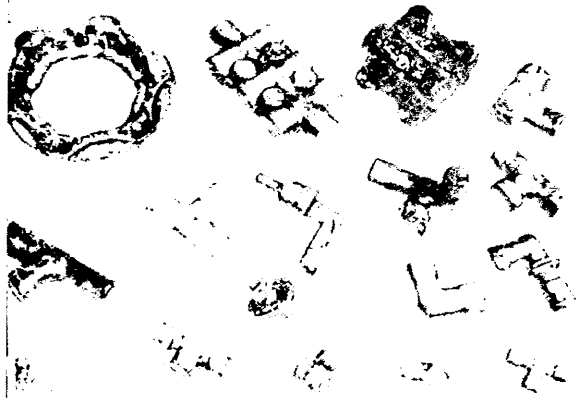
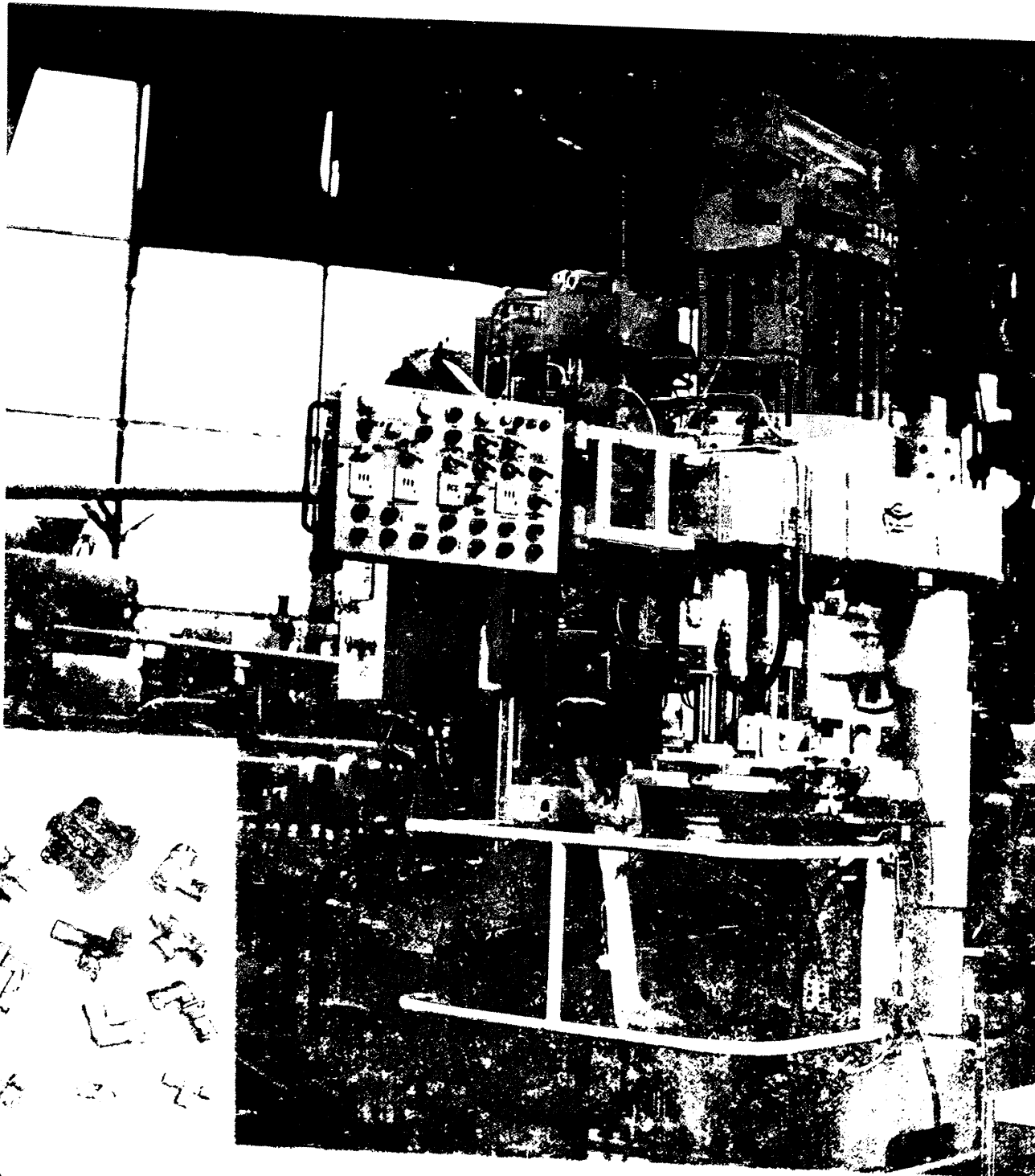


# АВТОМОБИЛЬНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

ISSN 0005-2337

№ 4 • 1996



1996г. № 4

## (Технический университет)

**объявляет прием студентов в 1996 году  
на первый курс дневного и вечернего обучения.**

**Срок подготовки инженеров по специальностям - 5-5,5 лет  
с получением через четыре года степени бакалавра.**

### *Направления и специальности:*

<b>ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ</b>	Автомобили и автомобильное хозяйство Сервис и техническая эксплуатация транспортных и технологических машин и оборудования (автомобильный транспорт) - <i>дневное обучение</i>
<b>НАЗЕМНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ</b>	Двигатели внутреннего сгорания ( <i>дневное обучение</i> ) Инженерная защита окружающей среды в автотранспортном комплексе ( <i>дневное обучение</i> ) Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование Сервис и техническая эксплуатация транспортных и технологических машин и оборудования (строительные, дорожные и коммунальные машины) - <i>дневное обучение</i> Многоцелевые гусеничные и колесные машины ( <i>дневное обучение</i> ) Стартовые и технические комплексы ракет и космических аппаратов ( <i>дневное обучение</i> )
<b>СТРОИТЕЛЬСТВО</b>	Автомобильные дороги и аэродромы Мосты и транспортные тоннели ( <i>дневное обучение</i> )
<b>МЕНЕДЖМЕНТ ЭКОНОМИКА</b>	Организация перевозок и управление на транспорте Экономика и управление на транспорте Экономика и управление в строительстве
<b>АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ</b>	Автоматизация технологических процессов и производств ( <i>дневное обучение</i> )
<b>ЭЛЕКТРОТЕХНИКА, ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЯ</b>	Электрооборудование автомобилей и тракторов ( <i>дневное обучение</i> )
<b>ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ</b>	Оборудование, технология повышения износостойкости и восстановление деталей машин и аппаратов ( <i>дневное обучение</i> ) Гидравлические машины, гидроприводы и гидропневмоавтоматика ( <i>дневное обучение</i> )
<b>ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА</b>	Автоматизированные системы обработки информации и управления ( <i>дневное обучение</i> )

**Зачисленные по [REDACTED] учаются бесплатно.**

Кроме того, каждый, кто имеет среднее образование ниже среднего, может быть зачислен в Открытый институт при МАДИ.

Подготовка ведется по [REDACTED] зачисленным специальностям.

Обучение платное, в том числе по индивидуальным договорам с предприятиями и организациями.

### **Прием заявлений:**

на дневное обучение - с 24 июня по 15 июля, на вечернее обучение - с 24 июня по 19 августа.

**Вступительные экзамены - с 16 июля.**

МАДИ имеет подготовительное отделение и курсы по подготовке в институт.

При МАДИ функционирует Московский центр автомобильно-дорожного образования, включающий в себя ряд общеобразовательных школ, колледжей и техникумов города Москвы и Московской области.

### **Адрес института:**

**125829, Москва, А-139, Ленинградский проспект, 64, комн. 236.**

**Проезд до станции метро "Аэропорт".**

**Телефон для справок - 155-01-04**

## ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 658.562.6.003.13

### ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИЕМОЧНОГО КОНТРОЛЯ

С. В. ПОДСОБЛЯЕВ

НИИТавтопром

Приемочный контроль — одно из важнейших звеньев в системе мероприятий по коренному повышению качества продукции: на выходе технологических процессов он препятствует проникновению дефектной продукции на последующие этапы технологической цепочки или к потребителю.

Внедрение новых хозяйственных механизмов, переход отрасли к рынку, новые взгляды на экономику качества с учетом приоритета интересов потребителя требуют и новых подходов к оценке экономической эффективности мероприятий, направленных на повышение качества продукции, в том числе приемочного контроля. В настоящей статье излагаются результаты научных исследований в этом направлении, проведенных в отделе метрологии, стандартизации и качества НПО "НИИТавтопром" и завершившихся созданием отраслевого руководящего документа РД 37.002.0497-87 "Методы определения экономической эффективности работ по метрологическому обеспечению на предприятиях отрасли", введенного в действие с 1 января 1988 г.

Во время исследований специалисты НИИТавтопрома исходили из хорошо известных соображений.

Например, из очевидного принципа оценки экономической эффективности, который гласит, что годовой экономический эффект от любого мероприятия, в том числе и от организации приемочного контроля, равен разнице между приведенными затратами по базовому (в нашем случае — при отсутствии контроля) и новому вариантам.

В оценке экономической эффективности приемочного контроля есть одна особенность: в приведенные затраты помимо капитальных вложений и го-

довых издержек, как в других случаях, входят потери от брака, возникающие вследствие недостоверности контроля или его отсутствия. Их и рассмотрим.

Задача определения потерь от брака достаточно сложная, так как брак зависит от многих факторов — технологических, метрологических и квалиметрических, но разрешимая. Покажем это на примере технологического процесса, на входе которого есть партия из  $N$  заготовок, а на выходе —  $N_r$  годных и  $N_b$  бракованных деталей.

Очевидно, что при отсутствии контроля на выходе все бракованные детали продолжают свой путь по технологической цепочке. Часть их будет обнаружена в сфере производства (при сборке узлов, испытаниях изделий и т. п.) и изъята, а часть проникнет в сферу потребления в составе готовых изделий. При идеальном же, или абсолютно достоверном, приемочном контроле (контроль с нулевой погрешностью измерения) бракованные детали полностью отсеиваются. Однако это крайность. Реальный контроль с ненулевой погрешностью измерения имеет отличающиеся от нуля вероятности ошибок контроля первого (неправильная браковка на годные и бракованные —  $P_{гб}$ ) и второго рода (неправильная приемка  $P_{бр}$ : брак — в годные). Вероятности обеих ошибок для различных видов измерительного контроля рассчитываются с учетом технологических и метрологических факторов. Их знание позволяет определять количество как ложного, так и пропущенного брака. Рассчитывается и вероятность обнаружения бракованных деталей во всех других звеньях производства, следовательно, и количество пропущенных в сферу потребления в составе готовых изделий.

Таким образом, потери от брака, возникающие вследствие недостоверности контроля или его отсутствия, можно разделить на три составляющие. Пер-

вая: вследствие ошибок контроля первого рода в сфере производства, ведущих к ложному браку и снижению производительности; вторая: из-за ошибок контроля второго рода в сфере производства, вызывающих расходы на обнаружение и устранение пропущенного брака на последующих стадиях технологической цепочки (например, при сборке или испытаниях узла, агрегата, изделия); третья: вследствие ошибок контроля второго рода в сфере потребления, вызывающих снижение потребительских свойств изделий, в состав которых попали пропущенные бракованные детали. Причем последняя составляющая — наиболее весомый и опасный вид потерь.

Как подсчитать (спрогнозировать) перечисленные составляющие?

Поскольку при оценке экономической эффективности обычно оперируют величиной годового экономического эффекта, в качестве исходной информации принимаем годовой объем выпуска (и контроля) деталей для данного технологического процесса. При этом величины  $P_{тб}$  и  $P_{бг}$  также принимаются усредненными за год с учетом распределения уровня дефектности (доли брака) за этот период. Тогда количество ложного брака (неправильно забракованных деталей) будет равно произведению годового объема выпуска на  $P_{тб}$ . Если полученную величину умножить на разность себестоимости изготовления забракованной детали и остаточной ее стоимости, получим годовые потери от ложного брака ( $P_{пр}$ ).

При дальнейшем расчете следует учитывать, что на последующие этапы сферы производства (например, на сборку) может поступать не вся программа выпуска. Поэтому в общем случае годовое количество деталей, поступающих на сборку, следует принимать равным произведению числа деталей данного типа в составе готового изделия (комплектность) на годовой объем выпуска готовых изделий. Полученная величина не может превышать годовой выпуск деталей, поскольку часть их может направляться, например, в фонд запасных частей.

Как сказано выше, часть пропущенного брака будет обнаружена на последующих этапах производства. Расходы на его устранение ( $L_y$ ) равны произведению затрат на устранение обнаруженного брака (например, стоимости переборки узла с заменой детали и т. п.) на вероятность обнаружения брака, вероятность  $P_{бг}$  и количество деталей, поступивших на сборку.

Суммарные потери производства от ложного и пропущенного при контроле, но обнаруженного в сфере производства брака равны  $\Pi_{пр}$  и  $\Pi_y$ .

Но часть брака поступит к потребителю.

Очевидно, что количество пропущенных и не обнаруженных в сфере производства бракованных деталей будет равно произведению числа деталей, поступивших на сборку, на вероятность  $P_{бг}$  и на  $(1 - P_{обн})$ , где  $P_{обн}$  — вероятность обнаружения брака в производстве готовых изделий.

Можно пренебречь вероятностью попадания в изделие двух и более одинаковых бракованных деталей и считать, что полученное число и есть число гото-

вых изделий, содержащих такие детали. Отсюда следует, что суммарные потери в сфере потребления могут быть подсчитаны по формуле:

$$\Pi_{потр} = V_{сб} P_{бг} (1 - P_{обн}) C_{потр},$$

где  $C_{потр}$  — потери в сфере потребления за счет снижения потребительских свойств единичного изделия, в состав которого попала бракованная деталь;  $V_{сб}$  — число деталей, поступивших на сборку.

В работах, посвященных анализу экономической эффективности контроля, предлагается оценивать величину  $C_{потр}$  на основании технико-экономического анализа потребительских свойств изделия с учетом влияния дефектов по контролируемым признакам. Однако практическое осуществление этих рекомендаций требует большого объема работ по экспериментальному определению упомянутого влияния, проведение которых крайне затруднительно, а стоимость их может значительно превысить ожидаемый эффект от введения системы контроля. Некоторые авторы предлагают в качестве  $C_{потр}$  учитывать величину штрафов и рекламаций, предъявляемых предприятию за поставку некачественной продукции, но эта величина существенно меньше общих потерь потребителя, так как относится только к выявленным дефектам. Исходя из принципов квалитметрии, мы предлагаем укрупненную оценку величины  $C_{потр}$  как части стоимости готового изделия, пропорциональной коэффициенту весомости дефекта. При этом под готовым изделием следует понимать минимальный автономный агрегат, содержащий данную деталь и имеющий самостоятельную оптовую цену (например, для поршней, клапанов, коленчатого вала — двигатель в сборе; для колец, роликов, шариков — подшипник в сборе и т. д.).

Дефекты классифицируются по ГОСТ 15467-79 на критические, значительные и малозначительные. Каждому из этих видов присваивается определенный коэффициент весомости (возможна также более детальная градация коэффициентов весомости внутри каждого вида).

Табл. 1 иллюстрирует предложенную оценку с учетом коэффициентов весомости дефектов, установленных “Инструкцией по оценке стабильности показателей качества автомобильной техники”.

Приведем пример расчета потерь от брака вследствие недостоверности контроля и составляющей экономического эффекта от повышения точности измерений. Объект контроля — поршневой палец дви-

Таблица 1

Вид дефекта	Коэффициент весомости	Потери в сфере потребления ( $C_{потр}$ )
Критический	$K_{кр} = 20$	$C_{изд}^*$
Значительный	$K_{зн} = 5$	$\frac{K_{зн}}{K_{кр}} \cdot C_{изд} = 0,25 C_{изд}$
Малозначительный	$K_{мз} = 1$	$\frac{K_{мз}}{K_{кр}} \cdot C_{изд} = 0,05 C_{изд}$
* $C_{изд}$ — оптовая цена готового изделия.		

гателя MeM3-245 (расчет велся в % от стоимости двигателя, принятой за 100 %).

Попадание бракованного пальца в поршневую группу оценивается как малозначительный дефект. Погрешность измерения в базовом варианте составляет 1 мкм, в новом — 0,6 мкм. Исходные данные для расчета приведены ниже.

Годовая программа изготовления (контроля), шт. . . . .	1 000 000
Себестоимость изготовления, руб. . . . .	0,035
Остаточная стоимость забракованной детали, руб. . . . .	0,0034
Среднегодовая доля брака, % . . . . .	5
Вероятность обнаружения бракованной детали в сфере производства ( $P_{обн}$ ) . . . . .	0,8
Затраты на переборку поршневой группы ( $C_{устр}$ ), руб. . . . .	0,34
Число деталей в составе готового изделия, шт. . . . .	4
Годовой объем выпуска готовых изделий, шт. . . . .	150 000
Годовое количество деталей, поступающих на сборку, шт. . . . .	600 000
Потери в сфере потребления за счет снижения потребительских свойств двигателя, в состав которого входит бракованный палец ( $0,05U_{изд}$ ) . . . . .	5,0

Результаты расчета составляющей годового экономического эффекта от повышения точности измерений (вариант 2) приведены в табл. 2. Из нее видно: при традиционной точности измерений завод несет потери, равные стоимости 54 двигателей, а потребитель — равные стоимости ~133 новых двигателей. Повышение точности измерений для завода равно-

Показатель	Базовый вариант 1	Новый вариант 2
Вероятность ошибки:		
первого рода	6,24	2,99
второго рода	2,19	1,44
Потери в сфере производства, %:		
от ошибок первого рода	1882	940
от ошибок второго рода	3543	2330
суммарные	5426	3270
Сокращение потерь в сфере производства (эффект предприятия), %	—	2155
Потери в сфере потребления, %	13287	8740
Сокращение потерь в сфере потребления, %	—	6700

ценно ~22 двигателям, а для потребителя — 67 двигателям.

Таким образом, расчеты подтверждают хорошо известную истину: потери от брака в сфере потребления существенно больше, чем в сфере производства. Поскольку уменьшение потерь связано с повышением точности измерения и, тем самым, с увеличением затрат на контроль, изложенная методика создает предпосылки для оптимизации приемочного контроля по критерию максимума хозяйственного эффекта.

УДК 622.684:629.113.044.18

## НОРМИРОВАНИЕ РАСХОДА ТОПЛИВА ДЛЯ КАРЬЕРНЫХ САМОСВАЛОВ

С. В. МЕДВЕДЕВ, Н. А. МЕДВЕДЕВА

Красноярская ГАЦМиЗ

Опыт доказал: применяемые сегодня на горнодобывающих предприятиях директивные отраслевые нормы расхода топлива карьерными самосвалами недостаточно научно и технически обоснованы. Они практически не учитывают режимы движения АТС и особенности транспортных коммуникаций, природно-климатические условия, техническое состояние самосвалов и, наконец, конструктивно-технологические характеристики крупногабаритных шин. Тогда как в основе этих норм должны лежать объективные и достаточно совершенные математические модели, отражающие главные свойства реальных процессов и дающие достоверные, т. е. совпадающие (с допустимой погрешностью, разумеется) с фактическими данными, результаты.

