизни машиностроительного завода. Результаты расследования помогут преподавателям и студентам объективно оценить полученные знания.

ВНИМАНИЕ! Цена указана с учетом НДС (10 %).

Приобрести книгу можно непосредственно в издательстве «Машиностроение», прислав заявку для отдела реализации по факсу: (095) 269-48-97 (работает круглосуточно); по e-mail: realiz@mashin.ru; по почте: 107076, Москва, Стромынский пер., 4, ФГУП «Издательство «Машиностроение».

В заявке должны быть указаны: название предприятия, юридический адрес (для оформления счета-фактуры), почтовый индекс и адрес (для доставки изданий), ИНН и банковские реквизиты предприятия, ФИО исполнителя, контактный телефон, факс, e-mail, название заказываемой книги, количество экземпляров.

Справки о наличии книг, выписке счетов и отправке изданий по телефонам: (095) 269-66-00, 269-52-98.

НОРМАТИВЫ ФИРМ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ДЛЯ СПОРТИВНЫХ ПОДВЕСОК ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Канд. техн. наук М.А. ТРЕФИЛОВ

Саратовский ГТУ

Определенную, причем достаточно вместительную, нишу на рынке легковых автомобилей, предлагаемых автомобильной промышленностью, занимают автомобили со спортивной подвеской, которые рассчитаны на водителей, предпочитающих "агрессивный" стиль вождения (с интенсивными разгонами и торможениями; прохождением поворотов на повышенных скоростях, более высокими, чем общепринято, скоростями на прямолинейных участках и т. д.). Притом, что активная безопасность таких АТС должна, естественно, соответствовать нормам, аналогичным нормам для "обычных" легковых автомобилей. И она действительно им соответствует. Иначе данная продукция автозаводов не прошла бы сертификацию, а значит, не появилась бы на рынке.

В связи с этим возникает вопрос: в какие диапазоны "загоняют" автозаводы амплитуды колебаний неподрессоренных элементов автомобиля, чтобы подвеска, с одной стороны, стала спортивной, с другой — не ухудшила его активную безопасность?

Наиболее точный ответ на него, очевидно, могут дать натурные измерения. И вот что они показали.

Наименьшее и наибольшее реальные значения амплитуд колебаний передних спортивных подвесок составляют соответственно 18 и 65 мм, т. е. различаются в 3,61 раза, хотя в абсолютных цифрах этот диапазон не очень велик: он "укладывается" в 47 мм. У задних спортивных подвесок диапазон уже: минимум — 21 мм, максимум — 60, т. е. разница — 2,85 раза (в абсолютных цифрах — 39 мм). Если же учесть частоту проявления амплитуд, то среднее значение амплитуды колебаний передних равно 41,6 мм, а задних — 38,6. Таким образом, средняя амплитуда колебаний задней подвески меньше, чем передней, на 3 мм, или на 7,2 %. "Разброс" же амплитуд колебаний относительно среднего значения составляет $\pm 3,7\%$ ($\pm 1,5$ мм).

Такова общая картина. Но если статистические данные проанализировать несколько глубже, легко установить: разность предельных значений амплитуд колебаний передней и задней спортивных подвесок имеет "разброс" от -10 до +22 мм. Это означает, что существуют как минимум три разновидности таких подвесок.

Первая: подвески, у которых при синхронной активации амплитуда колебаний передней подвески больше, чем задней. У них помимо поперечных колебаний относительно направления движения автомобиля наблюдаются угловые колебания относительно задней оси.

Вторая: подвески, у которых амплитуда колебаний передней подвески меньше, чем задней. У них дополнительно наблюдаются угловые колебания относительно передней оси.

Третья: подвески, у которых амплитуды колебаний передних и задних подвесок равны между собой. У них угловые колебания отсутствуют.

Среднее значение разности предельных значений амплитуд колебания спортивных подвесок составляет +3 мм, что свидетельствует о преимущественном использовании в этих подвесках первого варианта. Среднее и стандартное отклонения разности амплитуд колебаний равно 5,4 и 7,0 мм.

Отношение стандартных отклонений к средним значениям характеризует разброс параметров и составляет: 26 % — у передних подвесок; 21 — задних; 23,9 — подвесок в целом и 233 % — разности амплитуд колебаний передней и задней подвесок.

Близкие значения имеют отношения средних отклонений к средний значениям: 19,4 % — у передних; 15,8 — задних; 18,9 — подвесок в целом и 180 % — разности передней и задней подвесок.

70 % значений амплитуд, обеспечиваемых автозаводами в целом по спортивным подвескам, укладываются в два диапазона — от 18 до 42 мм и от 30 до 65 мм. То же самое — по передним (от 18 до 43,5 мм и от 31,5 до 65 мм) и задним (от 22 до 38,5 мм и от 31,5 до 62 мм) подвескам, а также по разности амплитуд передней и задней подвесок (от -10 до +2,4 мм и от -4,6 до +22 мм).

Что касается сохранения значений амплитуд в эксплуатации, то здесь наблюдаются два подхода. Одна часть автозаводов не допускает ухудшения исходных значений амплитуд, т. е. автомобиль, сошедший с конвейера, и автомобиль, подлежащий списанию после выработки предельного ресурса, должны иметь одинаковые характеристики подвесок; вторая часть допускает изменение исходных характеристик.

С точки зрения безопасности наиболее оправдан первый из подходов, так как состояние подвески оказывает самое непосредственное и существенное влияние на активную безопасность транспортного средства. Однако обеспечение стабильности показателей подвески — это особая большая группа конструкторско-технологических проблем как автомобиля в целом, так и отдельных элементов и узлов подвески в частности. Решение этих проблем может привести к значительному удорожанию автомобиля как при производстве, так и при эксплуатации.

Второй подход, естественно, дешевле, но применять его можно лишь в случае, если исходные показатели безопасности столь высоки, что эксплуатационные изменения в элементах подвески не вызывают существенного ухудшения активной безопасности автомобиля.

К сказанному следует добавить, что некоторые фирмы выпускают и автомобили с условно спортивной подвеской, у которых предельные значения амплитуд колебаний неподрессоренных масс достигают 65 мм.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ТЕЧЕНИЯ ЖИДКОСТИ В ПОЛОСТЯХ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ ДВС

Канд. техн. наук Л.В. ЖАРОВ, А.А. ПАВЛОВ

Ярославский ГТУ

Выбор рациональных параметров течения жидкости в охлаждаемых полостях блока и головки цилиндров, прежде всего, локальных ее скоростей и направлений движения, — один из наиболее распространенных способов снижения термических напряжений в деталях цилиндропоршневой группы проектируемого двигателя. И дело это довольно сложное. Например, широко применяемый метод расчета разветвленных гидравлических цепей, при котором реальная система охлаждения заменяется укрупненной гидравлической цепью, уже в силу этого не может дать точных результатов. Кроме того, он требует экспериментального определения значений коэффициентов гидравлического сопротивления, входящих в уравнения, и в принципе не может раскрывать особенности локального характера течения жидкости в охлаждаемых полостях. Поэтому исследователи вынуждены пользоваться очень трудоемким и дорогостоящим методом прямых наблюдений и фотографирования характера течения жидкости у стенок гильз цилиндров, изготовленных прозрачными и установленных в блок цилиндров с прозрачными же окнами.

Но в последние годы, как известно, очень бурное развитие получили численные методы расчетов. В частности, метод конечных элементов, который прекрасно себя зарекомендовал при определении прочностных свойств деталей машин и т. п. Анализ показал, что этот метод вполне пригоден и в нашем случае: позволяет во времени и пространстве определять распределение скоростей жидкости, направления течения, турбулентную кинетическую энергию, локальные значения коэффициентов теплоотдачи и давление. То есть решать все задачи, возникающие при создании новых и совершенствовании серийно выпускаемых ДВС. В том числе определять резервы их системы охлаждения, которые нужны при необходимости повысить такие показатели, как удельная мощность.

Данные соображения были проверены применительно к одному из дизелей ЯМЗ. Точнее, применительно к его крайнему цилиндуру, который всегда представляет наибольший интерес для исследования, поскольку здесь из-за отсутствия дополнительного канала для подвода жидкости к полости охлаждения образуется "тупиковая" зона.

С этой целью построили объемную модель полости охлаждения автотракторного двигателя (рис. 1). В качестве граничных условий приняли два — скорость на входе в полость системы охлаждения (рассчитывали

по реальному расходу жидкости через один отсек охлаждаемой полости дизеля) и противодавления в каналах для подвода жидкости к головке цилиндра и отвода пара. В качестве физических свойств жидкости задавали плотность и динамическую вязкость чистой воды при 60 °С. Поток жидкости в полости считали стационарным, без теплообмена, а жидкость — несжи-маемой.