В настоящее время в качестве математических моделей расхода топлива используются основные теоретические зависимости из теории двигателей и эмпирические нагрузочные характеристики по конкретному двигателю. Получаемые в итоге регрессионные уравнения дают весьма приближенные результаты, поскольку расход топлива не является постоянной

величиной. В этих условиях, учитывая феноменологию реального процесса расходования топлива, правомерна его аппроксимация стохастическими зависимостями, в том числе и непараметрического типа. Причем необходимо отметить, что непараметрические методы оценки реальных случайных процессов особенно эффективны и перспективны. Это можно показать, в частности, на примере идентификации расхода топлива карьерных самосвалов грузоподъемностью 110 т, которые эксплуатируются на Сорском молибденовом комбинате.

Алгоритм моделирования и соответствующее математическое обеспечение в КГАЦМиЗ разработаны. Для их использования нужно выбрать параметры эксплуатации самосвалов, которые определяют их топливную экономичность. Как известно, таких показателей много. Но благодаря современным компьютерным средствам и технологиям они все могут быть использованы для идентификации процесса расхода топлива. В частности, для рассматриваемого случая исходными данными для моделирования служили ежемесячные отчетные показатели работы комбината за 1989—1991 гг. по объемам транспортной работы ( $A$ ), средней эксплуатационной скорости движения самосвалов  $V_{ср}$ , протяженности маршрутов перевозок ( $l$ ), коэффициентам использования автопарка ( $K_{и}$ ), коэффициентам использования самосвалов во времени ( $K_{в}$ ) и фактическому расходу топлива ( $Q_{ф}$ ).

Показатель	Временной интервал, мес.							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Объем перевозок, тыс. м <sup>3</sup>	1951	1920	1959	1779	1996	1971	1716	1740
Среднеэксплуатационная скорость, км/ч	14,1	14,7	14,4	14,6	14,7	14,6	14,2	13,5
Расстояние транспортирования, км	3,50	3,86	3,65	3,71	3,48	3,49	3,40	3,38
Коэффициент использования:								
автопарка	0,88	0,90	0,88	0,89	0,90	0,88	0,88	0,84
самосвалов во времени	0,67	0,67	0,66	0,67	0,69	0,64	0,63	0,69
Расход топлива, т:								
фактический	1935	2158	2148	1941	2209	2022	2000	1841
моделируемый	2158	2227	2143	2183	2147	2122	2088	2050

Показатель	Временной интервал, мес.							
	9	10	11	12	13	14	15	16
Объем перевозок, тыс. м <sup>3</sup>	1738	1724	1806	1896	1886	1684	1876	1924
Среднеэксплуатационная скорость, км/ч	13,6	13,5	14,4	14,8	14,7	14,8	13,6	14,2
Расстояние транспортирования, км	3,50	3,60	3,75	3,65	3,56	3,79	4,10	4,10
Коэффициент использования:								
автопарка	0,86	0,87	0,88	0,85	0,82	0,84	0,82	0,86
самосвалов во времени	0,67	0,69	0,64	0,62	0,62	0,60	0,64	0,71
Расход топлива, т:								
фактический	1872	2151	2173	2184	2103	2196	2292	2357
моделируемый	2091	2056	2112	2095	2125	2151	2258	2259

После ввода данных в ЭВМ и их обработки на выходе получаем минимум квадратичного критерия оптимизации при выбранном коэффициенте размытости. Принимая идентифицированную модель за адекватную реальному процессу, выполняем необходимые расчеты по моделированию, а значит, и нормированию расхода топлива.

Сопоставление (см. таблицу) моделируемого расхода топлива с фактическим показало 5 %-ю относительную погрешность первого.

Полученная непараметрическая модель стохастической зависимости  $Q = f(A, V_{сз}, l, K_{и}, K_{в})$  — весьма эффективное средство управления расходом топлива. Ведь все расчетные показатели планируются, т. е. назначаются, и следовательно, имеется возможность, варьируя их, решать оптимизационные задачи, в том числе и по топливной экономичности карьерных самосвалов. Очевидно, что от моделируемых укрупненных до уровня автопарка норм расхода топлива можно перейти к нормам дифференцированным (групповым и индивидуальным), для чего модель нужно лишь дополнить некоторыми данными (например, по высоте подъема груза, моторесурсу дизеля и т. п.).

Отметим, что основное достоинство непараметрических моделей состоит в том, что они по мере поступления в управляющее устройство (модель) новых точек (данных) способны обучаться, т. е., изме-

няя входные параметры или показатели эксплуатации, мы не ухудшаем качество моделирования, поскольку происходит постоянное оптимизационное корректирование модели. При этом алгоритм оптимизации является алгоритмом дуального управления, так как в нем неразрывно сочетаются элементы дуализма: изучение процесса и поиск решения по заданному критерию оптимизации (например, выбор рационального режима движения с точки зрения минимального расхода топлива). Как видим, обучение в такой системе носит активный характер, поскольку идет постоянная корректировка параметров модели.

Таким образом, непараметрическое оценивание топливной экономичности карьерных автосамосвалов с достаточной точностью позволяет нормировать расход дорогостоящего нефтяного топлива. Реализация модели в виде автоматизированного рабочего места нормировщика на базе современных компьютерных средств дает возможность повысить топливную экономичность автотранспорта и снизить затраты на перевозки. Кроме того, рассмотренные алгоритм и методика непараметрического моделирования могут быть эффективно использованы при нормировании пробега шин, ресурса двигателя, генератора, тягового электропривода, ряда систем и узлов автомобилей, а также любого другого электро-механического оборудования.

УДК 629.113/115.001.73

## НЕСТАНДАРТНАЯ МОДИФИКАЦИЯ АВТОМОБИЛЯ “ИЖ”

*“На дорогах страны среди ижевских фургонов и пикапов иногда встречаются необычные модификации, например, пикапы с удлиненным кузовом. Но ни в одном справочнике этой модификации нет. Может быть, его выпускает или переоборудует какой-нибудь кооператив или авторемонтный завод? Какие вообще модификации входят в семейство грузовых “ижей”?”*

М. С. Яров, г. Тамбов

Легкие грузовые автомобили семейства “Иж-2715” имеют ряд модификаций и комплектаций (табл. 1), отличающихся не только кузовами, но и двигателями, а также разные климатические исполнения. Наиболее массовые среди них — автомобили с кузовами фургон, оснащенные дефорсированным двигателем (мощность — 50 кВт, или 68 л. с.), работающим на бензине А-76. На базе фургона выпускается завоевавшая популярность у потребителей грузопассажирская модификация “Иж-27156” (в кузове установлены откидные скамьи для четырех пассажиров, в его боковинах, а также между ним и кабиной и в левой створке задней двери имеются окна).

Пикапы Ижевского автозавода выпускаются с двумя вариантами кузова: обычный “Иж-27151” с удлиненным. Последний (своего пятизначного индекса модификация не имеет и считается одной из комплектаций) выпускается малыми партиями и предназначен в основном для перевозки грузов малой плотности. Автомобиль (см. рисунок) на 10 кг тяжелее базового, а объем его кузова на ~20 % больше. Причем база осталась прежней (2400 мм), а увеличен на 0,3 м задний свес. Значит, при равномерной по всей длине загрузке кузова центр масс груза будет находиться даже не над задним мостом, а за ним, т. е. произойдет некоторое перераспределение массы ав-

Таблица 1

Тип кузова	Комплектация автомобиля с двигателями			
	УЗАМ-412 Э	УЗАМ-412 ДЭ	УЗАМ-412 Ю	УЗАМ-412 ДЮ
Фургон	271506-014	271506-011	271507-014	271507-011
Грузопассажирский	271566-014	271566-011	271567-014	271567-011
Пикап	271516-014	271516-011	271517-014	271517-011
Удлиненный пикап	271516-013	271516-015	271517-013	271517-015

Примечание. Комплектации с двигателями УЗАМ-412 Ю и УЗАМ-412 ДЮ — для районов с тропическим климатом.

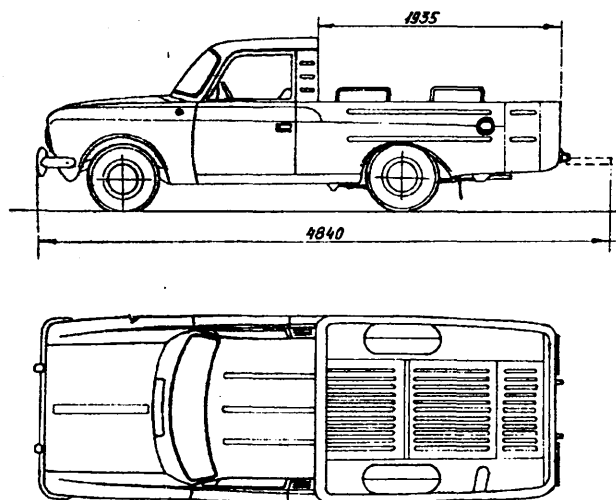
томобиля по осям, особенно заметное при полной загрузке: задний мост окажется перегружен, а передний недогружен. Следовательно, изменятся показатели устойчивости и управляемости, износ шин и т. д. Все это нужно учитывать при эксплуатации данного автомобиля. (Основные характеристики его и других автомобилей семейства приведены в табл. 2.)

На базе грузовых и грузопассажирских автомобилей “Иж” периодически создаются различные специ-

Таблица 2

Параметр	Автомобили семейства “Иж-2715” с кузовом			
	фургон	грузопассажирский	пикап	удлиненный пикап
Масса, кг:				
снаряженная	1015	1095	965	975
в том числе				
на переднюю ось	550	550	550	550
на заднюю ось	465	545	415	425
перевозимого груза	450—500	370—420 (или 4 чел.)	500—550	500—550
полная	1615—1665	1615—1665	1615—1665	1625—1675
в том числе				
на переднюю ось	615—625	615—625	615—625	615—625
на заднюю ось	1000—1040	1000—1040	1000—1040	1010—1050
Размеры, мм:				
габаритные				
длина	4130	4130	4130	4445
ширина	1590	1600	1590	1590
высота	1825	1825	1520	1520
внутренние				
кузова				
длина	1600		1600	1880
ширина	1440		1440	1440
высота	1160		390	390

Примечание. Масса перевозимого груза и полная масса автомобиля — в зависимости от применяемых шин.



альные. Например, автомобиль-мастерская на базе фургона, представленный в 1985 г. на выставке "Ижмаш-60", имел поднимающуюся на специальных стойках крышу грузового помещения, широкий набор оборудования и инструмента для оказания технической помощи автотранспортсменам.

Одна из последних специальных модификаций — санитарный автомобиль, созданный на базе удлиненного пикапа. На него установлена удлиненная же крыша с окнами (от грузопассажирского фургона), а внутри расположены носилки для больного, сиденье для сопровождающего медика и необходимое медицинское оборудование. Этот автомобиль должен логически завершить типоразмерный ряд семейства "Иж-2715", но пока серийно не выпускается.

Р. С. БЕНДИКС

УДК 629.113.012

## МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫМ СТАРТЕР-ГЕНЕРАТОРОМ

В. М. АНИСИМОВ, В. Р. ТАРАНОВСКИЙ

АО "Завод имени А. М. Тарасова", Самарский ГТУ

Классические электрические системы автомобилей включают две электрические машины: стартер и генератор. Однако в последние годы появились работы, в которых функции стартера и генератора предлагается совместить — так, как это давно уже сделано в авиации. Причем наиболее перспективной для такой цели считается частотно-регулируемая асинхронная машина с инвертором напряжения. (Главным образом потому, что в ней нет скользящих контактов, которые, как известно, существенно снижают надежность системы.)

Но частотное регулирование асинхронной машины — регулирование не совсем обычное: для оптимального управления приводом необходимо изменять как частоту, так и амплитуду питающего напряжения, т. е. использовать достаточно сложные законы управления. В результате практическая реализация системы, если ее выполнять на дискретных элементах, оказывается делом трудным, а в отдельных случаях — и невозможным.

Выход все-таки находят. Например, американская фирма "Дженерал моторс" уже разработала асинхронный стартер-генератор и систему управления его инвертором. Данная система определяет положения ключа в замке зажигания; считывает сигналы датчиков частоты вращения вала стартер-генератора и напряжения на инверторе; измеряет и оценивает амплитуду и частоту напряжения, которое необходимо подавать на стартер-генератор по принятому закону; формирует управляющие воздействия на ключи инвертора. При этом частота напряжения определяется из условия постоянства абсолютного скольжения (за исключением момента начала "старта" двигателя и перехода асинхронной машины в генераторный ре-

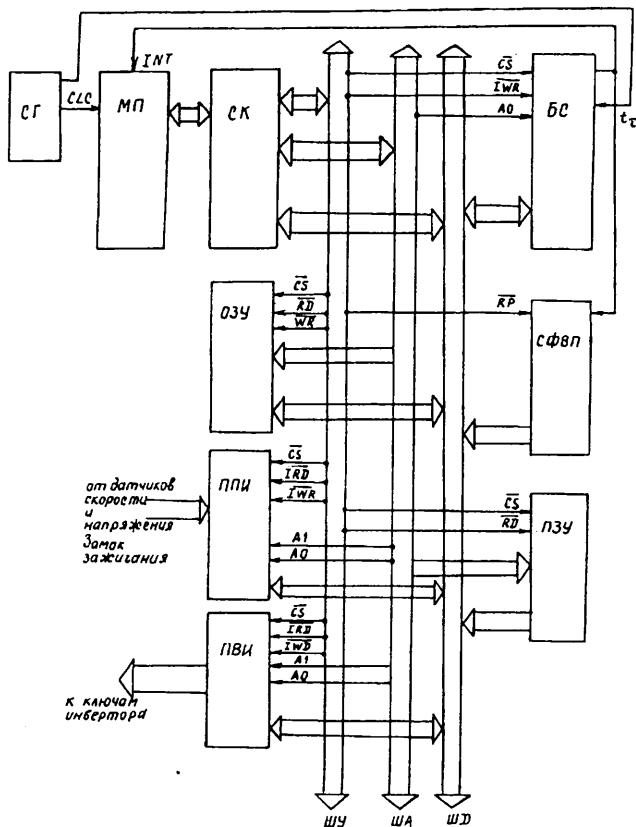
жим, когда скольжение изменяется скачком от нуля до заданной величины). Правда, закон регулирования специалисты приняли довольно простой: отношение амплитуды питающего напряжения к его частоте должно оставаться постоянным. Эта простота, как показывает анализ, тех, кто создает системы управления, устраивает. Но созданная "Дженерал моторс" система управления не позволяет использовать все возможности микропроцессоров. В частности, применяемый в ней для стабилизации выходного напряжения в режиме генератора пропорциональный регулятор может стать причиной неустойчивой работы самой системы регулирования. Если же функции приема, обработки информации и выдачи сигналов управления на ключи инвертора разделить между двумя процессорами, система заметно усложнится.

Перечисленных недостатков можно избежать, если применить микропроцессорную систему, структурная схема которой приведена на рисунке.

Основные ее узлы и назначение следующие.

Системный генератор (СГ) предназначен для формирования тактовых сигналов; микропроцессор (МП) вычисляет временные задержки и управляет ключами инвертора; системный контроллер (СК) формирует сигналы управления; оперативное запоминающее устройство (ОЗУ) хранит переменные и промежуточную информацию о состоянии асинхронной машины; постоянное запоминающее устройство (ПЗУ) содержит программу и таблицы функций управления; блок счетчиков (БС) и схема формирования вектора прерывания (СФВП) выполняют программный отсчет заданного времени, необходимого для формирования управляющих воздействий на ключи инвертора; блок-порт приема информации (ППИ) принимает сигналы датчиков скорости вращения вала стартер-





генератора, питающего напряжения, положения ключа в замке зажигания; блок-порт выдачи информации (ПВИ) выдает управляющие воздействия на ключи инвертора.

Главная задача рассматриваемой системы — выдача таких управляющих воздействий на ключи инвертора, чтобы амплитуда и частота напряжения на обмотках стартер-генератора машин соответствовали требуемым с точки зрения оптимального закона управления. Решается она иначе, чем в системе “Дженерал моторс”. Частота регулируется не за счет постоянства скольжения, а изменением длительности цикла переключения ключей инвертора, амплитуда — с помощью широтно-импульсного регулятора (ШИР). То есть система может изменять управляющие воздействия через некоторые промежутки времени, длительность которых задается программой. Поэтому задача регулирования частоты и амплитуды напряжения сформулирована именно с точки зрения длительности процессов.

Рассмотрим все это подробнее.

Длительность полного цикла регулирования равна, по определению, величине, обратной частоте питающего напряжения, т. е.  $T = 1/f$ . Тогда длительность  $T_{ш}$  периода моделирующих импульсов ШИР будет равна  $T/N$ , где  $N$  — число, показывающее, во сколько раз частота этих импульсов выше частоты питающего напряжения.

Далее. В связи с тем, что регулятор — широтно-импульсный, длительность  $T_{ш}$  состоит из двух частей ( $T_{ш1}$  и  $T_{ш2}$ ), зависящих от скважности моделирующих импульсов. Значит, длительность всего цикла можно

записать как произведение  $N \cdot (T_{ш1} + T_{ш2})$ . Отсюда следует: состояния ключей инвертора в течение цикла должны изменяться системой управления  $2N$  раз, причем длительности  $T_{ш1}$  и  $T_{ш2}$  — чередоваться.

Связь между частотой  $f$ , амплитудой  $A$  (в относительных единицах) питающего напряжения и длительностями  $T_{ш1}$  и  $T_{ш2}$  следующая:  $T_{ш1} = (1 + A)/2fN$ ;  $T_{ш2} = (1 - A)/2fN$ .

Доказано также, что время, в течение которого необходимо удерживать ключи инвертора в одном состоянии, полностью определяется требуемыми частотой и амплитудой питающего асинхронную машину напряжения. Но, чтобы инвертор работал, для переключения ключей необходимо время. Следовательно, между сменой состояния ключей нужен дополнительный цикл длительностью  $T_n$ , в течение которого на ключи той ветви инвертора, где происходит переключение, должны подаваться запирающие сигналы. Значит, каждую из длительностей  $T_{ш1}$  и  $T_{ш2}$  нужно уменьшить на величину  $T_n$ .

Требуемые для нормальной работы системы состояния ключей приведены в таблице. И если состояние ключа “включено” принять за “1”, а “выключено” за “0”, то получим 24 шестибитовых числа, которые система управления должна выдавать в ПВИ через моменты времени  $T_{ш1}$ ,  $T_{ш2}$  и  $T_n$ .

Таким образом, полный цикл будет составлять 24 такта, умноженные на  $N/6$ .

Необходимые длительности формируются БС, в который записываются шестнадцатиразрядные числа,

№ строк	Длительность цикла	Состояние ключей						Число повторений цикла
		K1	K2	K3	K4	K5	K6	
1	$T_{ш1}$	вкл	вык	вык	вык	вкл	вкл	N/6
2	$T_n$	вык	вык	вык	вык	вык	вык	
3	$T_{ш2}$	вык	вкл	вкл	вкл	вкл	вкл	
4	$T_n$	вык	вкл	вык	вык	вык	вык	
5	$T_{ш1}$	вкл	вкл	вык	вык	вык	вкл	N/6
6	$T_n$	вык	вык	вык	вык	вык	вык	
7	$T_{ш2}$	вык	вык	вкл	вкл	вкл	вык	
8	$T_n$	вык	вык	вкл	вык	вык	вык	
9	$T_{ш1}$	вкл	вкл	вкл	вык	вык	вык	N/6
10	$T_n$	вык	вык	вык	вык	вык	вык	
11	$T_{ш2}$	вык	вык	вык	вкл	вкл	вкл	
12	$T_n$	вык	вык	вык	вкл	вык	вык	
13	$T_{ш1}$	вык	вкл	вкл	вкл	вык	вык	N/6
14	$T_n$	вык	вык	вык	вык	вык	вык	
15	$T_{ш2}$	вкл	вык	вык	вык	вкл	вкл	
16	$T_n$	вык	вык	вык	вык	вкл	вык	
17	$T_{ш1}$	вык	вык	вкл	вкл	вкл	вык	N/6
18	$T_n$	вык	вык	вык	вык	вык	вык	
19	$T_{ш2}$	вкл	вкл	вык	вык	вык	вкл	
20	$T_n$	вык	вык	вык	вык	вык	вкл	
21	$T_{ш1}$	вык	вык	вык	вкл	вкл	вкл	N/6
22	$T_n$	вык	вык	вык	вык	вык	вык	
23	$T_{ш2}$	вкл	вкл	вкл	вык	вык	вык	
24	$T_n$	вкл	вык	вык	вык	вык	вык	

причем единицей измерения служит период  $t$  тактовых импульсов микропроцессорной системы.

Как сказано выше, микропроцессорной системе управления доступна информация о скорости вращения вала асинхронной машины и величине питающего напряжения на зажимах аккумуляторной батареи. На основании этой информации и определяются величины  $T_{ш1}$  и  $T_{ш2}$ . Но алгоритмы их определения для режимов стартера и генератора — разные.

Начнем с режима стартера.

В этом режиме система должна, во-первых, обеспечить крутящий момент, достаточный для пуска двигателя. Во-вторых, делать это в возможно более широком диапазоне уменьшения напряжения на зажимах аккумуляторной батареи. В-третьих, процесс раскрутки стартера вала (коленчатого вала двигателя) должен сопровождаться возможно меньшими затратами энергии батареи. В-четвертых, с минимально возможными затратами времени.

Первые два требования можно учесть на основании анализа механической характеристики асинхронного стартера, два вторых — на основании анализа динамики процесса пуска двигателя.

Таковы подходы. В результате их реализации удалось получить две функции (16- и 24-разрядную), описывающие закон регулирования стартер-генератора в рассматриваемом режиме. Причем функции достаточно сложные, значения которых при работе микропроцессорной системы в режиме реального времени нельзя вычислить непосредственно. Поэтому данные значения рассчитаны заранее и введены в ПЗУ.

В режиме генератора цель управления сводится к стабилизации напряжения при изменении скорости вращения вала стартер-генератора и величины нагрузки. Для непрерывных систем управления эта задача, в принципе, может быть решена с помощью любой из многих уже существующих систем автоматического регулирования. Однако при использовании микропроцессора в таких системах возникает проблема программной реализации регулятора напряжения. Правда, решается она проще, чем для режима стартера. Дело в том, что широтно-импульсный генератор на режиме генератора не используется. Значит, системе управления необходимо вычислять не несколько длительностей, как на режиме стартера, а лишь одну — время  $T_r$  между переключениями ключей инвертора. Фактически же — только поправку к времени между переключениями ключей инвертора, соответствующему идеальному холостому ходу стартер-генератора, которая зависит от изменений нагрузочного напряжения. Правда, здесь, как и в предыдущем случае, приходится учитывать немгновенность срабатывания ключей.

Состояние ключей инвертора в этом случае можно определить, воспользовавшись приведенной выше таблицей, считая, что  $T_r$  соответствует  $T_{ш1}$ , и исключая строки с номерами 2, 3, 6, 7, 10, 11, 14, 15, 18, 19, 22, 23.

При практическом определении состояния ключей таблицу следует разбить на две, в одной из которых будут храниться состояния ключей, соответ-

ствующие рабочему режиму, а в другой — режиму переключения. Тогда для определения следующего номера состояния в режиме с ШИР необходимо текущее значение увеличить на единицу, а в режиме без ШИР — на два.

Все сказанное оформлено в виде математических зависимостей, по которым можно построить программу управления микропроцессорной системой. Эта программа, если исходить из структуры системы, должна состоять из двух частей: основной программы и подпрограммы обработки прерывания.

В задачу основной программы входят: инициализация системы; определение момента запуска системы, режима работы асинхронной машины (генератор/стартер), режима ШИР, длительностей  $T_{ш1}$ ,  $T_{ш2}$ ,  $T_r$  для управления блоком счетчиков. Для определения и запоминания текущего режима программа использует:  $FST$  — флаг режима стартер/генератор (его значения могут быть 1/0 соответственно);  $FSH$  — флаг режима ШИР (1 — соответствует режиму с ШИР, 0 — без ШИР);  $FD$  — флаг готовности данных, служащий для того, чтобы в блок счетчиков загружались истинные значения длительностей. (Необходимость использования флага  $FD$  обусловлена следующим: прерывание основной программы может произойти в любой момент времени между выполнением команд, которые работают с байтами, но число, загружаемое в блок счетчиков, состоит из двух байтов, поэтому, если не принять никаких мер, возможна ситуация, когда в блок счетчиков будет загружено двухбайтовое число, отдельные байты которого принадлежат разным числам.)

Задача подпрограммы обработки прерывания — определение номера состояния ключей  $M$ , выдачи его на ключи инвертора, запись в блок счетчиков длительности текущего цикла и запуск блока счетчиков. Она использует следующие дополнительные флаги:  $FR$  — флаг режима ( $FR = 0$ , когда инвертор находится в основном режиме, и  $FR = 1$ , когда инвертор находится в режиме переключения);  $FSM$  — флаг модуляции ШИР ( $FSM = 0$ , когда требуется выдавать первую часть моделирующих импульсов ШИР,  $FSM = 2$ , когда требуется выдавать вторую часть моделирующих импульсов ШИР) и адресации величин  $T_{ш1}$  и  $T_{ш2}$ .

Разработанная система управления использует оптимальные законы управления, что позволяет обеспечить удовлетворительный пуск двигателя при значительном снижении напряжения аккумуляторной батареи, сократить затраты энергии на него, а в режиме генератора — обеспечить требуемую токоскоростную характеристику при минимуме потерь в асинхронной машине. Использование в системе управления микропроцессора открывает широкие возможности для корректировки технологического разброса параметров асинхронной машины, имеющих место при производстве. Причем делается это простым изменением таблиц, которое, в свою очередь, можно вносить для каждого конкретного асинхронного стартер-генератора на стадии приемочных испытаний.

## КОМБИНИРОВАННАЯ СИЛОВАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ЭЛЕКТРОМОБИЛЯ

Кандидаты техн. наук А. С. КОНДРАШКИН  
и Н. М. ФИЛЬКИН, В. Г. МЕЗРИН

АО "Ижмаш"

Работы по созданию экологически чистого автомобиля начаты давно и ведутся по различным направлениям. Одно из них — электромобили. Вместе с тем давно уже ясно, что электромобиль, так сказать, в чистом виде не может конкурировать с автомобилем, силовой установкой которого служит ДВС: он уступает по пробегу на одной "заправке". Напрашивается вывод: пока нет достаточно емких накопителей электрической энергии, целесообразно заняться созданием экологически чистого экономичного автомобиля — электромобиля с комбинированной энергосиловой установкой, состоящей из ДВС, электродвигателя и накопителя электрической энергии.

Крутящий момент от этой установки к ведущим колесам электромобиля конструктивно можно, в принципе, передавать различными способами. Но наибольшее предпочтение, если судить по опубликованным материалам, в настоящее время отдается последовательному соединению ДВС, электрогенератора, электродвигателя и ведущих колес. При этом в качестве накопителей энергии используются аккумуляторные батареи, на которые через генератор поступают избыток энергии ДВС и энергия электромобиля при торможении и замедлении движения. При необходимости энергия с накопителя может подаваться на электродвигатель.

Основное преимущество данной конструктивной схемы состоит в том, что ДВС работает в узком диапазоне нагрузок и частот коленчатого вала, т. е. оптимальном со всех точек зрения режиме. Однако при передаче всей энергии ДВС на ведущие колеса электромобиля происходит трех- или четырехкратное ее преобразование: одной части тепловой энергии двигателя — в электрическую, а затем в механическую; второй — в электрическую, потом в химическую, вновь в электрическую и, наконец, в механическую. Очевидно, что каждое такое преобразование сопровождается потерями энергии. Например, подсчитано, что при движении автомобиля "Иж-2126" в городском и магистральном ездовых циклах (ГОСТ 20306-85) средняя мощность, подводимая к его ведущим колесам, равна 4,26 кВт. Если автомобиль оснастить рассматриваемой конструктивной схемой и принять, что КПД генератора — 0,8—0,9, а зарядно-разрядного процесса — 0,65—0,75, то требуемая мощность ДВС на постоянном экономичном режиме работы даже без учета потери в электрической и механической частях трансмиссии повышается до 8 кВт, т. е. 88 %. Кроме того, надежность этой конструктивной схемы определяется надежностью электродвигателя: при выходе его из строя продолжать движение на электромобиле невозможно.

На наш взгляд, более интересна другая конструктивная схема комбинированной силовой установки, а именно состоящая из параллельно работающих ДВС и электродвигателя, который используется в двух режимах — электрогенератора или электродвигателя. При такой схеме электромобиль, в зависимости от конкретных условий, может приводиться в движение либо от ДВС, либо от электродвигателя, либо одновременно от ДВС и электродвигателя. Иными словами, данная конструктивная схема позволяет использовать достоинства каждого из типов двигателей комбинированной установки для компенсации недостатков двигателя другого типа. Так, ДВС на высоких частотах вращения коленчатого вала развивает мощности, обеспечивающие транспортному средству хорошей динамики его разгона. Электродвигатель же на малых частотах вращения вала развивает большие крутящие моменты. Поэтому, чтобы сократить время разгона электромобиля, мощность ДВС следует дополнять мощностью электродвигателя, получаемой от накопителя энергии, продолжать же движение с установившимися и близкими к ним скоростями (при малых ускорениях) — только на ДВС. В этом случае для получения хорошей динамики разгона отпадает необходимость многократного преобразования большей части энергии и представляется возможность использовать экономичные менее мощные и материалоемкие ДВС, электродвигатель и преобразователь электрической энергии. Кроме того, все это существенно улучшает не только приемистость, но и топливную экономичность транспортных средств, снижает токсичность отработавших газов и уровень шума, повышает надежность, долговечность агрегатов силовой установки.

Так что в отношении приоритетного выбора конструктивной схемы комбинированной энергоустановки сомнений нет. Дальше начинается обычная конструкторская работа — с расчета и обоснования основных мощностных параметров и характеристик ДВС и электродвигателя, входящих в комбинированную установку.

Исходные посылки здесь те же, что и в случае обычного автомобиля: заданные основные конструктивные параметры, характеристики проектируемого электромобиля, требования к его тягово-скоростным свойствам и экономичности использования энергии.

Все это очевидно. Однако методов таких расчета и обоснования нет, поэтому опытные комбинированные энергосиловые установки обычно создают методом проб и ошибок, перебирая различные сочетания серийных ДВС, электродвигателей и накопителей энергии. Это невыгодно как в теоретическом, так и практическом плане. Нужна специальная методика. Ее и попытались разработать на "Ижмаше".

Крутящий момент, создаваемый электродвигателем при увеличении частоты вращения вала, уменьшается. Поэтому на высоких частотах электродвигатель, как сказано выше, целесообразно отключать — прежде всего с целью экономии энергии накопителя. Значит, при расчете максимальной мощности ДВС

электромобиль должен рассматриваться, по существу, как автомобиль: в обоих случаях основной критерий — заданная максимальная скорость движения.

Для большей наглядности обоснования этой мощности рекомендуется строить, в виде графика или таблицы, расчетную зависимость мощности на ведущих колесах для проектируемого электромобиля гибридного типа от скорости его установившегося движения. Пример такой зависимости для автомобиля “Иж-2126” приведен в таблице. Из нее видно, что при максимальной скорости, равной 50 км/ч, и КПД трансмиссии, равном 0,9, максимальная мощность ДВС, применяемого в комбинированной энергосиловой установке, должна быть не меньше 3,63 кВт (4,93 л. с.), а при скорости 90 км/ч — 12,77 кВт (17,35 л. с.). С увеличением максимально возможной скорости потребляемая мощность, подводимая к ведущим колесам, быстро растет. Например, при ее увеличении с 90 до 120 км/ч, т. е. всего на 30 км/ч, мощность, подводимую к ведущим колесам, необходимо увеличить более чем в 2 раза.

По значению максимальной мощности и соответствующей ей частоте вращения коленчатого вала, рассчитанной по известной формуле из теории движения транспортных средств для заданных значений максимальной скорости движения, радиуса качения колеса и общего передаточного числа трансмиссии передачи, на которой достигается эта скорость, строится эмпирическая зависимость для всего диапазона частот вращения коленчатого вала ДВС — от минимально устойчивых до максимально возможных.

Электродвигатель при совместной работе с ДВС должен обеспечивать высокие динамические свойства проектируемому электромобилю гибридного типа. Поэтому основными критериями выбора мощностных показателей и характеристик электродвигателя должны быть показатели динамики разгона до заданных скоростей и на заданных участках пути разгона, значения преодолеваемых подъемов и др. Но он также должен при разгоне электромобиля обеспечивать и работу ДВС на экономичных режимах, что для большего числа вариантов нагрузок ДВС соответствует углам открытия дроссельной заслонки —80—90 %.

В начальной стадии проектирования в качестве внешней скоростной характеристики электродвигателя можно брать теоретическую зависимость крутящего момента от частоты вращения вала. Далее строится суммарная внешняя скоростная характеристика, получаемая на выходе комбинированной энергосиловой установки при одновременной работе ДВС и

электродвигателя. Для этой характеристики на ЭВМ моделируют тягово-скоростные свойства проектируемого электромобиля гибридного типа. Затем подсчитывают несколько вариантов внешней скоростной характеристики электродвигателя при фиксированной расчетной внешней характеристике ДВС. Это позволяет достаточно быстро выбрать и обосновать внешнюю скоростную характеристику электродвигателя, обеспечивающую приемлемые динамику разгона и тяговые свойства электромобилю, а также параметры трансмиссии (число ее ступеней, передаточные числа в коробке передач, передаточные числа редукторов).

Рассчитанные таким образом внешние скоростные характеристики ДВС и электродвигателя используют для формулирования технического задания на разработку этих двигателей, если в числе выпускаемых серийно нужных двигателей нет.

После разработки и выбора ДВС и электродвигателя проводят экспериментальные исследования, в ходе которых получают семейства скоростных и нагрузочных характеристик для ДВС, а также расчетно-экспериментальные исследования по управлению электродвигателем, в ходе которых получают семейство скоростных характеристик для него, которые используются затем для моделирования на ЭВМ тягово-скоростных свойств и показателей расходов топлива при эксплуатации электромобиля гибридного типа в городских условиях, на магистральных дорогах и при движении с установившимися скоростями. Цель моделирования — оптимизация параметров трансмиссии и управления работой электродвигателя и ДВС.

Рассмотренная методика реализуется с помощью программных средств, тоже разработанных на “Ижмаше”. На их основе уже создан макетный образец электромобиля гибридного типа на базе автомобиля “Иж-2126”. Его комбинированная энергосиловая установка состоит из двигателя ВАЗ-1111 номинальной мощностью 22 кВт (30 л. с.) и электродвигателя ПТ-125-12 с номинальным крутящим моментом, равным 49 Н · м (4,9 кгс · м).

Редуктор силовой установки, предназначенный для согласования частоты вращения выходного вала электродвигателя с частотой вращения коленчатого вала ДВС, имеет передаточное число, равное 1,4. В качестве накопителя энергии используется блок из восьми свинцово-кислотных аккумуляторных батарей типа БСТ-55. ДВС и электродвигатель связаны с ведущими колесами электромобиля через редуктор силовой установки, сцепление, коробку передач и редуктор заднего моста. Электродвигатель, кроме того, имеет электрическую связь с накопителем (через пускорегулирующую аппаратуру).

В настоящее время завод ведет экспериментальные и доводочные работы по оптимизации управления электродвигателем и повышению надежности используемых в конструкции электромобиля оригинальных узлов.

Скорость движения, км/ч	Необходимая мощность на ведущих колесах, кВт
30	1,51
50	3,37
70	6,53
90	11,49
110	18,77
130	28,88
150	42,35
170	59,68

## ШУМ ШИН: ПРОБЛЕМЫ, МЕТОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ

Т. В. ИВАНОВА, кандидаты техн. наук Ю. В. ГАЛЕВКО,  
Э. Н. НИКУЛЬНИКОВ и Б. М. ЕНУКИДЗЕ

НИЦИАМТ, НАМИ

В Европе, как известно, вводятся более жесткие нормы на внешний шум автотранспортных средств: 80 дБ для грузовых и 74 дБ для легковых автомобилей. Это, в принципе, реально достижимые нормы, но, чтобы их обеспечить, потребуются серьезная доработка акустических показателей конструкций автомобилей и особенно шин. Дело в том, что именно шины стали одним из главных источников шума даже при испытаниях по методике, регламентируемой теми нормативными документами (ISO 362, Правило № 51 ЕЭК ООН, SAE J1470), в которых скорость движения испытываемого транспортного средства не превышает 60 км/ч. При скорости же выше 80 км/ч шум шин очень часто превышает все остальные его источники. Поэтому совсем не случайно, что проблему снижения уровня шума пневматических шин страны Западной Европы, США и Японии уже включили в национальные программы технического развития.