Результаты применения метода конечных элементов приведены на рис. 2 и представляют собой поля векторов течения жидкости во внутренней полости системы охлаждения. При этом каждый вектор соответствует определенному значению скорости. В итоге одинаковые векторы образуют свои поля. И если эти

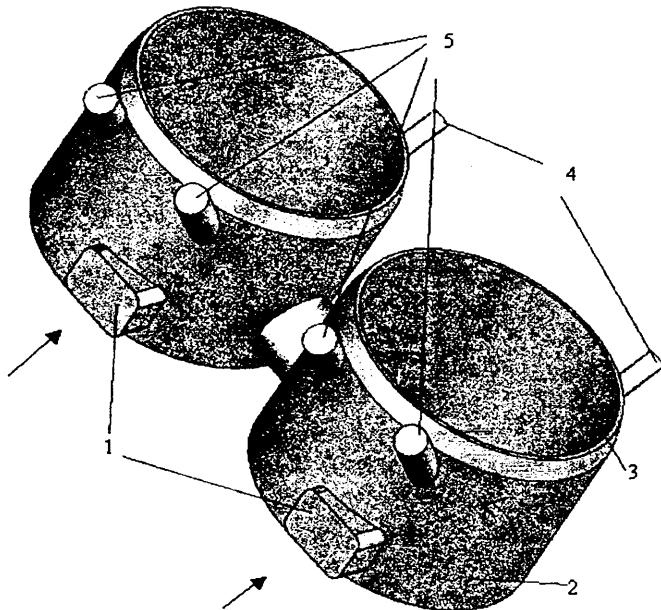


Рис. 1. Объемная модель полости системы охлаждения:

1 — каналы для подвода жидкости к полости охлаждения;
2 — внутренняя поверхность блока цилиндра; 3 — наружная поверхность гильзы цилиндра; 4 — пароотводное отверстие;
5 — отверстия для отвода жидкости к головке цилиндра



Рис. 2. Распределение скоростей охлаждающей жидкости в полости крайнего цилиндра

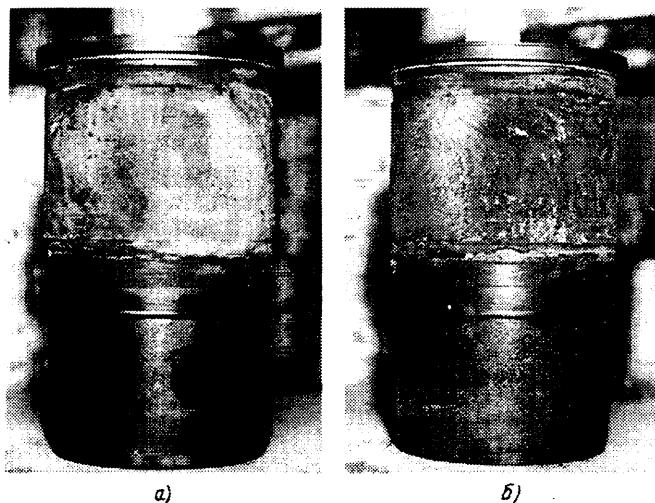


Рис. 3. Гильза цилиндра в плоскостях № 1 (а) и 3 (б)

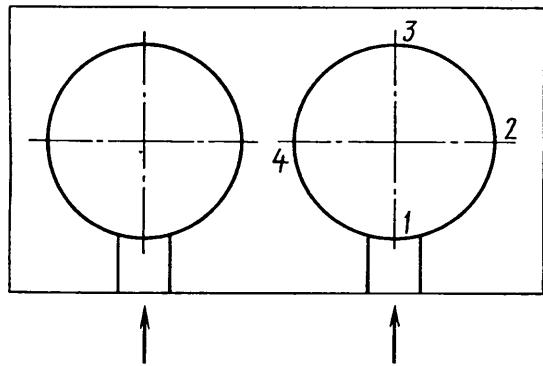


Рис. 4. Расположение плоскостей гильзы цилиндра относительно канала для подвода жидкости

поля обозначить для каждого своим цветом, получается очень наглядная и удобная для анализа картина.

После наработки дизеля, равной 350 ч, результаты расчета сравнили с результатами осмотра гильзы крайнего цилиндра. Установлено: на поверхности гильзы, где было интенсивное движение жидкости, накипь отсутствует, а в местах, где имеются застойные зоны, образовались большие по толщине ее отложения. Причем следы реального течения жидкости в полости охлаждения (рис. 3) практически на 100 % согласуются с расчетным полем, приведенным на рис. 2. Особенно четко совпадают области с наиболее интенсивными параметрами течения жидкости. (Схема расположения позиций, с которых была сфотографирована гильза четвертого цилиндра, приведена на рис. 4.)

Если говорить в целом, то можно считать доказанным: метод конечных элементов при его использовании для исследования течения жидкости в охлаждаемой полости дает возможность решать как минимум пять задач: определять наличие застойных зон в полости охлаждения, направления движения жидкости вне этих зон, ее расходы через элементы полости охлаждения, кавитационно-опасные области в полости охлаждения и гидравлическое сопротивление системы. То есть критерии, позволяющие оценивать совершенство системы охлаждения и намечать пути ее дальнейшего улучшения. Например, нужно ли вводить дополнительный канал в блоке цилиндров для подвода жидкости к полости охлаждения, а если нужно, то где его размещать, каким он должен быть и т. п.

УДК 629.62-761.002.54

ИЗНОСОСТОЙКИЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ИНСТРУМЕНТА

Канд. техн. наук А.А. АЛИЕВ

НИИАЭ

Производительность труда, трудоемкость, качество и себестоимость продукции, выпускаемой предприятиями отрасли, во многом зависят от качества применяемого инструмента. И прежде всего — его стойкости, т. е. способности обрабатывать детали без замены илиerezаточки. Поэтому проблема повышения стойкости инструмента и считается одной из самых "нестареющих". Особенно в последние годы, когда все предприятия, в том числе заводы автотракторного электрооборудования, работают не за счет бюджетных, а за счет собственных денежных средств.

Данную проблему, в принципе, можно решать двумя путями: либо закупать инструменты, выполненные из сложнолегированных материалов и прошедшие специальную термообработку, либо упрочнять рабочие поверхности серийных инструментов. Причем со-

вершенно очевидно, что первый путь хотя и радикален, но с экономической точки зрения очень невыгоден: основные легирующие элементы, используемые при его реализации (вольфрам, ванадий, кобальт, молибден и т. д.), — дефицитны и дорогостоящи. Поэтому большинство отечественных предприятий (и не только специализирующихся на изготовлении инструментов) предпочитают все-таки второй путь — поверхностное упрочнение традиционных инструментов.

Способов такого упрочнения разработано много. Они отличаются друг от друга как технологией воздействия на обрабатываемые поверхности, так и достигаемыми результатами. Например, самые известные из них — нанесение карбидных и нитридных износостойких покрытий на рабочие поверхности инструмента с сохранением прочности на изгиб и ударной вязкости его основы, снижением коэффициента трения и интенсивности наростообразования, увеличением коррозионной стойкости и т. п.

Первые эксперименты с такими покрытиями были начаты еще в 1970 г.: их стали наносить на неперета-

чивающие твердосплавные пластины. За прошедшие с тех пор годы накоплены немалые и опыт, и знания.

Так, если взять карбидные покрытия, то совершенно ясно, что их число с тех пор значительно возросло. Это карбиды титана (TiC), вольфрама (WC), ванадия (VC), бора (BC) и некоторых других элементов. Определились и области их наиболее эффективного применения. Например, доказано, что для упрочнения инструментов, выполненных из твердых сплавов (типа ВК6), лучше всего подходит карбид титана. Стабилизировались и технологии образования карбидных слоев. Скажем, чтобы упрочнить инструмент тем же карбидом титана, необходимы: высокотемпературная (до 1390—1420 К, или 1120—1150 °C) электропечь типа Г30 или СВГ2,5—3,5/8,5; тетрахлорид титана $TiCl_4$; водород; метан CH_4 . Температура в печи при нанесении упрочняющего слоя должна быть равной 1370 К (1100 °C). Процесс идет в такой последовательности: тетрахлорид титана сначала обрабатывается водородом, в результате чего превращается в дихлорид ($TiCl_2$); затем из дихлорида по реакции диспропорционирования ($3TiCl_2 = Ti + 2TiCl_3$) выделяется чистый титан; наконец, титан вступает в соединение с углеродом, выделяющимся при разложении метана, и образует карбид титана. Последний осаждается на инструментах, заранее помещенных в печь.