Но проблема уменьшения шума, излучаемого при взаимодействии автомобильной шины с поверхностью дороги, требует прежде всего гармонизации самих методов его измерения и оценки. Статистика, например, показывает: разброс результатов измерения шума при разгоне на полном дросселе на различных испытательных треках Европы для легковых автомобилей составляет 4 дБ, для грузовых — до 3 дБ. Значит, методы должны учитывать характеристики дорожной поверхности. Это уже нашло свое отражение в проектах ISO и Правил ЕЭК ООН, которые представляют собой попытку нормирования параметров дорожного покрытия, влияющих на излучение шума.

Должны они учитывать и режимы нагружения шин, и скорости автомобиля, и число измерительных микрофонов, и места их расположения.

Для того, чтобы наметить направления поиска новых методов испытаний, рассмотрим методы существующие.

В настоящее время при всем разнообразии факторов, влияющих на результаты измерения шума шин, можно выделить три основные концепции в развитии стандартизированных испытаний: испытания в дорожных условиях полнокомплектного автомобиля (метод “наката”); испытания отдельной шины, смонтированной на специальном приспособлении в дорожных условиях (метод “трейлера”); испытание шины или автомобиля на стенде с беговыми барабанами (стендовый метод). И опыт свидетельствует: несмотря на существенные отличия этих методов, степень корреляции данных, получаемых с их помощью, достаточно большая.

При использовании метода “наката” шум измеряется во время движения автомобиля в режиме сво-

бодного замедления (с выключенным двигателем и отключенной коробкой передач). Микрофон-измеритель располагается в середине измерительного участка. Здесь возможны два варианта. Первый: расстояние от осевой линии движущегося автомобиля — 7,5 м, высота над поверхностью дорожного покрытия — 1,2 м. Второй: расстояние не более 0,5 м от вращающегося колеса.

Другие условия испытаний аналогичны принятым в Правилах ЕЭК ООН № 51.

Анализ измерений на автомобилях разных типов показывает, что метод в большинстве случаев позволяет получать достаточно стабильные результаты и непосредственно оценивать долю шума шин, вносимую в общий шум АТС.

В случае метода “трейлера” тележка с испытываемой шиной (или шинами) буксируется автомобилем на определенной скорости. При этом шину иногда закрывают специальным “колпаком” (передвижная акустическая камера), а микрофон устанавливают в ближнем поле шины. Если же “колпака” нет, то микрофон располагают по одному из вариантов метода “наката”.

В обоих рассмотренных методах “вопрос вопросов” — это выбор типа дорожной поверхности. И здесь, по всей видимости, придется узаконить два типа покрытия — “гладкое” и “грубое”. Такая необходимость очевидна: при движении по “гладкому” покрытию в шуме шин в большей степени проявляются высокочастотные составляющие, а при движении по “грубому” — низкочастотные.

При испытаниях стендовым методом шина с помощью испытательного барабана достаточно большого (не менее 1,5 м) диаметра вращается с постоянной скоростью, радиальная нагрузка (80 % от максимальной) создается специальным устройством. Но предусмотрен и второй вариант испытаний: на стенд устанавливается автомобиль, причем только ведомыми (чтобы избежать помех, вносимых трансмиссией) или только ведущими (с демонтированными полуосями) колесами. Колеса прокручиваются с определенной скоростью.

Стенд должен быть установлен в специальном помещении, внутренние поверхности которого облицованы звукопоглощающими панелями, обеспечивающими условия свободного звукового поля, а поверхность барабанов — обработана специальным “безопасным” покрытием, имеющим шероховатость, адекватную “гладкому” покрытию дороги. Необходимо иметь также сменное покрытие, соответствующее “грубому” покрытию дороги.

Микрофон может быть установлен как в дальнем, так и ближнем поле.

Основные параметры, влияющие на точность и достоверность результатов испытаний шин различными методами, приведены в таблице. Из нее следует, что результаты испытаний, получаемые при использовании методов “наката” и “трейлера”, зависят от погодных-климатических условий, стабильности характеристик дорожного полотна и влияния трансмиссии, т. е. ее типа. Кроме того, тот вариант мето-

Параметр	Метод "наката"		Метод "трейлера"			Стендовый метод			
	микрофон в дальнем поле	микрофон в ближнем поле	с "колпаком", микрофон в ближнем поле	без "колпака", микрофон в дальнем поле	без "колпака", микрофон в ближнем поле	без автомобиля, микрофон в ближнем поле	без автомобиля, микрофон в ближнем поле	с автомобилем, микрофон в дальнем поле	с автомобилем, микрофон в ближнем поле
Погодно-климатические условия:									
температура воздуха	A	B	B	A	B	C	C	C	C
осадки, ветер	A	A	B	A	A	C	C	C	C
Дорожное покрытие:									
затраты на поддержание качества	A	A	A	A	A	B	B	B	B
моделирование реального полотна	C	C	C	C	C	A	A	A	A
качество	B	B	B	B	B	C	C	C	C
Погрешности при измерении:									
влияние режима испытания (выдерживание режима)	A	A	B	B	B	C	C	C	C
влияние установки микрофона	B	A	A	B	A	C	C	C	C
влияние ближнего поля	C	B	A	C	B	C	B	C	B
Методические погрешности:									
влияние трансмиссии (КП и редукторов)	A	A	C	C	C	C	C	A/C*	A/C*
поддержание реальной нагрузки на колесо	C	C	B	B	B	B	B	C	C
моделирование реального автомобиля	C	C	A	A	A	A	A	C	C
влияние вспомогательных средств и устройств	C	C	A	B	A	B	A	C	C
влияние встречного потока (аэродинамический шум)	A	B	C	B	B	C	C	C	C
Безопасность испытаний	B	B	B	B	B	C	C	C	C
Оперативность при монтаже и демонтаже шин:									
для автомобилей одного класса	B	B	C	C	C	C	C	B	B
для автомобилей разных классов	B	B	A	A	A	B	B	C	C

Примечание. А — большое влияние (удовлетворительно); В — незначительное влияние (хорошо); С — не влияет (отлично); \* — при демонтированных полуосях.

да "трейлера", при котором применяется "колпак", довольно сложен: размеры "колпака" должны быть достаточно большими, чтобы создавался эффект свободного звукового поля; сложна и конструкция нагружающего устройства (его нужно размещать тоже под "колпаком"). Поэтому наиболее перспективен, на наш взгляд, стендовый метод: для него, если будут приняты два вида испытательного дорожного полотна, необходимо иметь лишь съёмные покрытия для беговых барабанов. Это подтверждается и опытом НИЦИАМТа.

Испытательная лаборатория НИЦИАМТа располагает стендом с беговыми барабанами, который размещен в специальной заглушенной камере размерами 15,4×12,4×5,6 м. Диаметр беговых барабанов —

2,54 м, их поверхность обработана специальным "безопасным" покрытием, имеющим шероховатость, адекватную "гладкому" покрытию дороги. Уровни собственного шума стенда в измерительных точках в исследуемом диапазоне скоростей не превышают 61 дБ. Акустические условия в камере близки к условиям открытой площадки: при удвоении расстояния от источника шума уровни звукового давления в диапазоне частот 100—10000 Гц снижаются более чем на 5 дБ.

На стенде исследовали шум шин легкового автомобиля среднего класса, автобуса полной массой до 3,5 т и грузового автомобиля полной массой 12 т (колеса на ведущем мосту сдвоены). Измеряли его в нескольких точках (рис. 1), причем как на ведущих, так и ведомых колесах. Расстояние  $h$  от микрофона до

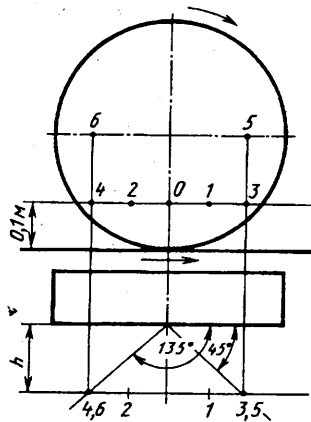


Рис. 1. Места расположения измерительных микрофонов относительно колес:

1, 2, 3, 4, 5 и 6 — точки установки микрофонов;  $h$  — расстояние от микрофона до колеса

колеса устанавливали исходя из международного опыта (0,2 м — для легковых автомобилей, 0,4 м — для грузовых автомобилей). Ось максимальной чувствительности микрофона была направлена перпендикулярно вертикальной плоскости колеса. Стенд работал в моторном режиме на постоянных скоростях. Давление в шинах устанавливали в “холодном” состоянии в соответствии с техническими условиями. Шину перед испытаниями прогревали в течение 30 мин. На рис. 2—5 представлены некоторые результаты измерений в точках 3(а) и 4(б), в том числе на рис. 2 и 3 — характерные спектры шума шин ведомых колес легковых и грузовых автомобилей на различных скоростях движения.

Особых комментариев рисунки, видимо, не требуют. Следует лишь отметить, что уровни шума у двоярных ведущих колес во всем скоростном диапазоне грузового автомобиля на 2—3 дБ выше, чем на одинарном колесе (рис. 4); с ростом скорости от 50 до 110 км/ч уровни шума для шин всех испытыва-

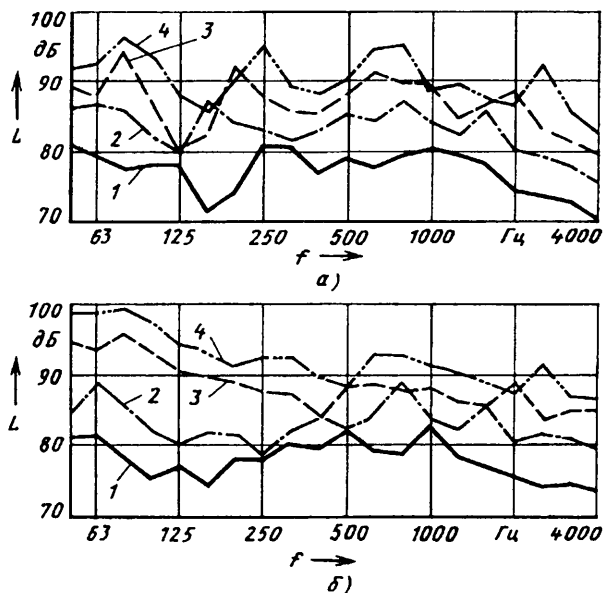


Рис. 2. Спектры шума шин легкового автомобиля на скоростях:

1 — 50 км/ч; 2 — 70 км/ч; 3 — 90 км/ч; 4 — 110 км/ч

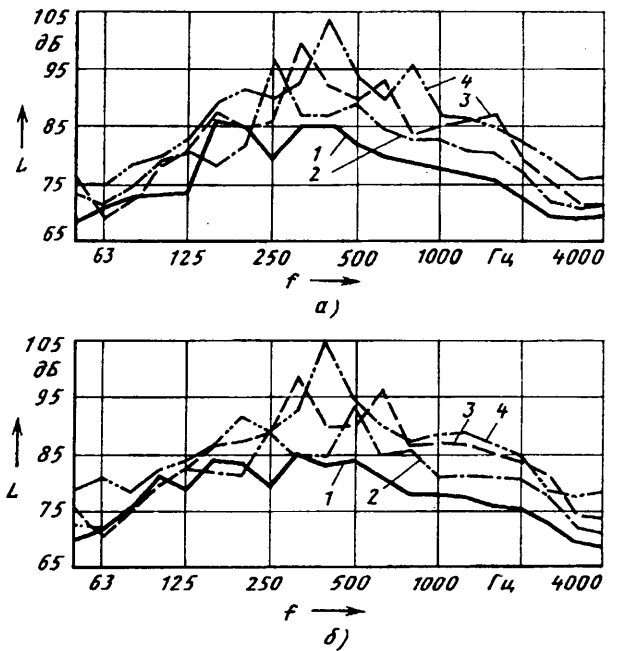


Рис. 3. Спектры шума шин грузового автомобиля на скоростях: 1 — 50 км/ч; 2 — 70 км/ч; 3 — 90 км/ч; 4 — 110 км/ч

емых автомобилей возрастают одинаково — на 12 дБ; разбалансировка колеса (рис. 5) проявляется главным образом в точках 0, 1, 3 и 5 и практически не сказывается в точках 2, 4 и 6; наблюдается и некоторое повышение уровней шума при перестановке ведомого колеса на место ведущего, что указывает на влияние редуктора; шум максимален в точке 4 (точка, которая по направлению вращения колеса расположена после пятна контакта).

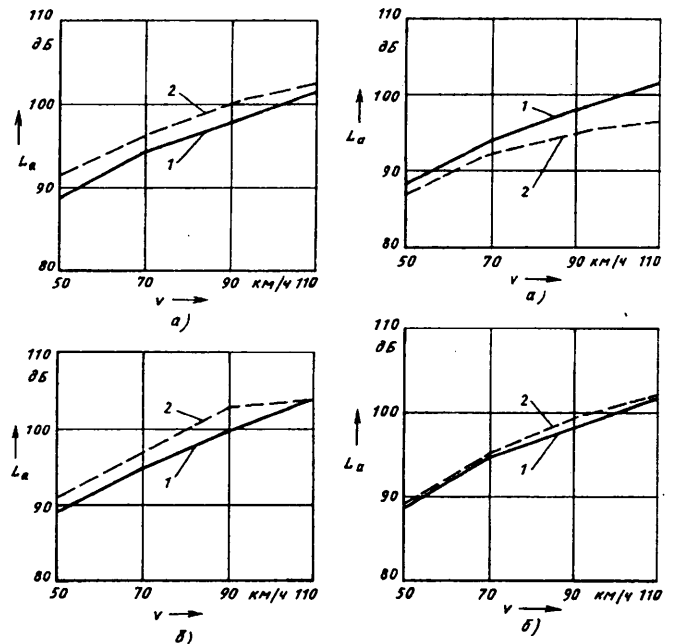


Рис. 4. Зависимость уровня шума шин грузового автомобиля от его скоростного режима: 1 — переднее колесо; 2 — заднее двоярное колесо

Рис. 5. Зависимость уровня шума шин легкового автомобиля от его скоростного режима: 1 — разбалансированное колесо; 2 — сбалансированное колесо

Таким образом, в ближайшее десятилетие можно ожидать общего повышения шума, производимого транспортом, причем в основном из-за возрастающего шума шин. Если, разумеется, не будут предприняты меры государственного регулирования. Технически шум от взаимодействия шины с дорожным покрытием — проблема разрешимая: за 20 лет его

можно снизить на 5—7 дБ. Для этого потребуется переходить на узкие шины, выполненные из мягкой резины; применять малозумные дорожные покрытия и т. п. Но такое возможно лишь при наличии государственной программы снижения внешнего шума АТС.

## НОВЫЕ ТЕПЛОБМЕННИКИ

*Всевозможные радиаторы-теплообменники традиционно выполняют из цветных металлов и сплавов (главным образом из латуни). Получаются они поэтому дорогими. Естественно, что и ученые, и практические работники заводов стараются найти замену этим дефицитным и ценным материалам. И сделать кое-что удается. Примеры тому публикуются ниже.*

УДК 621.62-714

### Радиаторы для автомобилей “ГАЗель”

М. Д. МАЦУЛЕВИЧ

ГАЗ

Радиаторное производство ГАЗа — самый крупный потребитель остродефицитных цветных металлов и сплавов. Но при переходе к рынку ситуация с медно-латунным прокатом резко обострилась. Традиционные поставщики цветного проката не имеют сырья, а заводы, выпускающие радиаторную продукцию, лишились поставок качественного проката. В этой ситуации проблема экономии медно-латунного проката приобрела для ГАЗа, можно сказать, сверхактуальное значение. И решать ее нужно не через простое, как это было раньше, снижение норм расхода цветных металлов путем оптимизации конструкций деталей и использования менее дорогостоящих материалов, а за счет разработки принципиально новых конструкций. Именно такое решение удалось реализовать применительно к радиаторам систем охлаждения двигателя и отопления кабины автомобиля ГАЗ-3302 (“ГАЗель”).

Конструкция радиатора системы охлаждения двигателя представляет собой однорядный остов из пластин, обладающих высокой эффективностью по теплоотдаче, и двух бачков, выполненных из полимерного материала, которые соединяются с остовом через опорные пластины методом завальцовки через уплотнительный упругий элемент. Качество и надежность соединения обеспечиваются стабильностью работы технологического оборудования, разработанного и изготовленного на АО “ГАЗ”, а также качеством изготовления бачков. И двойным контролем. Дело в том, что конструктивная особенность сопряжения бачков с опорными пластинами позволяет визуально проконтролировать и оценить надежность узла в сборе. Кроме того, надежность конструкции оценивается в ходе периодических стендовых испытаний непосредственно в производстве.

Новый радиатор отопления кабины — это полносборная конструкция из алюминия, а не из меди и латуни, как ранее выпускаемые радиаторы. И его трубный пакет, и полнокомплектный радиатор собирают на высокомеханизированном комплексе технологического оборудования, изготовленного фирмой “Джефит” (Италия), специализирующейся на изготовлении сборочных поточных линий.

Следует отметить, что новое поколение теплообменников не только решает технико-экономические проблемы на АО “ГАЗ”, но и глубоко затрагивает (в положительном плане) экологические проблемы, связанные с загрязнением окружающей среды, и проблемы охраны труда работников. Так, в производстве радиаторов отопления сборной конструкции полностью исключены рабочие места с вредными условиями труда паяльщиков, а в производстве однорядных радиаторов охлаждения двигателя рабочие места паяльщиков сокращены более чем наполовину.

Разработки конструкторов, инженеров-исследователей и технологов в области нового поколения радиаторов нашли свое решение и будут использованы на автомобиле ГАЗ-31029 и на перспективных моделях легковых автомобилей. Это и большой задел на будущее при отработке конструкций радиаторов применительно к грузовым автомобилям. Правда, есть небольшие проблемы, связанные с защитой от коррозии деталей из алюминия, но они решаются.

Новые конструкции требуют и новых, с более высокими техническими характеристиками, материалов, с тем чтобы обеспечить надежность радиатора в условиях эксплуатации. И здесь многое зависит от заводов-поставщиков материалов, поэтому отрабатываются новые технические условия на поставки.

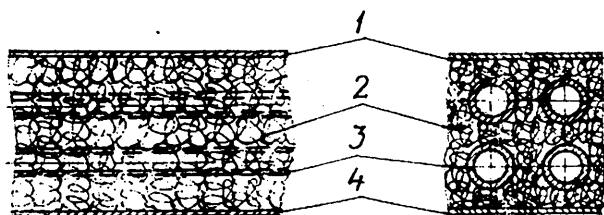
Таким образом, выпуск высококачественных автомобильных теплообменников облегченных конструкций, обеспечивающих их надежность в условиях эксплуатации, на автомобилях АО “ГАЗ” — уже реальность.



## Теплообменный элемент из отходов

Канд. техн. наук В. Б. ЧЕРКУНОВ, Н. А. ЧЕХАЛОВА,  
Б. В. ЧЕРКУНОВ

В автомобилях, как известно, широко применяются различные теплообменные элементы. Например, в глушителях, радиаторах и т. д. Выполняют их, как правило, из дорогостоящих металлов — тонколистового проката по сложной технологии, отличающейся высокой трудоемкостью. И тем не менее большинство известных тепловых элементов не обеспечивают нужных выходных характеристик, поскольку обладают недостаточной теплообменной поверхностью. Рассматриваемый ниже элемент лишен этого недостатка. Выполнен он (см. рисунок) из спрессованной сливной стружки 2, которая заключена в сетку (решетку) 1 и 4. Внутри образованного таким образом блока пропущены трубки 3. В полости стружек перед прессованием закладывается наполнитель, способный поглощать загрязнения, в том числе токсичные. Слои и отдельные стружки могут быть соединены, для придания им жесткости, металлическими стержнями.



В спрессованной сливной стружке образуется множество контактов, а ее поверхность оказывается весьма развитой, способствующей эффективному теплообмену и рассеиванию теплоты. Кроме того, поверхность стружки шероховатая, и неровности действуют подобно микроребрам, повышая интен-

сифицирует теплообмен и наполнитель.

Спрессованная стружка выполняет и еще одну роль — роль гасителя вибраций потока.

Стружка, применяемая в конструкции рассматриваемого теплообменного элемента, соответствует требованиям ГОСТ 2787—86. Она может быть чугунной (в виде мелкой крошки, кусочков и т. п.), стальной (в виде витков, мелкого и среднего вьюна, саблеобразная и др.), алюминиевой (витки, мелкий вьюн), никелевой, медной, титановой, латунной, бронзовой, дюралюминиевой (мелкая крошка, крупинки, пыль). Если в нее добавить отходы лантанидов и редкоземельных элементов, то ее способность поглощать экологически грязную среду резко возрастает. Цветная стружка, добавленная в черную, уменьшает морщину и чрезмерную деформацию последней, повышает ее теплообменные качества, в частности, и за счет регулирования направлений теплового потока. Благодаря своего рода зигзаго-спирально-линейно-пластинчатой структуре спрессованной стружки и тому, что ее элементы связаны между собой множеством контактов, увеличиваются теплообменные свойства элемента и его акустическая эффективность.

Сырьевая база для изготовления таких теплообменных элементов огромна, так как при изготовлении деталей резанием в стружку уходит более 15 % массы заготовок. Себестоимость же изготовления элементов гораздо меньше себестоимости элементов традиционных. А так как конструкция получается, по существу, модульной, то появляется возможность сократить число выпускаемых типоразмеров теплообменников. При необходимости в конструкцию может быть введен и неметаллический материал (жидкая резина, битумная смесь, смола и др.), что расширяет сферу применения теплообменников такого типа. Первая очередь использования — радиаторы и глушители шума двигателей АТС.

## УСТОЙЧИВОСТЬ ОДНОКОЛЕЙНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Канд. техн. наук В. Г. НЕКРАСОВ

НЕТРОЭН, г. Алма-Ата

Одноколейные моторные транспортные средства (мопеды, мотороллеры, мотоциклы) отличаются предельной простотой конструкции. Это, по сути, рама с седлом, двигателем и колесами, переднее из которых — поворотное. Они практически не защищают водителя от погодных условий, не обеспечивают его безопасность, поэтому почти вытеснены автомобилями. И остаются только как атрибут спорта, развлечения и молодежное средство передвижения в сельской местности. В силу этого их нельзя исключать из рас-

смотрения, особенно с точки зрения устойчивости, с которой чаще всего связаны ДТП.

Устойчивость мотоцикла зависит от равновесия сил плоскости, перпендикулярной траектории его движения. При прямолинейном движении и вертикальном положении мотоцикла такая сила одна. Это сила тяжести системы «мотоцикл-человек». Приложена она к центру ее масс и направлена вертикально вниз. Проекция силы на горизонтальную поверхность равна нулю, значит, и момента относительно линии, проходящей через точки соприкосновения колеса и поверхности дороги, она не создает. Однако реально возникают случаи, когда вектор силы тяжести не проходит через траекторию движения. В этом случае появляется опрокидывающий момент. Водитель нейтрализует его одним из двух способов: либо отклоняется в сторону, противоположную опрокидывающему моменту, либо поворачивает руль в сторону

наклона мотоцикла. Это означает, что в первом случае водитель создает противомомент за счет смещения центра массы своего тела, а во втором — использует для этого гироскопический момент переднего поворотного колеса.

Последнее обстоятельство — очень важное с точки зрения повышения устойчивости одноколесных транспортных средств, поэтому рассмотрим его подробнее.

Вращающееся колесо — это, по существу, маховик. Но из теории известно: если ось маховика наклонить с какой-то скоростью, то возникает момент, поворачивающий эту ось в плоскости, перпендикулярной плоскости вынужденного возмущения и отстающей от нее по направлению вращения на  $90^\circ$ . Поэтому, если при крене мотоцикла, например, вправо водитель повернет рулевое колесо также вправо, в момент поворота, когда угол поворота рулевого колеса изменится, возникает гироскопический момент, восстанавливающий устойчивость. Но в связи с тем, что угловая скорость поворота оси маховика (руля) — величина конечная, операция поворота колеса занимает определенное время, за которое траектория движения мотоцикла отклоняется от исходной. Чтобы ее восстановить, водитель выполняет обратную операцию. Но выполняет медленно, поэтому гироскопического момента не возникает.

Для поддержания устойчивости при движении прямо этих операций обычно достаточно. Но траектория движения, как видим, превращается в полосу движения, в которой водитель непрерывно маневрирует, поддерживая устойчивость.

При движении по криволинейной траектории схема действия сил усложняется: в действие вступают центробежная сила и гироскопический момент заднего колеса. Первая прямо пропорциональна массе системы, квадрату окружной скорости и обратно пропорциональна радиусу поворота. Она создает момент, противоположный наклону мотоцикла. Гироскопический момент перехода от прямолинейного движения к движению по дуговой траектории возникает только за счет поворота переднего колеса. Но при входе мотоцикла на дуговую траекторию начинает поворачиваться и заднее колесо вместе с рамой мотоцикла. Возникает второй гироскопический момент — от заднего колеса, который действует в ту же сторону, что и от переднего колеса, т. е. в сторону, противоположную повороту.

Таким образом, исходную траекторию движения стремятся восстановить три момента — от центробежной силы и гироскопические моменты обоих колес. Причем все они создаются системой “человек-машина”, управляет которой человек: он наклоняет мотоцикл в сторону поворота, добивается устойчивости за счет скорости, обеспечивая равенство опрокидывающего момента от силы тяжести системы и суммы момента от центробежной силы и гироскопических моментов колес.

Возникают здесь и дополнительные обстоятельства, которые нельзя не учитывать. И состоят они в следующем.

Во время наклона мотоцикла вступают в действие гироскопические моменты колес, которые возникают за счет поворота осей колес в плоскости, перпендикулярной траектории движения. При этом момент переднего колеса стремится увеличить угол его поворота, а момент заднего колеса, которое жестко закреплено относительно рамы, стремится развернуть мотоцикл в сторону крена. (Это хорошо наблюдается при движении мотоцикла по скользкой дороге: заднее колесо заносит в сторону, противоположную повороту, а потерявший устойчивость (упавший) мотоциклист скользит в направлении, соответствующем повороту.)

Действие всех трех составляющих (гироскопический момент переднего колеса при повороте в горизонтальной плоскости, гироскопические моменты обоих колес при наклоне мотоцикла, центробежная сила) оказывает максимальное воздействие на мотоцикл в экстремальных условиях — при движении с большой скоростью на крутых поворотах (например, в спидвее — гонках по льду или гравийной дорожке). В этом случае при входе в поворот водитель, чтобы противодействовать центробежной силе, резко, почти до положения “лежа”, наклоняет тело, следовательно, и мотоцикл в сторону поворота. Поэтому эффект от поддержания устойчивости за счет центробежной силы небольшой (плечо невелико). Устойчивость обеспечивается гироскопическим моментом колес за счет большой скорости изменения угла их поворота в горизонтальной плоскости. Более того, сама эта скорость почти не зависит от положения переднего колеса: при большом наклоне мотоцикла это колесо сцепляется с дорогой боковой поверхностью, поэтому эффект от поворота здесь незначителен, и во время гонок часто можно наблюдать, что на крутых виражах оно оказывается повернутым в сторону, противоположную повороту.

При выходе из поворота, когда радиус траектории увеличивается, а центробежная сила уменьшается, поставить мотоцикл вертикально тоже могут только гироскопические моменты колес, возникающие при изменении угла поворота. При этом водителю важно уловить момент, когда мотоцикл еще перемещается по дуге, пусть даже с увеличением ее радиуса, но можно увеличить скорость движения. (Кстати, часто гироскопический момент для выхода из наклонного положения обеспечивают за счет пробуксовки заднего колеса, т. е. увеличения скорости его вращения, а значит, и гироскопического момента.)

При восстановлении вертикального положения мотоцикла возникает гироскопический момент в горизонтальной плоскости, направленный в сторону, противоположную повороту, т. е. способствующий выходу на прямолинейный участок траектории.

В мотоспорте многие из этих эффектов истолковывают эмпирически, на основе собственного опыта. Не исключая мастерство и опыт как фактор достижения высоких результатов в мотоспорте, следует отметить, что все эффекты в области устойчивости одноколейного транспорта и его маневренности имеют

свое физическое толкование, и можно только сожалеть, что даже в специальной литературе нет соответствующего разъяснения, в частности, эффект гироскопа даже не упоминается. Это, естественно, сужает диапазон возможностей и спортсменов, и разработчиков мототранспортных средств. Многие из них даже не подозревают, что на устойчивость мотоцикла оказывают влияние гироскопические моменты не только колес, но и деталей двигателя и трансмиссии: коленчатого вала, маховика, сцепления. Например, у тяжелых мотоциклов “Хонда” и “Харлей Дэвидсон” коленчатый вал располагается поперечно, поэтому он создает гироскопический момент, аналогичный моментам колес; у мотоциклов BMW, “Урал” и “Днепр” — наоборот, продольно, поэтому при повороте его гироскопический момент увеличивает нагрузку на переднее колесо, улучшая сцепление с дорогой. У ряда моделей одноколейных мотосредств гироскопические моменты разных деталей взаимно компенсируются.

Сказанное выше доказывает, что устойчивость мотоцикла зависит от баланса сил, которыми управляет водитель. Причем управляющие воздействия зачастую очень малы и доведены до автоматизма. И все же, повторяем, в системе “машина—человек” функции стабилизации устойчивости выполняет человек, а это далеко не идеальный вариант управления. Доказательство тому — многочисленные ДТП с одним и тем же заключением: водитель не справился с управлением.

Второй недостаток системы стабилизации устойчивости на мотоцикле заключается в том, что роль гироскопов-стабилизаторов выполняют колеса, частота вращения которых (следовательно, и величина гироскопического момента) зависит от линейной скорости движения. В результате при небольших скоростях движения возможность стабилизировать устойчивость снижается, что заставляет вносить большие возмущения на поворот колеса, превращая траекторию движения от близкой к прямой в “виляющую”.

Именно эти недостатки мотоциклетной схемы ограничивают возможности трансформации мотоцикла в более комфортабельное (с кузовом для защиты от дождя и ветра) и безопасное транспортное средство. Хотя некоторые попытки в этой области делались. Так, мотоциклы НСУ конструкции Г. А. Баумана, предназначенные для рекордных заездов, имели низкие обтекаемые кузова с низкой же посадкой водителя. В Чехословакии в 1980 г. был выпущен “Квазар” — мотоцикл с кресельной посадкой водителя и полукрытым кузовом, т. е. с ветровым стеклом, крышей и задней стенкой (правда, с открытыми боковыми проемами). В настоящее время в Германии выпускается “экомобиль” — экипаж мотоциклетного типа с полностью закрытым кузовом и кресельной посадкой водителя. Однако все это не более чем попытки, существенно не решающие проблемы. В данном смысле более интересен эпизод, относящийся к 1912 г. Англичанин Бренан сконструировал и продемонстрировал на проходившей в Лондоне англо-

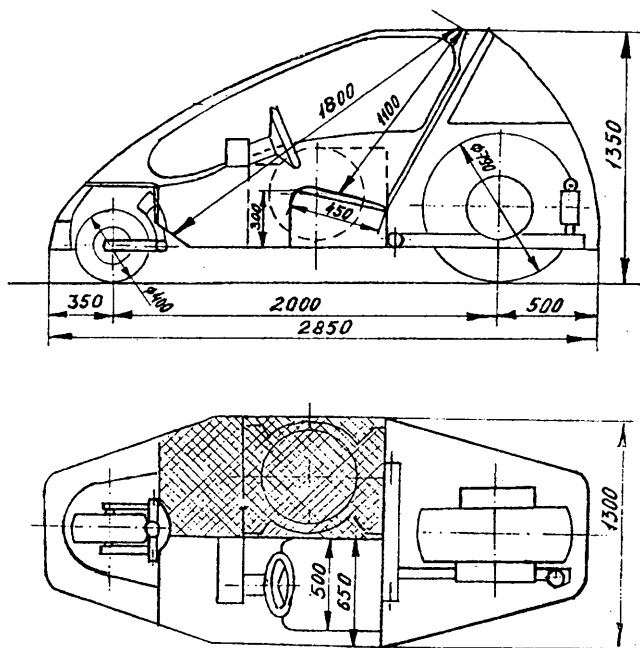
японской выставке однорельсовый вагон на 40 пассажиров. Зная, что устойчивость такой конструкции зависит от скорости вращения колес, на особенно опасных малых скоростях он обеспечил устойчивость с помощью специального стабилизатора-маховика с горизонтальной осью, закрепленного на поворотной раме. Маховик вращался в ту же сторону, что и колеса. В случае крена вагона водитель вручную поворачивал раму, восстанавливая тем самым устойчивость.

Разделение функции колеса и стабилизатора устойчивости — это уже шаг вперед. Но на таком транспортном средстве влияние поворота платформы на устойчивость остается, хотя на рельсовом транспорте, где радиусы поворота траектории движения большие, оно малозаметно. Поэтому поиски решений в области устойчивости одноколейных транспортных средств продолжались.

Так, в 1924 г. П. П. Шиловский создал и показал на выставке в Лондоне двухколесный четырехместный автомобиль, на котором в качестве средства, исключая влияние маневренности на устойчивость, был применен маховик с вертикальной осью вращения. Маховик, как и в предыдущем случае, крепился на раме, позволявшей наклонять его ось вперед и назад, создавая тем самым гироскопический момент, обеспечивающий устойчивость автомобиля. Но рама на машине П. П. Шиловского управлялась уже автоматически, по сигналу датчика крена.

По этому же пути пошла спустя 53 года и американская фирма “Форд”: в 1967 г. она испытала одноколейный двухколесный автомобиль “Гирон”, на котором в качестве стабилизатора устойчивости был использован маховик диаметром 60 см, вращающийся со скоростью 6000 мин<sup>-1</sup>.

Как видим, вопрос устойчивости одноколейных экипажей решался, но при помощи автономного, не входящего в конструкцию двигателя узла. Это усложняло автомобиль, что, по-видимому, и послужило причиной отказа от данного направления работ. Сейчас положение меняется: маховики все чаще применяются в рекуператорах энергии торможения, становятся (в крайнем случае, на уровне опытно-конструкторских работ) одним из элементов трансмиссии АТС. Не обойтись без маховиков и в гибридных (комбинированных) силовых установках. Наконец, изучается возможность создания гиромобилей, т. е. транспортных средств, в которых маховиковый аккумулятор служит единственным источником энергии для их движения. Правда, во всех перечисленных случаях гироскопические моменты от маховиков стараются уменьшить или даже свести к нулю. (Характерные примеры — двухвальные воздушно-турбореактивные авиационные двигатели и автомобильные газовые турбины, выполненные по двухвальной схеме, где роторы компрессора и турбин за счет высоких частот вращения обладают значительными гироскопическими моментами, вращаются в противоположных направлениях.) Но с рассматриваемой нами точки зрения интересно другое. То, что



маховик с высокой энергоемкостью уже начинают включать в состав силового агрегата, обеспечивающего движение автомобиля. Это приводит к идее использования данного маховика для стабилизации устойчивости автомобиля с одноколейной ходовой частью.

Впервые такую идею высказал в 1980 г. Н. В. Гулиа: «Не исключена возможность, что маховичные автомобили в будущем будут выполняться именно двухколесными, что значительно удешевит конструкцию. Двухколесный экипаж меньше тратит энергии на свое перемещение, он гораздо маневреннее, что очень важно в условиях современного города. К тому же основной аккумулятор — двигатель можно использовать и как маховик-стабилизатор». В наземных транспортных средствах идея пока не реализуется. Но в космонавтике она уже используется: маховиковые системы применяют в спутниках связи как для стабилизации их положения в пространстве, так и в качестве аккумулятора энергии для питания систем во время движения на не освещенных Солнцем участках орбиты.

Прорабатывался и газотурбинный двигатель с инерционным аккумулятором энергии — маховиком диаметром 450—480 мм, выполненным из композитных материалов. Установлено следующее.

Для того чтобы маховик не сказывался отрицательно на устойчивости автомобиля с традиционным четырехколесным шасси, его нужно подвешивать с двумя степенями свободы. Но если на этом агрегате выполнить механизм привода наклона маховика вперед и назад, а также оснастить автомобиль датчиком крена, то АТС может быть вообще двухколесным (одноколейным).

Все это подтверждено расчетами.

Так, если маховик диаметром 450—480 мм выполнить из композита на основе стекловолна, то его

масса составит 30 кг. Если, далее, скорость вращения маховика составит 50—30 тыс. мин<sup>-1</sup>, а исполнительный механизм стабилизации настроить на скорость наклона оси маховика, равную 1 с<sup>-1</sup>, то стабилизирующий момент составит 632,5—379,5 Н · м (63,25—37,95 кгс · м). (Для сравнения: у американского «Гирона» маховик был выполнен в виде диска диаметром 600 мм из стали толщиной 50 мм и вращался с частотой 6000 мин<sup>-1</sup>, обеспечивая стабилизирующий момент, равный 600 Н · м, или 60 кгс · м.) Этот момент создает силу, противодействующую опрокидыванию автомобиля. Ее величина, если предположить, что она направлена горизонтально и прикладывается к середине боковой стенки автомобиля (т. е. на высоте 700 мм от земли, поскольку средняя высота легкового автомобиля равна 1400 мм), составляет 540—900 Н (54—90 кгс). Если эту силу сравнить с силой, необходимой для опрокидывания такого четырехколесного автомобиля, как, например, ЗАЗ-1102 (снаряженная масса — 710 кг, масса водителя — 80 кг, высота — 1410 мм, колея — 1314 мм), легко подсчитать, что сила, создающая необходимый для опрокидывания момент, равна 7,36 кН (736 кгс).