Карбидные покрытия хорошо сцепляются с основой (поверхностью инструментов), они обладают высокими твердостью и износостойкостью, неплохой теплопроводностью. Однако в связи с тем, что процесс идет при высокой температуре и довольно долго, их нельзя наносить на инструменты из быстрорежущей стали: поверхность успевает обезуглеродиться, а основа — отпуститься, т. е. снизить свою прочность. Кроме того, на поверхности может образоваться хрупкая η -фаза.

Что же касается инструментов из твердых сплавов, то здесь карбидные покрытия ведут себя, можно сказать, безупречно: твердость и износостойкость возрастают в несколько раз. (Например, при обработке деталей из нержавеющей стали 12Х18Н10Т пластинами из ВК6 с покрытием из карбида титана и без него — в 4 раза).

С нитридными покрытиями картина примерно та же: есть и материалы (TiN и Mo_2N), и хорошо зарекомендовавшая себя технология их нанесения на инструменты. Эта технология — ионно-вакуумная. Реализуется она с помощью отечественных установок "Булат", "Пуск", УВМ-70-А1, "Юнион" и др., работающих по принципу бомбардировки покрываемой поверхности ионами нитридов, разогнанными электрическим полем высокого напряжения. Получаемое покрытие может быть как однослойным (толщина слоя — 4—6 мкм), так и многослойным (общая толщина — 12—16 мкм). В связи с тем, что процесс нанесения нитридов идет при температурах, не превышающих 770 К (500 °C), он не дает тех перечисленных выше "побочных эффектов", которые характерны для процесса нанесения карбидов. Поэтому нитридное упрочнение можно применять и для твердосплавных инструментов, и инструментов из быстрорежущих сталей. Твердость тех и дру-

гих, как показал опыт АТЭ-1, АТЭ-2, АТЭ-3, КЗАТЭ, БАТЭ, ОЗАТЭ, "Автоприбора", ТАТЭ, т. е. практически всех предприятий подотрасли, возрастает в 2—3 раза, что несколько (на 20—25 %) меньше, чем в случае карбидных покрытий. Однако универсальность применения нитридов полностью окупает это снижение.

Покрытия, как показывают работы Новочеркасского технологического института, позволяют снизить силы трения в контакте "обрабатываемая деталь—инструмент", т. е. выполнять роль твердых смазок. И тем самым — увеличивать стойкость инструментов. В качестве материалов для таких покрытий используют сульфиды и фосфаты некоторых элементов. Например, дисульфид MoS_2 , никельфосфор NiP , кобальтофосфор Co_2P_7 и др. Наносят их на инструмент, предварительно нагретый до температуры 470 К (200 °C). Однако из-за сложности технологического оборудования и того, что антифрикционные покрытия заметно упрочняют лишь инструменты, выполненные из быстрорежущей стали Р18, широкого распространения они не получили. Тем более что нитридные покрытия решают эту задачу и проще, и надежнее. Решают ее и покрытия, наносимые химико-термическими методами. Прежде всего азотированием и карбонитрацией.

Азотирование инструментов проводят при температурах 790—840 К (520—570 °C). Для этого их закладывают в герметически закрытые муфели, которые затем помещают в шахтную печь (типа американской 8,12/6, например). В качестве карбюризатора (азотосодержащего реагента) используется смесь аммиака с природным газом, соотношение между которыми зависит от температуры: если она равна 790—810 К (520—540 °C), берется 25—30 % аммиака и 75—70 % метана; если 820—840 К (550—570 °C) — соответственно 35—40 и 65—60 %. Время выдержки в первом случае составляет 4—4,5 ч, во втором — 4 ч. Толщина получаемого азотированного слоя в обоих случаях — 25—30 мкм, твердость — HV 1150—1200. Стоимость инструментов, как свидетельствует опыт ЯМЗ, где этот метод внедрен, повышается, по сравнению с исходной, в 1,5—2 раза.

Карбонитрация, или мягкое азотирование, — это насыщение поверхности инструментов азотом и углеродом. Процесс ведется в электрической тигельной печи — ванне, заполненной разогретым до 820—830 К (550—560 °C) расплавом, который состоит из 75—85 % $NaCN$ и 25—15 % Na_2CO_2 . Расплав продувается воздухом. Благодаря этому у поверхности ванны $NaCN$ окисляется до $NaCNO$, который затем проникает в глубь ванны, где диссоциирует на активные атомарные азот и углерод. Последние диффундируют в поверхность инструмента, повышая ее тепло- и износостойкость, сопротивление задиркам и снижая коэффициент трения материала.

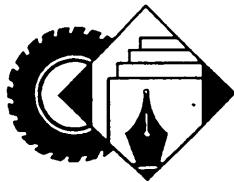
Недостаток процесса — агрессивность используемых в нем веществ, т. е. наличие экологических проблем; достоинство — более высокая, чем при азотировании, судя по опыту КамАЗа и УралАЗа, стойкость инструментов (резцов, сверл, зенкеров, разверток, фрез), выполненных из быстрорежущих сталей.

Применяются и чисто гальванические способы нанесения покрытий на инструменты. Наиболее инте-

ресный из них — хромирование в электролите следующего состава: хромовый ангидрид — 200—250 г/л; серная кислота — 10—20; препарат "хромин" — 1—3 г/л. Режим: температура электролита — 313—338 К (60—85 °C); плотность тока — 20—40 А/дм². Выход по току — 20—25 %; твердость покрытия — HV 900—1000 (HRC 65—68); толщина слоя — от 3—5 мкм для инструмента диаметром 3—5 мм, до 10 мкм для инструмента диаметром 5—10 мм.

Хромирование хорошо себя зарекомендовало на инструментах из углеродистых и быстрорежущих сталей. Но только тогда, когда температуры резания не превышают 570—670 К (300—400 °C). Например, стойкость хромированных сверл, резцов и т. д. при работе с чугуном и сталями повышается, по сравнению с нехромированными, в 2—3,5 раза. Особенно если инструмент после хромирования в течение 1 ч подвергнуть низкому, при температуре 420 К (150 °C), отпуску.

Все перечисленные выше покрытия достаточно известны и широкоприменямы. В будущем же делоими, безусловно, не ограничится. Да и не ограничивается сейчас. Так, некоторые заводы АТЭ уже внедряют у себя физические методы обработки инструментов (лазерная, в магнитном поле, в условиях глубокого холода и др.). Есть наработки и методы, которые еще не вышли на уровень практики (например, детонационный и электроискровой). Но им сейчас нельзя отказываться и от того, что уже есть. В частности, при обработке деталей из среднелегированных сталей и чугунов применять инструменты, покрытые нитридом титана с помощью установок "Пуск", а при обработке деталей из нержавеющей стали типа 12Х18Н10Т — инструменты со слоем карбида титана. Это, несомненно, позволит повысить качество, снизить себестоимость выпускаемых изделий АТЭ, сэкономить дорогостоящие инструментальные стали.



ИНФОРМАЦИЯ

УДК 629.113.061.4

АТИМ-2003

А.М. ГУСЕВ, В.А. СЕИН, Е.С. ДОБРИНСКИЙ,
В.А. БАННИКОВ

"АСМ-холдинг", НИИТавтоПром, ВК "Мир-Экспо"

В 2003 г. организаторы "Российского международного автосалона" впервые вышли с инициативой расширить его тематику — дополнить основную экспозицию новой специализированной выставкой "Автомобильные технологии и материалы-2003". (Наряду с ОАО "АСМ-холдинг" ее организаторами стали ОАО "НИИТавтоПром" и ВК "Мир-Экспо").

Главная идея АТИМ-2003 — привлечь внимание представителей отечественного и иностранного бизнеса к потребностям автомобилестроительного комплекса страны, испытывающего острую необходимость в модернизации производственных мощностей. С другой стороны, не менее важно было ознакомить потенциальных партнеров с технологическими наработками, имеющимися у отечественных фирм и научно-исследовательских центров, а также у зарубежных фирм, готовых к сотрудничеству с автомобилестроением России и других стран СНГ.

В экспозиции АТИМ-2003 приняли участие свыше 60 предприятий, объединений и организаций, специализирующихся в области технологий. В ней отражены практически все основные технологии, применяемые в процессе изготовления автомобилей и автокомпонентов.

Среди отечественных предприятий в первую очередь следует отметить ОАО "АвтоВАЗ", "НИИТавто-

пром", "МЗАТЭ-2", "Ависма", "Борисовский завод автомобильного электрооборудования", "ВНИИИнструмент", "РусАвтоГАЗ"; "Центр лазерных технологий", "Лазерные комплексы" и др.

Так, центр передовых технологий автомобилестроения, ОАО "НИИТавтоПром", продемонстрировал комплексное решение технологических задач для всех производств автомобилестроения — литейного, кузнечно-штамповочного, механообработки и сборки, термической обработки, порошковой металлургии, нанесения упрочняющих и защитно-декоративных покрытий, окраски и т. д. На его стенде, в частности, были представлены современные компьютерные системы для обработки конструкторских прототипов, деталей автомобильных двигателей и автокомпонентов; пилотные промышленные дизайнерские проекты создания методом быстрого прототипирования корпусных деталей автокомпонентов (панели приборов, элементы интерьера, зеркала заднего вида, кабины и др.); оперативное изготовление деталей и формообразующих элементов оснастки в опытно-экспериментальном и серийном производстве; гибкий технологический комплекс кузовостроения с использованием высокоточного лазерного раскроя листового материала, светолучевой и светолазерной обработки, штамповки с растяжением—обтяжкой, компьютерных систем проектирования и установок лазерной стереолитографии; технология и оборудование холодного накатывания зубчатых и шлицевых соединений взамен традиционного зубо- и шлицефрезерования; технологии нанесения упрочняющих и декоративных покрытий (на изделия из металлов, пластмасс, стекла, керамики) с помощью вакуумно-плазменного и детонационного

оборудования (детали автокомпонентов и электрооборудования); технология и оборудование для финишной обработки деталей двигателей в условиях производств многономенклатурного и разносерийного характера (хонинговальные станки, бескопирная обработка поршней, прецизионная расточка седла клапана и направляющих).

Помимо самого НИИТавтоПрома в выставке приняли участие его дочерние фирмы.

Так, ЗАО "Литаформ" и ООО "Спецлиттех" показали специальные методы литья, литейные оборудование, материалы и смазки; ЗАО "НПЦ МГМ-1" — светодиодные и светолучевые технологии, установки и оборудование для пайки, сварки, наплавки и термообработки материалов; ЗАО "НПЦ "Диарим-АБ" — пары трения на основе сверхтвёрдых композиционных материалов для механизмов, работающих в условиях высокотемпературных, агрессивных и абразивных материалов; ЗАО "Политех-холдинг" — современную порошковую окраску и упрочняющие технологии ("Хромтик НТ-1", "Нитротек Турбо", ХТО); ООО "Автотех-комплекс" — модульное технологическое оборудование и инструмент для финишной обработки основных деталей двигателей в условиях ремонтного, опытного и мелкосерийного производств. Кроме того, многие дочерние фирмы НИИТавтоПрома взяли на себя обязанности генеральных представительств в России и странах СНГ ведущих технологических фирм Германии, Италии, Австрии, Франции, Швейцарии, США, продукция которых — оборудование, материалы, приборы и инжиниринговые услуги в автомобильной и других отраслях — была также показана на АТИМ-2003.

От крупнейшего российского предприятия по выпуску автомобилей и запасных частей, ОАО "АвтоВАЗ", в выставке участвовали четыре его ведущих подразделения: производство технологического оборудования, инструментальное производство, управление лабораторно-испытательных работ и исследовательский центр. В частности, вазовские станкостроители продемонстрировали свои возможности в разработке и изготовлении промышленных роботов и робототехнологических комплексов, агрегатных станков и автоматических линий механообработки, сварочного и моечного оборудования, электронных средств и систем управления. Показана была широкая номенклатура высокоточного производительного инструмента и оснастки, производимых на ВАЗе, которая используется не только в собственном производстве, но и на других заводах России и СНГ. Более того, она пользуется устойчивым спросом и в дальнем зарубежье — Германии, Финляндии, США, Чехии, Египте, Индии.

Особенно интересными оказались экспонаты дирекции по техническому развитию ВАЗа (управление лабораторно-испытательных работ и исследовательский центр). В их числе — автоматическая установка для плазменной наплавки порошковыми сплавами клапанов ДВС; переносная установка мод. УМС-601 для приварки болтов, шпилек или штифтов к различным деталям; технология и оборудование для ультразвукового деформационного упрочнения деталей ав-

томобилей, оснастки и инструмента; магнитно-импульсная установка сваривания разнородных материалов; технологический комплекс вибрационной правки шлифовальных кругов и т. д.

Весьма широкий спектр технологических достижений продемонстрировало на выставке ООО "РусАвто-ГАЗ". Это производство деталей методом литейных и кузнецких заготовок, порошковая металлургия, специальное оборудование, инструмент и оснастка, а также инжиниринговые услуги для малых и средних предприятий, ремонт и модернизация оборудования, включая изготовление электронных плат.

Российское внешнеторговое предприятие ФГУП ВО "Станкоимпорт" — крупнейший поставщик машиностроительной и станкостроительной продукции на внутренний рынок России — впервые выступило на выставке в качестве современного комплексного многофункционального объединения с интересами в разных сферах: новое отечественное и импортное оборудование и инструмент, модернизация производства и инжиниринг, технологический аудит и промышленный консалтинг, сервис, информационная поддержка, логистика и обучение. Сегодня "Станкоимпорт" не только занимается поставками оборудования из-за рубежа, но и представляет отечественные предприятия: ОАО "Стерлитамак МТС", ОАО "Красный пролетарий", ЗАО "ИТЦ Технополис", ОАО "Туламаш завод", ЗАО "МШАК" (Армения), ООО "Диамех 2000" и др. Именно через ФГУП ВО "Станкоимпорт" ведущим отечественным автомобильным предприятиям (ВАЗ, КамАЗ, ГАЗ, группы "СОК" и др.) поставляются современные технологическое оборудование, инструмент и оснастка, а также системы управления производства ведущих западных фирм — "Монфортс", "СЕБИТ", "Сапи", "Берингер" (Германия), "Шармиллс" (Швейцария), "Анджелини", "Роскамат" (Италия) и т. д.

ЗАО "Центр лазерной технологии" — один из значительных российских лидеров в выпуске и поставке лазерных систем для маркировки, гравировки и клеймения, изготавливший в последние годы десятки моделей лазерных систем и внедривший их в производство на предприятиях многих отраслей. Но на его стенде — уже не модели, как раньше, а целый универсальный лазерный технологический комплекс ЛТК "Скат", предназначенный для глубокой технологической гравировки, прошивки отверстий и точной резки.

Большой интерес вызвали лазерные технологические установки с широкими возможностями (резка, сварка, термообработка, наплавка, маркировка различных материалов) на основе CO₂-лазеров мощностью от 0,1 до 7,5 Вт, предлагаемые потенциальным покупателям ЗАО "Лазерные комплексы", а кроме того — проектируемые и производимые им высокоточные системы позиционирования (двукоординатные столы) с разными зонами обработки, технологические комплексы резки водной струей, в том числе с абразивом. Потому что продукция фирмы успешно работает на многих предприятиях машиностроения, в том числе УралАЗе, АвтоВАЗе, МАЗе и др., а также в Китае, Корее, Вьетнаме, Болгарии, Испании.

ОАО "Ависма" (Березниковский титаномагниевый комбинат), которое производит изделия из магниевых сплавов, экспонировало перспективные детали для автомобилестроения (отечественного и зарубежного), включая детали привода (восемь наименований), шасси (пять), салона и кузова (девять), а также американский проект USAMP AMD 304, в рамках которого разрабатывают легкие литые детали для трансмиссии перспективного автомобиля с расходом топлива 1 галл./80 миль (для фирм "Форд", "Джи Эм" и "Даймлер-Крайслер").

ЗАО "МЗАТЭ-2" выставило на АТиМ-2003 продукцию собственного станкостроительного производства (заметим, что свыше трети (314 ед.) применяемого на заводе оборудования изготовлено своими силами). Многое из этого оборудования ЗАО готово выпускать и поставлять другим предприятиям. В частности, нестандартное технологическое контрольно-измерительное и испытательное оборудование: установки для заливки и перемешивания компонентов, безударной клепки, встраиваемый в механосборочное оборудование двухкоординатный стол, термический шкаф для сушки и термообработки и т. п. Все разработки отличают высокая степень автоматизации, использования программного управления, оригинальность технических решений, качество исполнения и современный дизайн.

В рамках выставки "АТиМ-2003" прошел весьма представительный форум — "Конгресс технологов автомобилестроения", призванный стимулировать применение современных средств труда и новых технологических решений, развитие конкурентоспособных технологий, технологического оборудования и мате-

риалов, а также инвестиционную активность и инновационный менеджмент в технологическом бизнесе.

В конгрессе приняли участие Минпромнауки и Госстандарт России, ОАО "НИИТавтопром", ИТЦ "Технополис", ОАО "АвтоВАЗ", ОАО "ГАЗ", ОАО "Савма", ОАО "Станкоагрегат", ОАО "Красный пролетарий", ЗАО "Литаформ", ПКО "Автостекло", МГТУ "МАМИ", ОАО "ВНИТИ", ЗАО "Белтехнология и М" (Белоруссия), ООО "Автотехнология", фирмы "Галика" (Швейцария) и "Файсер" (Италия), концерн "Раутаруукки" (Финляндия), ОАО "Сандвик-мкцс" (Россия—Швеция), "Эмаг" (Германия) и др.