Таким образом, рассмотренный высокоскоростной инерционный аккумулятор энергии создает стабилизирующую силу, равную 7—12 % от силы опрокидывающей. Но ведь это, по существу, статический расчет, характеризующий пассивную устойчивость обычного четырехколесного автомобиля. Есть и более важная — активная устойчивость. Она проявляется сразу же после (и даже в момент) появления хотя бы незначительного крена. И сила, создаваемая гироскопическим моментом маховика, оказывается фактором, не допускающим дальнейшего увеличения крена и возрастания опрокидывающего момента за счет увеличения плеча действия опрокидывающей силы. Для одноколейного автомобиля той же массы, что и ЗАЗ-1102, при стабилизирующем моменте, равном 540 Н · м (54 кгс · м), максимальный полностью парируемый крен (угол отклонения вертикальной оси от абсолютной вертикали) составляет 0,5°. Практический опыт — автомобиль Шиловского и американский «Гирон» — свидетельствует: система активной стабилизации с автоматическим управлением может отслеживать это и обеспечивает устойчивость. Кроме того, активная стабилизация привлекает еще и тем, что ее можно задавать, меняя скорость отработки угла наклона оси маховика.

Вывод: разработка одноколейного автомобиля с активной стабилизацией устойчивости на основе инерционного аккумулятора энергии — дело вполне реальное. Одна из первых эскизных проработок такого одноместного автомобиля приведена на рисунке.

# СТАБИЛИЗАЦИЯ ДАВЛЕНИЯ НА ВХОДЕ ТНВД ДИЗЕЛЕЙ

*Двигатель — сердце автомобиля. От его работы зависят качество и надежность выполняемой автомобилем работы транспортной. В то же время двигатель — объект многофакторный, т. е. на его работу влияет многое. И задача специалистов — оптимизировать как можно большее число факторов. В том числе тех, которыми еще в недавнем прошлом, в общем, никто не занимался.*

*Об одном из них — подавливании на входе в ТНВД рассказывают предлагаемые вниманию читателей статьи.*

УДК 621.436

## Расчет топливоподачи

В. М. БАСУРОВ, А. Ю. АБАЛЯЕВ

Владимирский ГТУ

Система топливоподачи низкого давления дизеля часто рассматривается как объект, не оказывающий значительного влияния на впрыскивание топлива. Объясняют это относительно небольшой, по сравнению с давлением перед форсункой, его величиной. Кроме того, топливо и в системе низкого давления рассматривается как однофазная субстанция, плотность которой постоянна. Отсюда и допущение, что давление топлива перед ТНВД есть величина постоянная, равная некоторому среднему за весь цикл впрыскивания.

Однако многочисленные эксперименты, проведенные на различных системах низкого давления, показали: наличие колебательного процесса в системах подкачки может привести (и приводит) к разрыву сплошности потока топлива и образованию паровоздушной фазы, т. е. явлению, при котором скорость растворения пузырьков, выделяющихся из топлива, значительно меньше скорости их образования. (Например, установлено: если в дизельном топливе растворено 10—12 % воздуха, то следует уже говорить не о топливе, а о топливовоздушной смеси.)

Вместе с тем известно, что количество воздуха в жидкости (в общем случае — газа) зависит от давления, под которым находится эта жидкость. Как ведет себя в этом смысле дизельное топливо в линии между подкачивающим насосом и насосом высокого давления, экспериментально проверили во Владимирском ГТУ. При этом оказалось, что при давлении подкачки, равном 0,25 МПа (2,5 кгс/см<sup>2</sup>), содержание воздуха в топливе равно 0,04 %. Кроме того, расчеты показали, что при снижении этого давления до 0,12 МПа (1,2 кгс/см<sup>2</sup>) коэффициент сжимаемости топлива возрастает на 0,40 %, а скорость распространения звука в нем снижается с 1406,06 до 1404,05 м/с, т. е. на 2,01 м/с.

Результаты исследований позволили построить расчетную модель системы топливоподачи низкого давления, учитывающую не только колебательные явления, потери давления за счет гидравлических сопротивлений всех элементов трассы, инерционного напора на всасывающем и нагнетательном участках, но и воздушную составляющую топлива. Создана и универсальная программа расчета, позволяющая считать систему топливоподачи низкого давления

при использовании в качестве топлива не только дизельное, но и более легкое (в формулах заложены плотность, коэффициент сжимаемости и скорость звука в топливовоздушной составляющей).

Программа реализована на ПЭВМ IBM PC/AT и совместимых с ней средствах вычислительной техники. Выбранный язык программирования (C++) делает последующую модификацию программы делом достаточно легким и позволяет встроить ее в математическую модель расчета всей системы топливоподачи и расчета рабочего процесса дизеля.

Алгоритм расчета системы топливоподачи низкого давления несложен. Он включает 18 шагов. Шаг 1 — ввод исходных данных; на шаге 2 рассчитываются расход топлива через систему, средняя скорость его движения и число Рейнольдса при движении топлива по трубопроводу, а также скорость и число Рейнольдса в приемном канале и отверстиях втулки подкачивающего насоса. Отдельными блоками рассчитываются плотность топливовоздушной смеси (шаг 3), коэффициент ее сжимаемости (шаг 7), скорость звука (шаг 8). Расчет потерь давления на преодоление гидравлических сопротивлений в топливopровode, увеличение скоростной энергии потока и на преодоление местных сопротивлений выполняется на шаге 4. Шаг 5 предназначен для расчета потерь давления в фильтре, а для определения суммарных потерь давления без учета инерционного давления — шаг 6. Для расчета инерционного напора (шаг 15) предварительно рассчитываются угловая скорость, скорость звука в наполнительных отверстиях втулки насоса и волновые числа (шаг 9); суммарный объем штуцера клапана подкачивающего насоса с его объемами определяется на шаге 11, а отдельных элементов определителя — на шагах 10, 12, 13 и 14. Максимальную потерю напора дает шаг 16, а минимальное давление у подкачивающего насоса — 17. Шаг 18 — вывод результатов расчета.

По желанию пользователя результаты расчета любой величины можно просмотреть на любом из этапов. Сравнивая полученные значения минимального давления у подкачивающего насоса с давлением насыщенных паров топлива, можно определить, будут ли разрывы сплошности потока топлива при данных параметрах системы, и, следовательно, принять меры по исключению этих разрывов.

## Стабилизаторы давления подкачки

Кандидаты техн. наук А. Э. ЮРЦ и С. Г. ДРАГОМИРОВ

Владимирский ГТУ

Для точного дозирования подачи топлива на всех режимах работы дизеля необходимо, чтобы перепад давления между распылителем форсунки и зоной впрыскивания был постоянным. Это обеспечивается согласованием характеристик основных элементов гидравлического тракта (подкачивающего электронасоса стабилизатора давления, форсунки), а также обоснованным выбором их конструкции и основных параметров.

В современных системах впрыска топлива предпочтение отдается подкачивающим насосам с резиноканевой мембраной и плоским клапаном (запирающим элементом): они отличаются простотой конструкции, достаточно высокой точностью стабилизации давления в широких пределах изменения расхода топлива, отработанностью технологии изготовления. Однако работа таких стабилизаторов во многом определяется гидравлическими режимами работы системы впрыска. Так, стабильность поддержания заданного давления подкачки при изменении расхода топлива через электромагнитную форсунку существенно зависит от величины подъема (хода) клапана: при определенном его подъеме, называемом критическим, клапан уже не изменяет проходное сечение сливного канала, а следовательно, не регулирует давление подкачки в системе, несмотря на то, что мембрана насоса может перемещаться. Кроме того, установлено, что чем больше рабочий подъем клапана, тем ниже точность стабилизации давления подкачки при переменных расходах. Это, в частности, хорошо видно из рис. 1, на котором приведены зависимости между подъемом  $h$  плоского клапана, текущим значением расхода топлива  $Q$  и стабилизированным давлением подкачки  $P_{ст}$  при диаметре сливного канала 6 мм. Действительно, чем больше ход клапана при одном и том же текущем расходе топлива, тем меньшим оказывается стабилизированное давление. И наоборот, при одном и том же подъеме клапана стабилизированное давление тем больше, чем больше расход топлива.

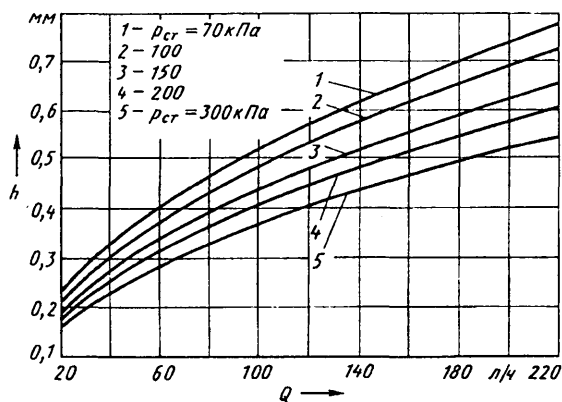


Рис. 1

Установлено также, что стабилизатор с плоским клапаном при расходах топлива через него 150—200 л/ч поддерживает давление стабилизации с точностью 2—3 %. Подъем клапана при этом составляет 0,50—0,52 мм. Увеличение же его подъема при тех же условиях до 0,68—0,72 мм увеличивает эту погрешность до 10—12 %.

Из рис. 1 следует и еще один вывод: при заданном давлении стабилизации уменьшить рабочий подъем клапана до оптимальных значений можно за счет снижения производительности электробензонасоса. Причем оптимальной, как показывают эксперименты и расчеты, можно считать производительность, в 2,5—3 раза превышающую максимальный расход топлива через форсунку.

Так обстоят дела со стабилизатором давления с плоским клапаном. Но в конструкциях электробензонасосов, в принципе, можно применять и сферический клапан. Тем более что он обладает рядом потенциальных преимуществ перед клапаном плоским. Во-первых, шар (или полусфера) — технологически отработанная конструктивная форма. Во-вторых, эта форма лучше, чем плоский элемент, обтекается потоком топлива и обладает способностью к самоцентрированию после посадки в седло. В-третьих, с шариковым (или полусферическим) клапаном стабилизатор давления получается проще и дешевле (правда, лишь в том случае, если будет решена задача простого и надежного крепления шарика на мембранном узле).

Клапан проверен экспериментально. Установлено, что коэффициент расхода у него в 2—3 раза выше, чем у плоского клапана при тех же гидравлических режимах. Значит, подъем его требуется меньший, следовательно, точность стабилизации давления топлива выше, чем в случае плоского клапана.

Кроме типа запирающего элемента значительное влияние на работу стабилизатора оказывают материал и конструктивные размеры его деталей. Например, доказано, что применять мембраны с основой из плетеных нитей нецелесообразно, поскольку трение в нитях увеличивает гистерезис мембраны, что приводит к нестабильности ее работы. Важно выбрать и рациональные размеры мембраны. Для этого рассмотрим ее как круглую пластину с равномерно распределенной нагрузкой  $p$  (давление топлива), защемленную по периферии.

Графическая интерпретация нагружения мембраны (рис. 2) показывает: наибольший изгибающий момент  $M_i$  действует на периферии мембраны, наименьший — в центре, а на определенном радиусе  $r_x$  он равен нулю. Значит, на этом радиусе располагается кольцевая зона, в которой знак изгибающего момента меняется. Следовательно, радиус жесткого центра мембраны должен быть не менее  $r_x$ . Только при этом условии знак изменения действующего на нее изгибающего момента будет меняться вне гибкой мембраны, что улучшит условия и стабильность ее работы.

Проверка полученных выводов по выполненным зарубежным конструкциям стабилизаторов давления топлива фирм «Бош» (ФРГ), «Форд», «Рочестер»

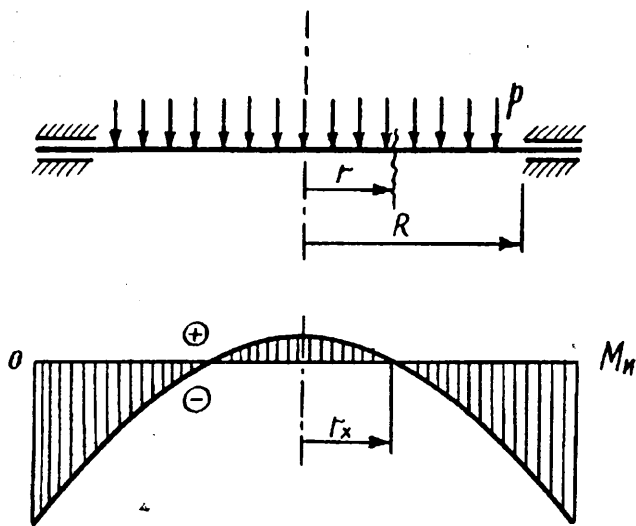


Рис. 2

(США) и др. полностью подтвердила их правильность.

Давление стабилизации, определяемое как отношение усилия пружины к эффективной площади мембраны, во многом зависит от характера изменения последней. Для расчета эффективной площади гибкой

мембраны известна формула Ликтана, связывающая ее величину с диаметром  $D$  мембраны, диаметром  $d$  жесткого центра, максимальным подъемом  $h_{\max}$  клапана и прогибом  $h_0$  мембраны без пружины. Результаты расчета основных параметров стабилизатора давления топлива по уровню Ликтана для  $D = 34$  мм,  $d = 24$  мм,  $h_0 = 1,75$  мм (определен экспериментально),  $h_{\max} = 1,82$  мм приведены в таблице. При этом относительное изменение эффективной площади мембраны можно рассматривать как уменьшение чувствительности мембраны к изменению давления, приводящее к появлению ошибки стабилизации давления топлива при изменении гидравлических режимов работы системы.

$h$ , мм	0,01	0,05	0,1	0,3	0,5	0,7	1,0	1,75	1,82
$F_3$ , см <sup>2</sup>	6,66	6,63	6,6	6,4	6,3	6,1	5,8	2,1	0
$F_3$ , %	100	99,5	99,0	99,8	94,4	91,9	87,2	32,3	0

Из таблицы следует: если задано ограничение по погрешности стабилизации давления топлива, легко определить рабочий подъем клапана. Так, если погрешность должна быть не более 3,2 %, то подъем клапана — не более 0,3 мм; если 0 %, то не более 0,01 мм и т. д.

УДК 629.4.024.1

## ФОРМА КАПОТА И ОБТЕКАЕМОСТЬ АВТОПОЕЗДА

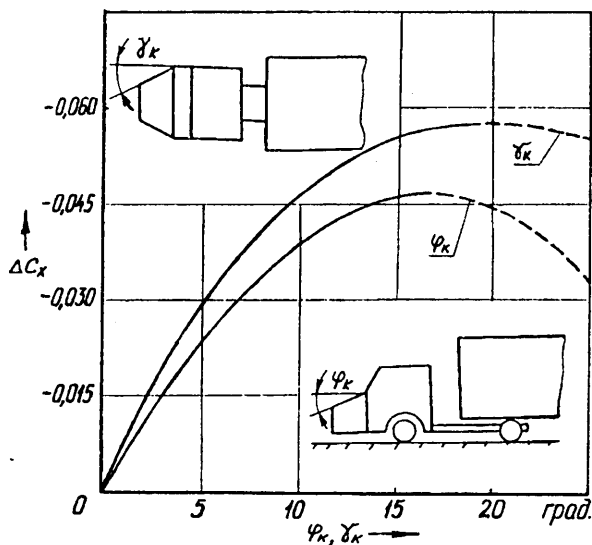
К. А. ГОСТЕВ, канд. техн. наук А. Н. ЕВГРАФОВ,  
В. И. ЕРСАК

НАМИ

Кабина в значительной мере определяет характер обтекания и, следовательно, величину аэродинамического сопротивления магистрального автопоезда. И уже доказано, что наиболее эффективный способ улучшения обтекаемости кабины переднего расположения (бескапотной) — это увеличение радиуса скругления ее фронтальных кромок, а кабины заднего расположения (капотной) — оптимизация формы капота. Причем при заданной длине капота основными конструктивными параметрами, определяющими степень обтекаемости кабины, являются углы наклона его верхней и боковых панелей. Например, если капот выполнен без наклона верхней и боковых панелей, то за его фронтальными кромками появляются значительные отрывы воздушного потока, что увеличивает коэффициент аэродинамического сопротивления автопоезда. И наоборот. Но конструктивный анализ показал, что возможность увеличения углов наклона верхней и боковых панелей капота ограничена соображениями компоновочного характера: в подкапотном пространстве нужно разместить двигатель и его системы, обеспечить надлежащий теплообмен и удобство обслуживания. Поэтому ре-

ально возможный диапазон изменения углов наклона верхней и боковых панелей капота составляет 0—20°. И он, как показали исследования (см. рисунок), вполне достаточен.

Действительно, из рисунка видно, что при увеличении угла наклона верхней ( $\varphi_k$ ) и боковых ( $\gamma_k$ ) панелей капота отрицательные приращения коэффициента  $C_x$  автопоезда сначала растут, причем довольно интенсивно. Затем этот рост прекращается. То есть увеличивать угол наклона верхней панели капота сверх 16°, а боковых панелей — сверх 19° нецелесообразно.



Продувка моделей автопоездов капотной компоновки дала возможность получить достаточно простые и удобные для инженерных расчетов зависимости, устанавливающие взаимосвязь между снижением коэффициента аэродинамического сопротивления автопоезда и углами наклона панелей капота для названного выше углового диапазона:  $\Delta C_x \varphi_k = (1,18 \sqrt{\varphi_k}) 10^{-2}$ ;  $\Delta C_x \gamma_k = (1,37 \sqrt{\gamma_k}) 10^{-2}$ .

Как видно из рисунка, расчетные (кривые) и экспериментальные (они обозначены точками) данные практически совпадают. Это позволяет рекомендовать полученные расчетные формулы для использования в процессе аэродинамического проектирования и доводки магистральных автопоездов с капотной кабиной.

УДК 621.431.73

## ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ СКОРОСТНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДВС ГРУЗОВЫХ МОТОСРЕДСТВ

Кандидаты техн. наук В. В. ПАНОВ и В. В. БЕЛОВ, А. М. ШАРАПОВ

Владимирский ГТУ

Мототехника в последние годы все шире используется в качестве грузового малотоннажного транспорта. Более того, мотоциклы с широкопрофильными шинами, оснащенные двухтактными двигателями с кривошипно-камерной продувкой, применяют не только для перевозки грузов, но и для выполнения сельскохозяйственных работ.

Однако наряду с известными достоинствами у таких мотоциклов есть и весьма существенные недостатки: низкая топливная экономичность и высокая токсичность отработавших газов. Кроме того, у них далеко не оптимальная зависимость крутящего момента от частоты вращения коленчатого вала. И когда мотоцикл использовался как "легковое" транспортное средство, этому не придавали особого значения — его динамика была приемлемой. Но при новых областях использования, о которых идет речь, тяговые качества выходят на первое место. Установка же на грузовых мототранспортных средствах двигателей легковых мотоциклов и мотороллеров, соответствующим образом конструктивно измененных,

как правило, не обеспечивает требуемых тягово-динамических и экономических характеристик.

Таким образом, создалась обстановка, заставляющая заняться улучшением тяговых характеристик ДВС с кривошипно-камерной продувкой.

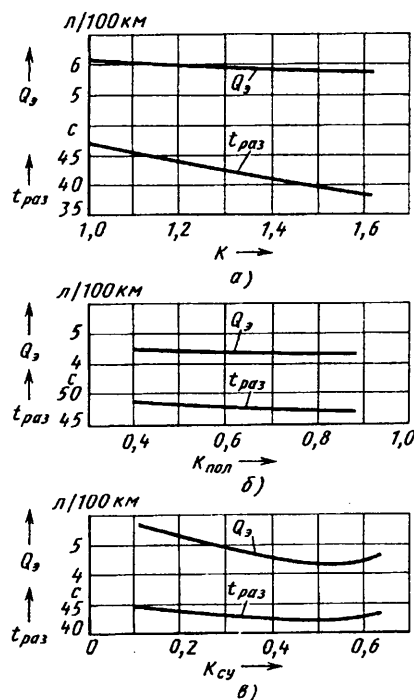


Рис. 2

И сразу же выяснилось, что характеристики выпускаемых для мототранспортных средств ДВС настолько разнообразны, что сравнить их только по коэффициенту приспособляемости и скоростному коэффициенту невозможно: такого "инструмента" нет. Значит, нельзя и выработать единую стратегию улучшения данных характеристик. В связи с этим во Владимирском ГТУ попытались найти такой "инструмент", т. е. порядок описания кривой крутящего момента двигателя, а также показателей, характеризующих ее форму. Суть этого порядка сводится к следующему.

Скоростной диапазон работы двигателя можно достаточно четко разделить (рис. 1) на зону его устойчивой работы (от  $n_{V_{max}}$ , максимальной частоты

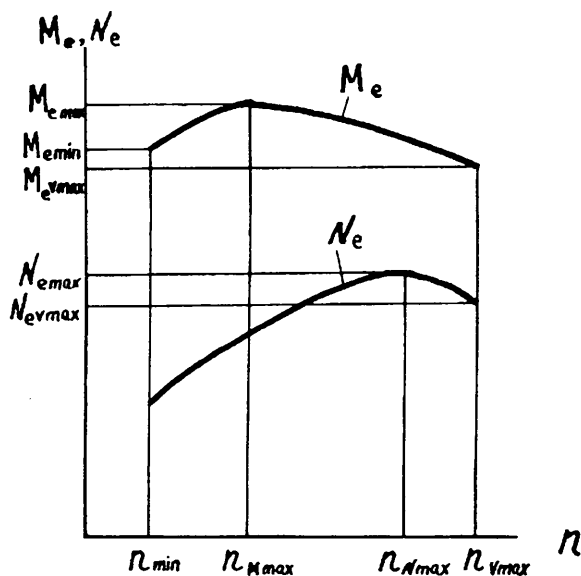


Рис. 1



вращения коленчатого вала двигателя, до частоты  $n_{M_{\max}}$ , соответствующей максимальному крутящему моменту) и зону неустойчивой работы (от  $n_{\min}$ , минимальной устойчивой частоты вращения коленчатого вала, до частоты  $n_{M_{\max}}$ , соответствующей максимальному крутящему моменту). При этом характер протекания кривой момента в первой из зон оценивается с помощью известного коэффициента приспособляемости ( $K$ ) и нового показателя — коэффициента скоростного диапазона устойчивой работы двигателя ( $K_{cy}$ ), характеризующего ту часть рабочего диапазона, которую занимает зона устойчивой работы. Протекание кривой момента в зоне неустойчивой работы оценивается коэффициентом скоростного диапазона неустойчивой работы, который характеризует часть всего рабочего диапазона, занимаемую зоной неустойчивой работы двигателя, и коэффициентом полноты характеристики ( $K_{\text{пол}}$ ), представляющим собой отношение крутящего момента при минимальной устойчивой частоте к его максимальной величине.

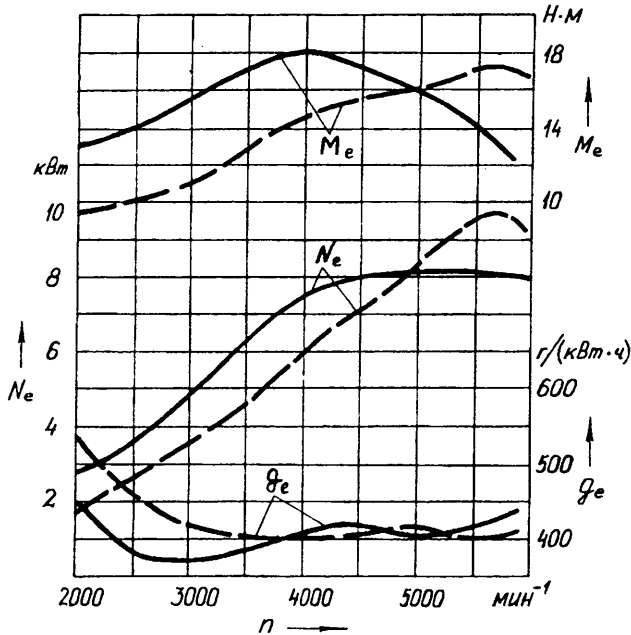


Рис. 3

Влияние каждого из перечисленных показателей (а следовательно, и формы кривой момента) на тягово-экономические параметры грузового мототранспортного средства исследовали расчетно-экспериментальным путем. В качестве объекта исследования выбрали двигатель ТМЗ-5.101, устанавливаемый на грузовом мотороллере Тульского машиностроительного завода. Приняли три оценочных показателя: средний эксплуатационный расход топлива ( $Q_3$ ), равный полусумме расходов по городскому циклу и при движении со скоростью 45 км/ч; время разгона ( $t_{\text{раз}}$ ) на участке протяженностью 400 м, определяющее преимущество мотороллера с использованием всех передач, что близко к реальным режимам движения; токсичность отработавших газов при движении по

городскому циклу. Чтобы оценить влияние формы кривой крутящего момента на эти показатели при условии обеспечения требуемой максимальной скорости движения, меняли названные выше коэффициенты и на основе экспериментальных данных строили серию нагрузочных характеристик двигателя. При расчетах, кроме того, принимали, что максимальная скорость мотороллера, передаточные числа коробки передач и трансмиссии и расход топлива на холостом ходу постоянны для всех вариантов кривой крутящего момента.

Результаты расчетов приведены на рис. 2. Из него следует, что наиболее сильное влияние на время разгона оказывает коэффициент приспособляемости, а на эксплуатационный расход топлива — коэффициент скоростного диапазона устойчивой работы. Причем это время в зависимости от коэффициента приспособляемости аппроксимируется линейным законом, а зависимость эксплуатационного расхода от коэффициента скоростного диапазона имеет ярко выраженный минимум в диапазоне 0,5—0,55 (объясняется перераспределением мощности и расхода топлива на средних и высоких скоростных режимах). Зависимость времени разгона от коэффициента скоростного диапазона также имеет минимум, приходящийся на тот же диапазон 0,5—0,55.

Проведенные исследования позволяют дать рекомендации по улучшению характеристики крутящего момента.

Исходя из заданной максимальной скорости грузового мототранспортного средства и выбранных передаточных чисел трансмиссии определяется требуемая мощность двигателя, а затем, принимая коэффициент скоростного диапазона равным 0,5—0,55, — требуемый скоростной диапазон устойчивой его работы. Учитывая, что с увеличением коэффициентов приспособляемости и полноты характеристики эксплуатационный расход топлива и время разгона на участке протяженностью 400 м уменьшаются, данные

Показатель	Серийный двигатель	Опытный двигатель	Прирост показателя
Стендовые испытания			
Расход топлива, л/100 км, при движении с грузом массой 335 кг на скорости, км/ч:			
20	4,1	3,0	-1,1
30	4,0	3,2	-0,8
40	4,3	4,0	-0,3
50	5,3	4,6	-0,7
60	6,5	6,8	+0,3
Расход топлива по городскому циклу, л/100 км	6,0	5,2	-0,8
Выброс вредных веществ по городскому циклу, г/км:			
оксиды углерода	3,2	2,4	-0,8
углеводороды	9,3	4,2	-5,2
Дорожные испытания			
Максимальная скорость, км/ч	68,2	67,3	-0,9
Контрольный расход топлива, л/100 км	4,7	4,2	-0,5
Время разгона мотороллера на участке протяженностью 400 м, с	31,7	32,7	+1,0

коэффициенты необходимо выбирать максимально возможными для конкретной конструкции двигателя.

Рассмотренные рекомендации апробированы на двигателе ТМЗ-5.101. Например, оценено влияние изменения фаз выпуска и продувки. Как видно из рис. 3 (сплошные линии — опытный двигатель, пунктирные — серийный), при уменьшении фазы выпуска до 142 град. п. к. в. и фазы продувки до 112 град. п. к. в. форма характеристики двигателя изменилась, причем довольно резко. В частности, коэффициент приспособляемости — с 1,12 до 1,69, коэффициент полноты характеристики — с 0,61 до 0,77, а коэффициент скоростного диапазона — с 0,11 до 0,49.

Естественно, изменились и показатели грузового мотороллера (см. таблицу).

УДК 662.613.13

## САЖА НА ВЫХЛОПЕ АВТОМОБИЛЕЙ КраЗ

Канд. техн. наук В. Ф. ШАПКО, М. Ф. БАРАНОВИЧ,  
С. В. ДУНЬ

Кременчугский филиал ХГПУ, Кременчугский завод  
технического углерода, КраЗ

Дымность отработавших газов дизелей — один из самых серьезных факторов отрицательного воздействия транспортных средств на окружающую среду и здоровье человека. Поэтому требования в отношении ее выбросов непрерывно ужесточаются. Однако практика свидетельствует: только совершенствованием конструкции дизеля и его рабочего процесса проблему не решить, поскольку это совершенствование рождает другую проблему — ухудшает топливную экономичность. Поэтому сейчас идут по другому пути — применяют устройства очистки отработавших газов от сажи. В частности, устройства дожигания, гидромеханического или электростатического осаждения сажи, ее фильтрования с помощью волоконистых, тканевых или пористых материалов и пр.

Естественно, при расчете и разработке этих устройств необходимо прежде всего иметь четкое представление о характеристиках материала, который предстоит удалять из отработавших газов, т. е. о самой саже, образующейся при сгорании топлива в дизеле.

Конечно, общие представления о дыме, выходящем из системы выпуска, у специалистов есть. Всем известно, что дым — это частицы сажи плюс топливомазлянистый аэрозоль и что их количество и размеры зависят от применяемого топлива, режимов работы и технического состояния дизеля, качества отладки его топливной аппаратуры и др. Но очистные устройства нужно создавать под конкретные дизель и автомобиль, поскольку каждый из них имеет вполне конкретные, только ему присущие особенности и конструкции, и работы.

Именно из этого исходили на Кременчугском автотомоде, приступая к исследованиям дымности отра-

ботавших газов автомобилей КраЗ, оснащенных дизелями ЯМЗ.

Из таблицы видно, что применение двигателя со скорректированной характеристикой крутящего момента позволяет улучшить все показатели мотороллера, за исключением расхода топлива при постоянных скоростях движения, превышающих 58 км/ч (которые, как свидетельствует опыт, используются крайне редко). Расход топлива в городском цикле снизился на 12,5 %.

Если говорить о среднем эксплуатационном расходе топлива мотороллером, то он уменьшился с 5,4 до 4,7 л/100 км. Существенно меньше стали и выбросы вредных веществ с отработавшими газами, особенно углеводородов.

ботавших газов автомобилей КраЗ, оснащенных дизелями ЯМЗ.

В ходе исследований изучали одну составляющую дыма — сажу. Причем изучали не ее содержание в дыме, а отложения на стенках элементов системы выпуска, полагая, что отложившаяся на этих стенках сажа по своим характеристикам близка к той, которая уходит с отработавшими газами за пределы выпускной системы.

В ходе этих исследований было установлено, что даже на новых, имеющих небольшой пробег автомобилях сажевый слой уже есть. Он представляет собой порошкообразный налет. В местах, где направление потока отработавших газов меняется (изгибы трубопроводов, перегородки глушителя), отложения толще и образуют спеченный слой (грит), который разрушается при механическом его дроблении. На автомобилях, имеющих большой пробег, уже все отложения представляют собой грит, утолщенный в местах изменения направления движения потока.

Таковы физические показатели отложений, обнаруживаемые на автомобилях КраЗ визуально. Понятно, что такой информации для создания устройств-сажеудалителей или сажеуловителей явно недостаточно. Для этого нужно знать возможно больше физико-химических характеристик сажи. Чтобы их определить, были отобраны образцы сажи из систем выпуска отработавших газов четырех автомобилей КраЗ, имеющих разные пробеги и оснащенные разными двигателями ЯМЗ. Это были: автомобиль КраЗ-260 с двигателем ЯМЗ-238Л и пробегом 209406 км (проба № 3); автомобиль КраЗ-250 с двигателем ЯМЗ-238М2 и пробегом 12300 км (проба № 1); автомобиль КраЗ-65032 с двигателем ЯМЗ-238Б и пробегом 19312 км (проба № 2); автомобиль КраЗ-256Б1 с двигателем ЯМЗ-238М и пробегом 235443 км (проба № 4).

Физико-химический анализ взятых проб сажи выполнили специалисты центральной заводской лаборатории Кременчугского завода технического углерода. Его результаты приведены в таблице.

Наименование показателя	Проба № 1	Проба № 2	Проба № 3	Проба № 4
Йодное число, г/кг	28,5	32	12,5	12
Удельная геометрическая поверхность, м <sup>2</sup> /г	36	40	23	28
Абсорбция дибутилфталата, см <sup>3</sup> /100 г	52	36	20	43
Кислотное число	2,1	2,3	1,9	2,1
Летучие при 378 К (105 °С) вещества, %	6,2	6,8	9,5	7,8
Светопропускание толуольного экстракта, %	52	61	42	38
Зольность, %	16,3	18,2	19,8	20,1
Насыпная плотность, кг/м <sup>3</sup>	185	200	220	215

Первые два показателя, помещенные в таблице, характеризуют дисперсность сажи, т. е. средний диаметр ее частиц, удельные поверхность и число частиц (другими словами, число частиц, содержащихся в единице массы или объема). В соответствии с американским стандартом АСТМD 1765-90 сажу во всех пробах по йодному числу можно отнести к седьмой группе, типичный средний размер частиц в которой составляет 61—100 нм.

Третий показатель дает структурность сажи. Дело в том, что при образовании сажи ее частицы сталкиваются и срастаются в реакционной среде, образуя прочные агрегаты, называемые первичными. От их размеров и формы и зависит структурность сажи. Метод, с помощью которого ее измеряют, называют методом масляного числа, или абсорбцией дибутилфталата. Масляное число — показатель комплексный, увеличивающийся с ростом удельной поверхности частиц и уровня структурности.

Как видим, у исследуемых проб структурность (грубо говоря, рыхлость) сажи довольно низкая.

Четвертый — показывает, какую реакцию, кислую или щелочную, имеет водная суспензия сажи. Дело в том, что кроме углерода в саже содержится и кислород, который попадает при ее окислении и концентрируется преимущественно в верхнем слое частицы. Попадают в нее также различные минеральные вещества. Кислород дает кислую реакцию суспензии, минеральные вещества — слабощелочную.

Пятый и шестой показатели позволяют оценить количество неразложившихся нефтепродуктов на поверхности частицы сажи. Как видим, во всех пробах содержание таких продуктов достаточно большое.

Седьмой показатель характеризует зольность сажи, т. е. наличие в ней несгораемых частиц. Он во всех пробах тоже высок.

Наконец, восьмой показатель характеризует насыпную плотность сажи, т. е. плотность ее как материала, состоящего из отдельных частиц или агрегатов, промежуток между которыми заполнены воздухом.

Таблица не только дает численные значения характеристик сажи, что само по себе очень важно для тех, кто разрабатывает системы выпуска с учетом требований экологии. Она позволяет обнаружить некоторые закономерности. В частности, то, что по мере увеличения пробега автомобиля (а значит, ухудшения технического состояния двигателя) уменьшается дисперсность и снижается структурность сажи, увеличивается уровень содержания неразложившихся углеводородов на поверхности сажевых частиц. И второе: то, что турбонаддув — довольно мощное средство борьбы с дымностью отработавших газов.

## АВТОТЕХОБСЛУЖИВАНИЕ

УДК 629.113:621.74.042

### ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ НА УСТАНОВКЕ ЦЕНТРОБЕЖНОГО ЛИТЬЯ

Кандидаты техн. наук Л. С. ВОЛКОВИЧЕР, Б. Э. КЛЕЦКИН  
и А. В. ШЕЛГАЕВА, Ю. Л. ВОЛКОВИЧЕР, И. В. УШПИК

Челябинский ГТУ

Существует много способов восстановления автомобильных деталей, главными из которых, пожалуй, остаются сварка и наплавка. В последнее время появляются новые технологии, открывающие и новые возможности в ремонте. Например, для восстановления изношенных внутренних цилиндрических поверхностей деталей (гильз цилиндров, тормозных барабанов и др.) все шире применяется центробежное литье (наплавка), для чего разработан ряд специальных установок. Но все они громоздки, сложны по конструкции (включают по 20 и более приводов), кроме того, предназначены для восстановления близ-

ких по размерам деталей, т. е. не универсальны. Поэтому их использование эффективно лишь при крупносерийном и массовом производстве и нецелесообразно на ремонтных предприятиях с производством мелкосерийным.

Таких недостатков лишена установка упрощенной конструкции, показанная на рис. 1. Она обладает определенной универсальностью и действует следующим образом.