На пленарном заседании прозвучали 10 концептуальных докладов руководителей Минпромнауки и Госстандарта России, выступлений руководителей и ведущих специалистов ОАО "НИИТавтопром", ОАО "АвтоВАЗ", ИТЦМ "Металлург", ЗАО "Абамет", ОАО "Станкоагрегат".

Затем работали две секции — "Прогрессивные методы обработки материалов и поверхностей деталей" и "Заготовительное производство и новые материалы". В ходе заседаний состоялись деловые дискуссии и обмен мнениями по проблемам технологического обеспечения автомобильного производства, основным направлениям развития материально-технической базы отечественной автомобильной промышленности и другим актуальным вопросам.

Главные итоги выставки АТиМ-2003 и "Конгресса технологов" — рекомендации, которые предстоит учесть автомобилестроителям в ходе реализации "Концепции развития автомобильной промышленности России".

В Ассоциации автомобильных инженеров



УДК 629.061.3.004.12

44-Я НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ААИ

Ставшая уже традиционной декабрьская научно-техническая конференция ААИ "Проблемы качества и сертификация автотранспортных средств" прошла в НИЦИАМТе. В ее работе приняли участие представители Госстандарта России, Минпромнауки РФ, Главного управления ГИБДД МВД РФ, специалисты НАМИ, НИЦИАМТа, НИИАТа, НИИ-21 МО РФ, ВНИИНмаша, украинского ГосавтотрансНИИПроекта, МАМИ, ТАДИ, САТР-фонда, фонда "Автомобильный Регистр", Объединения автопроизводителей России, НАПАК, "РусАвтобусПрома", автомобильных заводов (ВАЗ, ГАЗ, КрАЗ, МАЗ, "Москвич", ПАЗ, УАЗ, "Урал" и др.), предприятий-изготовителей узлов и компонентов (ЗМЗ, ЯМЗ, "Маркай", "Плаза" и др.), зарубежных фирм и совместных предприятий ("Автофрамос", "Вольво", "Карекс", "Кароса", "Форд"). На конференции прозвучали доклады о концепции технического регулирования реализации государственной "Концепции развития автомобильной промышленности России", новых и перспективных международных

требованиях к АТС, проекте постановления правительства Российской Федерации "О повышении экологической безопасности автомобильной техники, поступающей на российский рынок", проекте технического регламента "Безопасность колесных транспортных средств и их компонентов", экономическом стимулировании государством мер по снижению токсичности выбросов, подготовке инженерных кадров в области метрологии, стандартизации и сертификации, развитии производства и повышении качества автомобильных компонентов, текущих проблемах и задачах стандартизации в автомобилестроении, инструментальном контроле как части системы допуска АТС к эксплуатации, украинской системе сертификации АТС, проблемах сертификации АТС в государствах Центральной Азии, целях и задачах вновь образованного фонда "Автомобильный Регистр", а также по ряду не менее важных конкретных вопросов и проблем, решением которых, можно сказать, ежедневно, занимаются члены Ассоциации автомобильных инженеров.

В рамках конференции также состоялся семинар для специалистов по сертификации, темой которого стали "Основные направления работы экспертов Российской Федерации в рабочих группах Женевского соглашения 1958 г.; проекты новых Правил ЕЭК ООН и

поправок к действующим, перспективы их применения в России". Сделаны сообщения об административных вопросах и новых технических предписаниях, обсуждавшихся в КВТ ЕЭК ООН, о проектах новых и поправках к действующим Правилам, обсуждающимся в группах экспертов: по вопросам торможения и ходовой части, общим вопросам безопасности, загрязнению воздуха и экономии энергии, пассивной безопасности, освещению и световой сигнализации, шуму.

Заслушав и обсудив представленные доклады, участники конференции выработали решение, в котором отметили, что тема качества и сертификации АТС становится все более актуальной. Так, с 1 июля 2003 г. вступил в силу Федеральный закон "О техническом регулировании", предусматривающий реорганизацию действующей системы сертификации продукции; идет подготовка вступления России во Всемирную торговую организацию; усиливается конкуренция как на внешних, так и на внутреннем автомобильных рынках; ужесточаются требования стандартов, запросы потребителей. При этом постоянно происходит смена собственников предприятий, отечественный потребитель остается ограниченным в средствах, а культура эксплуатации — крайне низкой.

Все это — те условия, в которых с огромным напряжением продолжает работать отечественная автомобильная промышленность. И работать далеко не безуспешно. Так, за минувший год в повышении технического уровня продукции удалось с помощью системы сертификации сделать многое: практически прекращен выпуск грузовых автомобилей и автобусов с дизелями экологического уровня ниже "Евро-1"; производители легковых и легких коммерческих автомобилей готовятся к введению норм "Евро-2"; отменены упрощенная процедура сертификации автобусов и облегченные требования к ним, введены требования к "северным" модификациям АТС и др. Вместе с тем уровень действующих в России требований к ряду свойств по безопасности и экологичности значительно (на годы) отстает от международных, а массовая продукция не конкурентоспособна на рынках развитых стран. Причем отставание это лоббируется под лозунгами "особого российского пути", связанного с размежеванием территории и бедностью потребителей.

Участники конференции полагают, что Россия достойна современной и качественной автомобильной техники; продукция российского автомобилестроения должна соответствовать уровню международных требований и быть конкурентоспособной. Для этого необходимо объединить усилия промышленности, органов государственного управления и общественности, создать условия, делающие выпуск, приобретение и эксплуатацию автомобильной техники с низкими показателями по безопасности и экологичности невыгодным. И первой попыткой ввести такие экономические стимулирующие меры должно стать постановление правительства РФ о введении норм "Евро-2", проект которого обсуждался на конференции.

Реорганизация системы сертификации, предусмотренная законом "О техническом регулировании", признана участниками конференции полезной и необходимой в плане совершенствования процедур, повышения их эффективности, снижения затрат времени и средств, обеспечения большей "прозрачности". Однако представляется важным сохранить основные положения действующей системы, обеспечивающие ее гар-

монизацию с системами международными (Женевским соглашением 1958 г. и европейским одобрением типа транспортных средств) и признание в них результатов отечественных испытаний.

Отметив как положительную тенденцию развития в отечественном автомобилестроении общественных институтов, участники конференции призвали руководителей Ассоциации автомобильных инженеров, Национальной ассоциации производителей автокомпонентов (НАПАК) и вновь образованного Объединения автопроизводителей России (ОАР) скоординировать совместные действия и, в частности, создать постоянно действующий Координационный совет из представителей этих организаций.

Правлению ААИ поручено: в контакте с руководством ОАР и НАПАК принять активное участие в доработке "Концепции технического регулирования" и технического регламента "Безопасность колесных транспортных средств и их компонентов"; обеспечить участие экспертов ААИ в разработке стандартов, содержащих вводимые в ближайшие два года новые требования (по системам размораживания и очистки ветрового стекла, брызговикам, идентификации органов управления, боксирным проушинам, массе и размерам автомобилей, а также касающиеся мотоциклов и спецтехники); разработать совместно с НАПАК и ОАР предложения по реализации пункта постановления правительства РФ о введении требований "Евро-2", касающегося экономических стимулов. Кроме того, конференция решила: признать целесообразным изменение порядка одобрения типа шасси, специализированных транспортных средств и коммунальной техники на их базе, для чего просить фонд "Автомобильный Регистр" образовать рабочую группу, включающую экспертов ААИ, представителей ОАР и НАПАК, а заводы-изготовители спецтехники — оказать содействие данной рабочей группе; обратить внимание автосборочных и шинных заводов на предстоящее введение требований по шуму шин, рекомендовать шинным заводам совместно с НИИШПом и НИЦИАМТом провести комплекс испытаний по методике проекта правил ЕЭК ООН; отметить актуальность внедрения на предприятиях Системы добровольной сертификации систем менеджмента качества предприятий-поставщиков, одобренной коллегией Госстандарта России; одобрить инициативу комитета ААИ по ГСМ о включении рекомендуемых марок ГСМ в конструкторскую документацию на АТС (с учетом положительных результатов испытаний и добровольной сертификации в системе ААИ), поручить комитету ААИ по ГСМ разослать соответствующую информацию автозаводам и предприятиям нефтеперерабатывающей промышленности, а также подготовить письмо в межведомственную комиссию при Госстандарте об ограничении использования железосодержащих присадок в бензинах.

Очередная, 45-я Конференция ААИ пройдет в марте 2004 г. в Тольятти и будет посвящена проблемам развития автосборочных заводов и производства автокомпонентов. В июне традиционная конференция по проблемам безопасности пройдет в НИЦИАМТе; в сентябре запланировано провести конференцию "Надежность автотранспортных средств" в Минске (НИРУП "Белавтотракторостроение"); в декабре — вновь на базе НИЦИАМТа (по проблемам качества и сертификации АТС). Соответствующие организационные решения приняты пленумом правления ААИ.



"Хёндэ Элантра"

Автомобили семейства "Элантра" фирма "Хёндэ" выпускает с 1990 г. и успешно реализует как в Азии, так и Европе (здесь до 2000 г. автомобиль продавали под названием "Лантра"). Причем конструкция регулярно модернизируется (табл. 1), а состав семейства меняется в зависимости от конъюнктуры.

Так, если первоначально "Эланту" выпускали только с кузовом седан и оснащали двигателями рабочим объемом 1,5 и 1,6 л, то после модернизации в 1995 г. в семействе появились кузов универсал и модификации с более мощным 1,8-литровым двигателем; размеры и масса автомобиля увеличились, но незначительно (по этим параметрам "Элантра" была близка к "Москви-чу-2141").

Спустя пять лет, в 2000 г., фирма провела еще более радикальную модернизацию: на 110 мм увеличена база, автомобиль стал шире, длиннее, тяжелее, приблизившись с этой точки зрения к "Опелю Вектре" и "Форду Мондэо". На нем устанавливают бензиновые двигатели рабочими объемами 1,6, 1,8 и 2,0 л в сочетании с механической или автоматической коробкой передач, а также

дизель рабочим объемом 2 л с механической коробкой. Кузова — седан и хетчбэк. Вместо 13- и 14-дюймовых шин использованы низкопрофильные (серий 60 и 65 %) 15-дюймовые.

В 2003 г. семейство подверглось очередной модернизации, затронувшей силовой агрегат, системы актив-

применяют лишь три двигателя: два бензиновых (впрысковых) рабочими объемами 1,6 и 2,0 л и один двухлитровый дизель (табл. 3). Причем базовым считается 16-клапанный бензиновый двигатель рабочим объемом 1,6 л с пятиступенчатой механической коробкой передач, обеспечивающий автомобилю хорошие



"Хёндэ Элантра": седан и хетчбэк

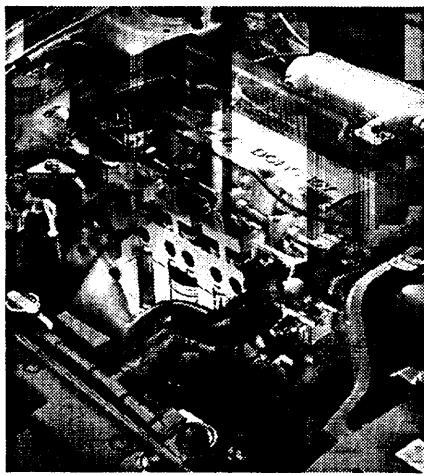
ной и пассивной безопасности, световые приборы, аэродинамику (C_x уменьшен с 0,333 до 0,313), экстерьер, интерьер, эргономику (табл. 2).

Новая "Элантра", как видно из табл. 2, снова увеличилась в размерах (седан — на 15 мм в длину и 5 мм — в ширину, а хетчбэк — на 25 мм в длину) и стала еще тяжелее (на 68—117 кг, в зависимости от модификации и комплектации). Теперь на ней

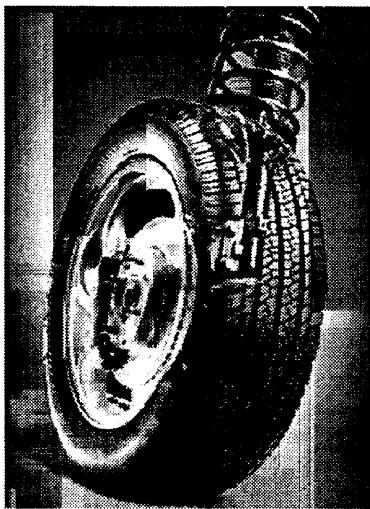
динамические показатели (максимальная скорость — 182 км/ч, разгон до 80 км/ч — за 11 с) при невысоком расходе топлива: в городском цикле — 9,1—9,2 л/100 км, на шоссе — 5,7—5,9, в смешанном цикле — 7,0—7,1 (большие цифры относятся к автомобилю с кузовом хетчбэк, меньшие — седан). Но с этим двигателем может "состыковываться" и автоматическая коробка передач. В этом слу-

Таблица 1

Параметр	Модель			
	1990 г.	1995 г.	2000 г.	2003 г.
База, мм	2500	2500	2610	2610
Колея колес (передних/задних), мм	1430/1430	1446/1430	1485/1475	1485/1475
Габаритные размеры модификации "седан", мм	4358×1675×1385	4388×1680×1385	4495×1720×1425	4525×1725×1425
Собственная масса, кг	1047—1098	1047—1155	1210—1360	1278—1477
Полная масса, кг	1500—1620	1545—1645	1740—1855	1780—1890
Бензиновые двигатели: рабочий объем, л мощность, кВт (л.с.)	1,5; 1,6 63 (86); 84 (114)	1,5; 1,6; 1,8 63 (86); 84 (114); 93 (126)	1,6; 1,8; 2,0 79 (107); 97 (132); 104 (141)	1,6; 2,0 77 (104); 105 (143)
Дизель: рабочий объем, л мощность, кВт (л.с.)	— —	—	2,0 83 (113)	2,0 83 (113)
Тип коробки передач	Механическая		Механическая; автоматическая	
Шины	155 R13; 185/60 R14	175/70 R13; 185/60 R14	185/65 R15; 195/60 R15	185/65 R15; 195/60 R15



Двигатель мод. 1,6 "Альфа"



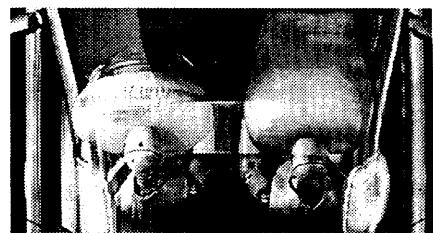
Передний колесный узел с тормозом и стойкой

чае расход топлива немного выше: 10,9, 6,2 и 7,9 л/100 км соответственно. Чуть хуже и скоростные качества: максимальная скорость — 170 км/ч, время разгона до 80 км/ч — 13 с.

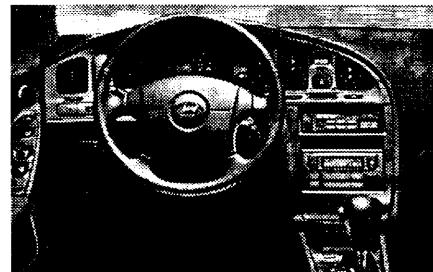
Другие двигатели, естественно, придают автомобилю иные свойства. Например, при дизеле, оснащенном аккумуляторной системой питания, расход топлива в городском цикле снижается до 8,2 л/100 км, в скоростном — до 4,9, в смешанном — до 6,1 л/100 км; при бензиновом с регулируемыми фазами газораспределения, напротив, расход топлива возрастает (с механической коробкой передач — 10,2, 6,2 и 7,6 л/100 км в соответствующих режимах, с автоматической — 11,4, 6,6 и 8,4).

Передняя подвеска "Эланты", как и у большинства аналогов, — типа "макферсон", задняя — пружинная, на двойных рычагах со стабилизатором поперечной устойчивости. Все амортизаторы — гидропневматические. Тормоза всех колес — дисковые, передних — с вентилируемыми дисками диаметром 254 мм. По заказу устанавливается АБС/ПБС.

Система пассивной безопасности, обеспечившая автомобилю высокую ("четыре звезды") оценку при испытаниях по методике "Евро-НКАП", помимо энергопоглощающих зон, входящих в конструкцию самого кузова, включает передние подушки безопасности, а в качестве дополнительного оборудования — боковые. Кроме того, предусмотре-



Фронтальные и боковые подушки безопасности



Новая панель приборов

но автоматическое разблокирование замков всех дверей при ударе (ранее такую систему ставили только по заказу).

Большое внимание конструкторы уделили элементам, обеспечивающим комфорт, но косвенно влияющим на безопасность. Так, все стекла автомобиля в стандартной комплектации тонированы; по заказу автомобиль комплектуется зеркалом заднего вида, которое автоматически затем-

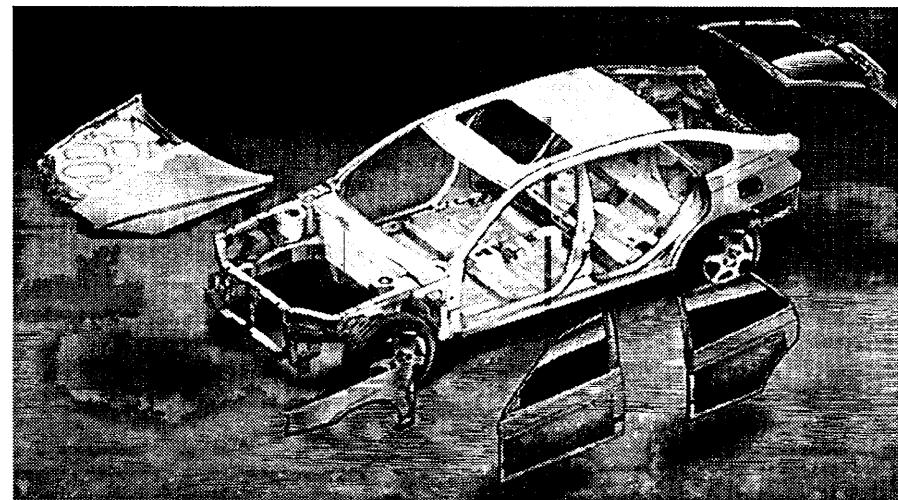
Таблица 2

Параметр	Модификации с кузовами	
	седан	хетчбэк
База, мм	2610	2610
Колея передних/задних колес, мм	1485/1475	1485/1475
Габаритные размеры, мм	4525 × 1725 × 1425	4520 × 1720 × 1425
Собственная масса, кг	1278—1477	1312—1502

Таблица 3

Параметр	Модель двигателя		
	1,6 "Альфа"	2,0 "Бетта"	2,0 "Дизель"
Рабочий объем, л	1,599	1,975	1,991
Диаметр цилиндра, мм	76,6	82,0	83,0
Ход поршня, мм	87,0	93,5	92,0
Максимальная мощность кВт (л.с.)/при частоте вращения коленчатого вала, мин ⁻¹	77,2 (104)/5800	105 (143)/6000	82,5 (112)/4000
Крутящий момент, Н·м (кгс·м)/при частоте вращения коленчатого вала, мин ⁻¹	143 (14,6)/4500	186 (19,0)/4500	235 (24,0)/1800—3200
Передаточное число трансмиссии:			
механической коробки передач (передачи заднего хода)	3,615; 2,053; 1,393; 1,061; 0,837 (3,250)	3,455; 1,952; 1,296; 0,943; 0,698 (3,455)	
автоматической коробки передач (передачи заднего хода)	2,846; 1,581; 1,0; 0,685 (2,176)	2,842; 1,529; 1,0; 0,712 (2,48)	
главной передачи	4,056	4,041	3,770; 3,611

няется при избыточном освещении. В крыше предусмотрен люк с электроприводом; в сиденьях — электроподогрев; в дверях, перчаточном ящике и других местах кузова — подсветка. По заказу устанавливаются кондиционер и высококачественная аудиосистема с шестью динамиками. Такое обилие дополнительных потребителей электроэнергии потребовало применения системы, контролирующей состояние аккумуляторной батареи. Хотя сами системы электроснабжения особых изменений не претерпели: они, по традиции, "привязаны" к двигателю. Например, в случае бензинового 1,6-литрового двигателя со стартером мощностью 0,7–0,9 кВт система включает аккумуляторную батарею емкостью 45 А·ч и генератор, рассчитанный на ток 80 А; при 2-литровом бензиновом двигателе и стартере мощностью 1,2 кВт емкость батареи — 68 А·ч, генератор — на ток 90 А; при дизеле и мощности стартера 2 кВт емкость



Шумопоглощающие элементы

батареи — 80 А·ч, генератор — на ток 120 А.

Автомобили "Элантра" обладают хорошей шумоизоляцией. Причем глушатся как внешние, так и внутренние шумы. Для этой цели помимо таких общепринятых мер, как шумоизоляционные покрытия ка-

пота, моторного щита, дверей и крыши кузова, применены и непривычные пока для российского автомобилестроения решения. Например, полиуретановой пеной заполнены даже полости стоек кузова.

R. K. Москвин

Коротко о разном



В конце 2003 г. фирма "Ситроен" начала официально продавать в России свою новую модель С-2 — компактный трехдверный хетчбэк, имеющий габаритные размеры 3,66 × 1,66 × 1,46 м (база — 2,31 м) и общую платформу с пятидверными С-3 и С-3 "Плюрель". "Ситроен С-2" выпускается в нескольких модификациях, отличающихся двигателями (бензиновые впрысковые рабочим объемом 1,4 и 1,6 л, мощ-

ностью 54 и 80 кВт, или 75 и 110 л. с.), коробками передач (обычная механическая и автоматическая, с функцией ручного переключения от сенсорной пластины на руле), колесами и шинами (диаметром 14, 15 и 16 дюймов), отделкой. В штатную комплектацию входят: электроусилитель руля, передние и боковые подушки безопасности, автоматическая блокировка дверей, датчик освещенности, датчик дождя, бортовой компьютер. По заказу устанавливаются АБС, круиз-контроль, "шторки" безопасности, парковочные датчики, кондиционер, подогреватели передних сидений, литые колеса, аудиосистема и др. Задняя (багажная) дверь кузова состоит из двух створок — верхней (окна) и нижней (борта), как это

было на многих универсалах 1960-х годов, включая ГАЗ-22 и "Москвич-426". Задние сиденья складываются



с помощью пневматической пружины и освобождают значительное пространство для груза (объем багажника увеличивается со 166 до 879 л).

М. А. ГРИГОРЬЕВУ – 80 ЛЕТ

Свой 80-летний юбилей отметил Михаил Александрович Григорьев — один из известнейших и авторитетнейших ученых отечественного и мирового двигателестроения.

Для многих людей его поколения Великая Отечественная война стала главным, стержневым событием всей жизни. Для Михаила Александровича же она стала первым университетом: 18-летний лейтенант Григорьев командует взводом; участвует в боях под Сталинградом; тяжело ранен; демобилизован в неполные 20 лет по инвалидности. Орден Отечественной войны I степени и медаль "За отвагу" — лишь две из его двенадцати фронтовых правительственные наград.

После демобилизации Михаил Александрович освоил профессию инженера в Московском автомеханическом институте, по окончании которого трудился на Ярославском автомобильном (моторном) заводе конструктором, а затем начальником автомобильной и дизельной лабораторий. Именно здесь его трудолюбие, целеустремленность, желание разобраться в самой запутанной ситуации оказались не только вос-



требованными, но и определили стратегическое направление развития его творческой карьеры. Что подтвердил и последующий переход в НАМИ, где Михаил Александрович, и это можно сказать без какого-либо преувеличе-

ния, стал лучшим экспериментатором отрасли.

Перечислять выполненные им и под его руководством разработки, написанные научные труды можно долго. Однако важно другое: количество и качество проведенных М. А. Григорьевым экспериментов, объем полученной информации не только позволил решить множество теоретических и конкретных практических задач двигателестроения, но и обеспечил абсолютно точными данными развитие теории на десятилетия вперед. Уже сейчас под руководством М. А. Григорьева защищались около 50 кандидатов технических наук. Сделанное им будет обеспечивать "информацией к размышлению", служить базой для новых открытий еще не для одного поколения ученых.

Дорогой Михаил Александрович!

Редакция и редакционная коллегия, многочисленные гитатели журнала "Автомобильная промышленность" от всей души поздравляют Вас с юбилеем, желают Вам крепкого здоровья, долгих лет активной творческой жизни.

Содержание

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Задорнова Е. С., Зайцев С. А. — Менеджмент риска в автомобилестроении.	1
Евстигнеев А. А., Елисчин А. К., Тимофеев В. Е. — Новый стандарт по вибраакустическим показателям двигателей для средств малой механизации	4
АСМ-факты	5

КОНСТРУКЦИИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Козырев Р. В. — КамАЗы 4×4	1
Карабеев В. С., Валеев Д. Х. — Расчетная оценка динамических характеристик грузовых АТС	5
Фомин В. М., Корнилов Г. С., Каменев В. Ф. — Рабочий процесс дизеля с двухстадийным циклом топливоподачи	9
Нефедьев Я. Н. — Комплексная система активной безопасности АТС	12
Иванов С. Н., Савельев В. А., Кочешков Н. П. — Динамические гасители изгибных колебаний в трансмиссиях переднеприводных легковых автомобилей	14
Мамит Г. И., Лычнов М. С., Конинев К. Е., Язвинский А. С. — Мотоцикл с коляской. Устойчивость на повороте и при торможении	16
В НИИ, КБ и на заводах	19

АВТОТЕХОБСЛУЖИВАНИЕ

Керпель И. Я. — Полезные для практики изменения	20
Клещин Б. Э., Тихонов С. Н., Волковичер Л. С., Черный В. И.,	

Грехов И. Н. — Нормализация или закалка с последующим отпуском?

Крушенко Г. Г. — Мелкосерийное изготовление алюминиевых поршней

23

ТЕХНОЛОГИЯ, ОБОРУДОВАНИЕ, МАТЕРИАЛЫ

Кузьменко А. Ф. — Закономерности распределения контактных напряжений при накатывании резьбы	25
Трефилов М. А. — Нормативы фирм-производителей для спортивных подвесок легковых автомобилей	29
Жаров А. В., Павлов А. А. — Определение параметров течения жидкости в полостях системы охлаждения ДВС	30
Алиев А. А. — Издносостойкие покрытия для инструмента	31

ИНФОРМАЦИЯ

Гусев А. М., Сенин В. А., Добринский Е. С. — АТиМ-2003	33
--	----

В Ассоциации Автомобильных инженеров

44-я Международная научно-техническая конференция ААИ

За рубежом

Москвин Р. К. — "Хендэ Элантра"

Главный редактор Н. А. ПУГИН

Заместитель главного редактора В. Н. ФИЛИМОНОВ

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

И. В. Балабин, С. В. Бахмутов, Н. Н. Волосов, О. И. Гиурицай, В. И. Гладков, М. А. Григорьев, Б. И. Гуров, Ю. К. Есеновской-Лашков, А. Л. Каурини, Р. В. Козырев (ответственный секретарь), Ю. А. Купеев, Э. Н. Никульников, В. И. Пащков, 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),
Л. Г. Красневский (зам. председателя),
Н. В. Коритко, П. Л. Мариев, А. П. Ракомсин,
И. С. Сазонов, Г. А. Синеговский, В. Е. Чвялев

Ордена Трудового Красного Знамени ФГУП «Издательство «Машиностроение»

Художественный редактор Т. Н. Погорелова
Корректор М. Г. Джавадян

Сдано в набор 4.12.2003. Подписано в печать 19.01.2004.

Формат 60×88 1/8. Бумага офсетная. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 4,9. Усл. кр. отт. 11,76. Уч.-изд. л. 6,76. Зак. 91

Адрес редакции: 107076, Москва, Стромынский пер., 4

Телефон 269-54-98. Факс 269-48-97

E-mail: avtoprom@mashin.ru

www.mashin.ru www.avtomash.ru

Отпечатано в Подольской типографии ГУП ЧПК
142100, г. Подольск, ул. Кирова, 25

Журнал зарегистрирован Министерством РФ по делам печати,
телерадиовещания и средств массовых коммуникаций.

Свидетельство ПИ № 77-7184

Цена свободная



НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
«МАШИНОСТРОЕНИЕ»

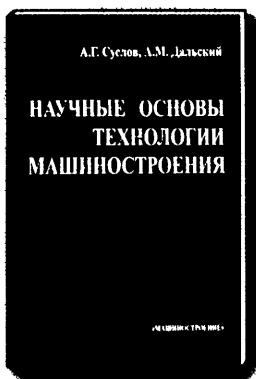
представляет

НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

А.Г. Суслов, А.М. Дальский

684 с. Пер. Цена 330 руб.

Книга написана ведущими учеными-технологами и предназначена для магистров, обучающихся и выполняющих работы по технологии машиностроения, а также для профессорско-преподавательского состава вузов, аспирантов и соискателей при подготовке к сдаче кандидатского экзамена; научных работников, занимающихся вопросами технологии машиностроения. Она может быть полезна и для технологов промышленных предприятий при разработке новых технологий.



В книге рассматриваются:

- жизненный цикл изделий, их функциональное назначение;
- вопросы технологического обеспечения и повышения точности методов обработки;
- качество поверхностного слоя;
- эксплуатационные свойства деталей машин и их соединений;
- технологическая наследственность и самоорганизующиеся системы в машиностроении;
- производительность и себестоимость изделий;
- автоматизированные системы исследований;
- научные основы создания новых методов обработки деталей, наукоемкие технологии.



ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА: Учеб. пособие

Ю.В. Кожевников

416 с. Пер. Цена 220 руб.

"Книга будет полезна всем, кто входит в увлекательный мир теории вероятностей и математической статистики и готов воспользоваться их эффективными методами в решении практических задач".

Профессор Р.И. Адгамов

Книга полностью соответствует всем современным требованиям подготовки студентов по инженерным специальностям. Удачное сочетание глубины и ясности изложения способствуют глубокому пониманию материала учебника. Сложные для понимания определения автор излагает в чрезвычайно ясной и простой форме.

В первой части учебного пособия изложены основы теории вероятностей с обоснованием основных положений и доказательствами основных теорем о вероятностях, случайных величинах, случайных последовательностях, случайных процессах. Уделено внимание закону больших чисел и центральной предельной теореме.

Во второй части приведены основы первичной обработки измерений, методы точечного и интервального оценивания параметров законов распределений случайных величин, методы проверки статистических гипотез, начала регрессионного, корреляционного и дисперсионного анализа.

Данное учебное пособие даст студентам необходимые знания, которые они с успехом смогут применить на практике, а также вооружит их глубоким пониманием сущности статистических выводов.

ВНИМАНИЕ! Цены указаны с учетом НДС (10%).

Приобрести книги можно непосредственно в издательстве "Машиностроение", прислав заявку для отдела реализации
по факсу: (095) 269-48-97 (работает круглосуточно); по e-mail: realiz@mashin.ru;
по почте: 107076, Москва, Стромынский пер., 4. ФГУП "Издательство "Машиностроение".

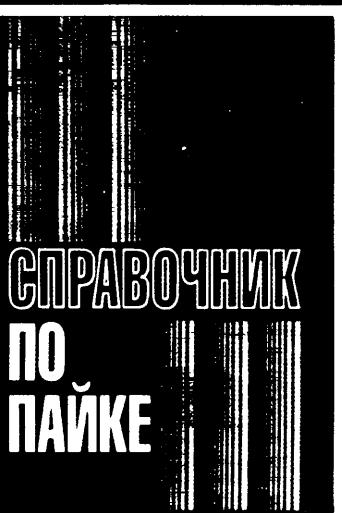
В заявке должны быть указаны: название предприятия, юридический адрес (для оформления счета-фактуры),
почтовый индекс и адрес (для доставки изданий), ИНН и банковские реквизиты предприятия, ФИО исполнителя,
контактный телефон, факс, e-mail, названия заказываемых книг, количество экземпляров.

Справки о наличии книг, выписке счетов и отправке изданий по телефонам: (095) 269-66-00, 269-52-98.
www.booksite.ru



НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
«МАШИНОСТРОЕНИЕ»

представляет



СПРАВОЧНИК ПО ПАЙКЕ

Специалистам
всех отраслей

Под редакцией И.Е. Петрунина

480 с. Цена 363 руб.

ШИРОКО ИЗВЕСТНЫЙ СПРАВОЧНИК

**СОДЕРЖИТ ВСЕ ИЗМЕНЕНИЯ,
произошедшие в области пайки
ЗА ПОСЛЕДНИЕ 20 ЛЕТ!**

В справочнике:

- физико-химические процессы и способы пайки;
- припои и паяльные смеси;
- флюсы и газовые среды;
- оборудование;
- технологическая оснастка;
- пайка металлов и неметаллических материалов;
- подготовка поверхности;
- проектирование и прочность соединений;
- контроль качества;
- основы нормирования паяльных работ.

ТРЕТЬЕ ИЗДАНИЕ ДОПОЛНЕНО НОВЫМИ ДАННЫМИ:

- ◆ по современным отечественным и зарубежным припоям;
- ◆ по пайке крупногабаритных стальных конструкций;
- ◆ по экологической безопасности и охране труда.

ВНИМАНИЕ! Цена указана с учетом НДС – 10 %.

Приобрести книгу можно непосредственно в издательстве "Машиностроение", прислав заявку
для отдела реализации по факсу: (095) 269-48-97 (работает круглосуточно);
по e-mail: realiz@mashin.ru; по почте: 107076, Москва, Стромынский пер., 4.
ФГУП "Издательство "Машиностроение".

В заявке должны быть указаны: название предприятия, юридический адрес (для оформления
счета-фактуры), почтовый индекс и адрес (для доставки изданий), ИНН и банковские
реквизиты предприятия, ФИО исполнителя, контактный телефон, факс, e-mail,
название заказываемой книги, количество экземпляров.

Справки о наличии книг, выписке счетов и отправке изданий
по телефонам: (095) 269-66-00, 269-52-98.