Перед началом работы в изложницу 6 устанавливаются соответствующие размеру восстанавливаемой детали вилку-компенсатор 7 и диск-компенсатор 8 (см. также рис. 2, а), который Т-образным пазом надевается на Т-образный выступ диска-толкателя 9 (рис. 2, б). Затем в отверстие диска-компенсатора вставляют вилкообразный ключ и проворачивают его на 90°, тем самым жестко соединяя с диском-толкателем. Восстанавливаемую деталь 26 помещают в призму 22, имеющую в нижней части центрирующий

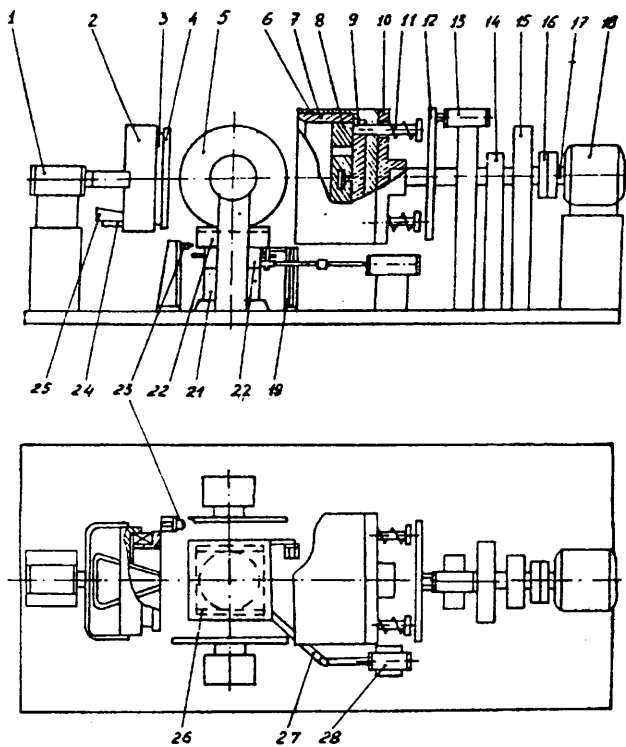


Рис. 1

выступ и стержень, а затем вращением винтового хвостовика подставки 20 в отверстии основания 21 деталь устанавливают соосно изложнице 6 (эту операцию выполняют один раз для всей партии деталей с данным наружным диаметром). При этом привод 28, соединенный шарнирно со стержнем в нижней части призмы, поворачивает последнюю штоком 27 в горизонтальной плоскости до контакта с конечным выключателем 23, приводящим в действие магнитный пускатель контактов 5. Контакты прижимаются к торцам детали, и начинается ее нагрев. Когда деталь нагревается до требуемой температуры, магнитный пускатель отключается, контакты 5 отходят, привод 28 возвращает призму с деталью в первоначальное положение, соосное изложнице (выступ призмы упирается в упор 19). Затем включается привод 1. Крышкой 4 изложницы, установленной в подшипнике 3 корпуса 2, он проталкивает устанавливаемую деталь во втулку-компенсатор 7. Электропривод 18 включается и начинает через муфту 16 вра-

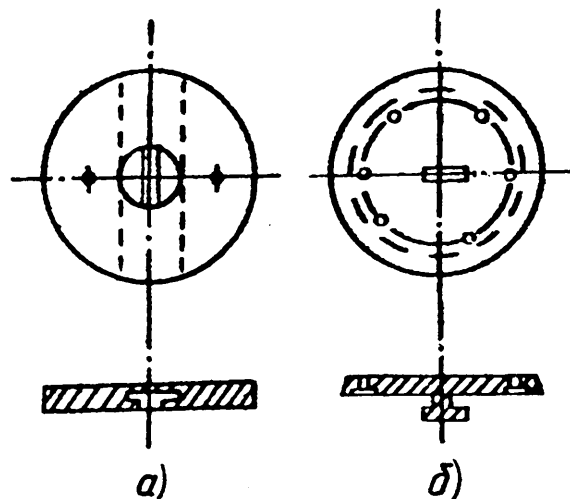


Рис. 2 (а, б)

щать установленный в подшипниках 15 вал 17 и планшайбу 10 изложницы, а вместе с ней — деталь и прижатую к ней крышку 4. (Частоту вращения вала в зависимости от диаметра восстанавливаемой детали можно изменять любым из известных способов: с помощью редуктора, ременной передачи с набором шкивов, электрокомпенсатора на электродвигателе и др.)

Через лоток 25, установленный на подставке 24, закрепленной в корпусе 2, во внутреннюю полость детали вводится флюс, а за ним — необходимое количество расплавленного металла. После его затвердевания электропривод 18 отключается, включается тормоз 14, и вращение изложницы прекращается. Приводом 1 крышка 4 с корпусом 2 возвращается в первоначальное положение, а привод 13, воздействуя нажимной дугой 12 на подпружиненные толкатели 11, выталкивает деталь на призму 22, после чего возвращает нажимную дугу в первоначальное положение.

Созданная в университете установка может работать в ручном и полуавтоматическом режимах, сравнительно проста по конструкции, компактна и универсальна. А значит, должна быть весьма эффективной в условиях мелкосерийного производства, например, на авторемонтных предприятиях. Причем с небольшими доработками установка может быть использована и для изготовления новых деталей, а не только для восстановления изношенных.

**Приглашаем принять участие в автомобильных выставках:**

“МИМС-96” — 21—25 августа 1996 г., г. Москва;

“Мир автомобиля-96” — 4—8 сентября 1996 г., г. Санкт-Петербург.

С заявками на участие обращайтесь в Центр международных выставок, офис 683.

АО “Автосельхозмаш-холдинг”

## ФИГУРНАЯ РЕЗКА ТОНКОЛИСТОВОГО МЕТАЛЛА

При восстановлении обшивки кузовов автобусов, автомобилей-фургонов и легковых автомобилей, а также при изготовлении шаблонов и другой оснастки, необходимой для ремонта автомобильной техники, возникает необходимость разрезать тонколистовой металл (сталь, цветные металлы и чаще всего — дюралевый лист). И если разрезание выполняется по прямым линиям, то проблем нет: для этих целей подходят любые ножницы — гильотинные, рычажные, ручные. На практике чаще всего вырезать приходится фигурные заплаты и замкнутые проемы. Например, проемы окон в обшивке фургонов и закрытых кузовов, не поддающиеся ремонту (правке) участки капотов, крышек багажников, дверей и т. п. Здесь ножницы не помогают. Поэтому специалисты используют ручные и пневмозубила, вибрационные ножницы по металлу, газовые (ацетиленокислородные) резаки. Но труд во всех случаях получается малопродуктивным, а при газовой резке, кроме того, металл в зоне термического воздействия деформируется.

Однако практика показала, что есть еще один способ фигурной резки тонкого листа, который лишен перечисленных недостатков. Это воздушно-плазменная полуавтоматическая резка.

Сущность воздушно-плазменной резки заключается в том, что сжатая электрическая дуга, генерируемая в плазменном резаче, удаляет узкую полоску металла вдоль линии реза. Дуга же сжимается в головке резача под воздействием потока воздуха, проходящего совместно со столбом дуги через канал сопла резача. Благодаря этому температура дуги достигает 12000 К и более. А при такой температуре, как известно, испаряется практически любой материал. Лишь бы он был токопроводящим.

Для воздушно-плазменной полуавтоматической резки материалов толщиной от 0,1 до 5 мм отечественной промышленностью выпускаются установки СА.401М2. Это довольно простая по конструкции и надежная в работе установка, которая может эксплуатироваться при температурах окружающей среды от 263 до 313 К (от -10 до +40°C). Другие из основных ее технических характеристик следующие.

Напряжение, В:	
трехфазной питающей сети при частоте 50 Гц . . . . .	380
холостого хода . . . . .	270
Потребляемая мощность, кВА:	
номинальная . . . . .	15
максимальная . . . . .	28
Пределы регулирования тока режущей дуги, А:	
минимальный . . . . .	45
номинальный . . . . .	50
максимальный . . . . .	85
Давление воздуха, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) . . . . .	0,3—0,6 (3—6)
Расход воздуха при давлении в сети 0,5 МПа (5 кгс/см <sup>2</sup> ), м <sup>3</sup> /ч, не менее . . . . .	
	10

Конструктивно установка состоит из двух основных частей: источника питания и плазменного резака, соединенных между собой посредством соединительных кабелей.

Источник питания смонтирован в шкафу на колесах. На лицевой стенке шкафа размещена панель управления с сигнальной лампой включения и автоматическим выключателем установки, амперметром, манометром и вентилем подачи воздуха к резаку.

Резак состоит из головки, обеспечивающей условия для образования и стабилизации плазменной дуги, токогазопровода и ручки включения и выключения воздушно-плазменной струи.

Работа на установке довольно проста и может быть освоена в течение одного дня.

При подаче напряжения на установку на пульте управления загорается сигнальная лампа. Далее оператор, постепенно открывая воздушный вентиль, по манометру устанавливает нужное давление воздуха, затем — в зависимости от толщины разрезаемого металла — силу тока режущей дуги и проверяет надежность заземления изделия (или стола, на котором оно лежит).

На этом подготовка установки к работе заканчивается.

Лист режут следующим образом.

Резак располагают так, чтобы ось его головки была перпендикулярна поверхности разрезаемого листа, а сопло прикасалось к металлу. Затем выключатель на резаче переводят в положение “Пуск” (т. е. нажимают клавишу на ручке резача). И сразу же начинают передвигать головку резача вдоль заранее нанесенной с помощью чертилки линии реза.

Оптимальную скорость этого передвижения определяют опытным путем, в зависимости от толщины разрезаемого металла. Признак недостаточной скорости — большая ширина реза, нормальной — ширина реза составляет 1,0—1,5 мм, слишком большой — наличие пропусков в резе (нет сквозного отверстия).

Для прекращения процесса выключатель на ручке резача переводят в положение “Стоп”.

Резку металла толщиной до 1,6 мм рекомендуется выполнять на токе 40—50 А, используя сопло с выходным отверстием диаметром 1,4 мм; толщиной 2,0—5,0 мм — на токе 85 А при отверстии сопла диаметром 1,6—1,8 мм.

Воздушно-плазменную резку можно вести не только по разметке, но и по шаблону, изготовленному из доски толщиной 30—35 мм.

С. Я. ЛАНДО

## ЧТО ДАЕТ РЕЦИРКУЛЯЦИЯ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ

С. В. ХАВТОРИН

МАДИ

Рециркуляция отработавших газов (РОГ) как метод борьбы с выбросом токсичных компонентов (оксидов азота) известна давно. Менее известно то, что она может быть использована и как средство улучшения топливной экономичности двигателя при его работе с трехкомпонентным нейтрализатором отработавших газов и поддержании стехиометрического состава топливовоздушной смеси. Причем последнее многие воспринимают с недоверием. Ведь рециркуляция — это добавка почти не содержащих кислорода газов в топливовоздушную смесь. Естественно, она ухудшает воспламенение и сгорание этой смеси, снижает предел ее обеднения по воздуху, увеличивает невозпроизводимость циклов, ведет к росту выбросов углеводородов с отработавшими газами. Слишком же сильное снижение скорости сгорания вызывает, в свою очередь, ухудшение топливной экономичности ДВС.

Тем не менее с вредными побочными эффектами рециркуляции можно бороться. И прежде всего средствами, интенсифицирующими процесс горения.

Два таких средства, вихревое движение заряда и система зажигания с повышенной энергией искрового разряда, и рассматриваются ниже применительно к экспериментальному двигателю ВАЗ-2110.

Специально выполненные исследования показали, что применение системы впуска с завихрением заряда сказывается на топливной экономичности и токсичности отработавших газов при наличии и отсутствии рециркуляции примерно одинаково. Однако изменение параметров системы зажигания сказывается по-разному.

Так, увеличение длительности искрового разряда существенно улучшает экономические и токсические показатели двигателя: если ее увеличить вдвое, т. е. для серийной бесконтактной системы — с 1,5 до 3,0 мс, то при сильно переобедненной смеси топливная

экономичность улучшается на ~20 %, а выбросы углеводородов снижаются на 80 %. Увеличение тока разряда дает гораздо меньший эффект: экономичность улучшается лишь на 3 %. Влияние емкостной составляющей разряда проявляется еще слабее. Интенсификация зажигания, кроме того, несколько расширяет пределы обеднения топливовоздушной смеси.

Результаты исследования при отключенной системе рециркуляции отработавших газов дали основания предположить, что подключение этой системы и ее перевод на большую, по расходу отработавших газов, производимость позволяют заметно снизить выбросы оксидов азота.

Для проверки эффективности такой организации рабочего процесса были сняты регулировочные характеристики двигателя по составу топливовоздушной смеси при постоянной мощности двигателя для нескольких значений крутящего момента, различных открытиях клапана системы рециркуляции и оптимальном для каждого режима угле опережения зажигания.

Предположения подтвердились. Зона улучшения топливной экономичности в присутствии рециркулирующих газов значительно расширилась. Так, при работе двигателя без системы рециркуляции отработавших газов максимальное снижение удельного расхода топлива наблюдалось при  $\alpha = 1,0$  и составляло, по сравнению с серийным вариантом, 3—4 %. При составах же смеси, соответствующих эффективному обеднению смеси, удельный расход при работе системы рециркуляции снизился еще больше. Кроме того, выявлена возможность увеличить степень рециркуляции без ухудшения экономичности. Значит, и еще больше снизить выбросы оксидов азота.

### Организация выполнит

работы по претктированию и изготовлению пресс-форм, штампов, оснастки, нестандартного оборудования любой сложности.

*Сроки — кратчайшие. Цены — умеренные.*

**Обращаться: телефон/факс (095) 964-12-56**

**телефон (095) 369-00-02, доб. 2-51.**

УДК 629.01

## САПР И СОЗДАНИЕ ПОЛНОПРИВОДНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Д-р техн. наук Ю. В. ПИРКОВСКИЙ, канд. техн. наук С. Б. ШУХМАН

"НАМИ-Сервис"

Уровень развития теории автомобиля, накопленный заводами опыт проектирования, в том числе с использованием автоматизированных систем, позволяют вплотную приступить к созданию систем проектирования полноприводных АТС. Причем задача, которую должна решать такая система, очевидна: получить оптимальную конструкцию автомобиля при минимальных затратах на его проектирование, доводку и испытания.

Конечно, многие вопросы оптимизации новых конструкций снимаются и без автоматизированной системы, но многие остаются. Чтобы убедиться в этом, достаточно сравнить АТС, близкие по назначению, но выпущенные разными заводами: все они резко отличаются по конструктивному исполнению. Правда, по потребительским свойствам различия не столь разительны. Они касаются прежде всего таких свойств, как надежность и плавность хода автомобилей. Более того, ряд работ, опубликованных в печати в последнее время (Н. Н. Яценко, С. Ф. Безверхого и др.), позволяют надеяться, что вопросы, связанные с надежностью, или уже решены, или будут решены в ближайшее время.

Но надежность и плавность хода — скорее исключение, чем правило. Например, в практике проектирования трансмиссии и ее агрегатов ситуация совсем другая. Хотя, как показывают теоретические и экспериментальные исследования, именно от трансмиссии (при прочих равных условиях, разумеется) зависят такие эксплуатационные показатели АТС, как расход топлива, динамические показатели и проходимость любых, особенно полноприводных, АТС.

Читатель может возразить: уважаемые авторы, проблема оптимизации коробки передач и главной передачи уже решена! Ответ простой. Решена только эта проблема. Но ведь эксплуатационные показатели полноприводных АТС определяются в первую очередь характером распределения крутящего момента по ведущим мостам и колесам. Иными словами, зависят от того, насколько это распределение близко к оптимальному. Именно поиск оптимальных решений, на наш взгляд, привел к тому, что конструкции трансмиссий полноприводных автомобилей отличаются таким многообразием, которое нельзя объяснить только соображениями технологии или экономики. Скорее другое — отсутствие математического аппарата и соответствующих методов, позволяющих количественно оценивать влияние

принятого конструктивного решения на эксплуатационные качества автомобиля. В подтверждение — несколько примеров из практики отечественного автомобилестроения.

У автомобиля ЗИЛ-131 привод переднего моста заблокированный и при движении по твердым дорогам отключается. Связь между вторым и третьим мостами — заблокированная. У автомобиля КраЗ-214, выпущавшегося в 1950—1960 гг., привод переднего моста был аналогичным приводу ЗИЛ-131, но между вторым и третьим мостами устанавливался симметричный дифференциал. Полноприводные трехосные автомобили Уральского автозавода имеют постоянно включенный через несимметричный (планетарный) дифференциал передний мост, а между вторым и третьим мостами связь заблокированная. У четырехосных автомобилей Брянского автозавода — два двигателя и заблокированные по бортам приводы. На четырехосном автомобиле Минского автозавода между всеми мостами и колесами установлены дифференциалы или муфты. Четырехосные автомобили КамАЗ (опытные образцы) имеют дифференциал между тележками, а связь между мостами тележек — заблокированная.

Трансмиссии зарубежных полноприводных автомобилей отличаются еще большим многообразием. Например, полноприводные легковые автомобили имеют 14 отличающихся друг от друга вариантов конструкций трансмиссии.

Однако, как показывают эксперименты, автомобиль "не безразлично", движется ли он с отключенным передним мостом или крутящий момент подводится ко всем его колесам. "Не безразлично" и то, какое передаточное отношение имеет межосевой дифференциал или какую характеристику — муфта свободного хода.

В качестве иллюстрации приведем (рис. 1) результаты испытаний на топливную экономичность авто-

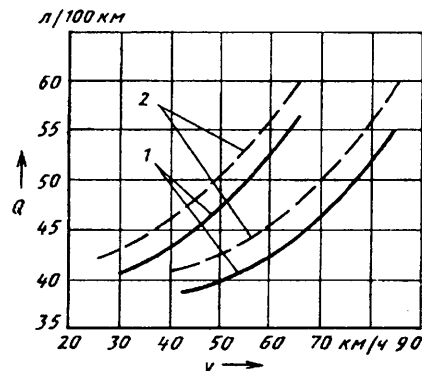


Рис. 1. Зависимость расхода топлива автомобиля "Урал-375" от скорости его движения при отключенном (1) и включенном (2) переднем мосте

мобиля “Урал-375” с отключенным (сплошные линии) и включенным (штриховые линии) передним мостом при движении на четвертой и пятой передачах. Из него видно, что отключение переднего моста ведет к существенному (на 5—8 %) снижению расхода топлива.

Аналогичные результаты получены и на других полноприводных автомобилях с колесными формулами 4×4 и 6×6. Отсюда следует, что конструктор должен иметь математический аппарат (а еще лучше — подсистему САПР), позволяющий ему принимать оптимальные, с точки зрения повышения эксплуатационных показателей автомобиля, решения.

Основы такого математического аппарата разработаны (см. “АП”, 1973 г., № 1). Значит, количественно оценивать влияния конструктивных особенностей трансмиссий и характеристик их агрегатов (при заданной компоновке) на топливную экономичность, тягово-динамические качества и проходимость уже можно. Причем из этих основ сравнительно легко можно получить математические зависимости для расчетов характеристик как для различных дорожных условий, в том числе бездорожья, так и для различных режимов движения (равномерное прямолинейное, разгон, поворот и т. п.).

Конструктора интересует не только влияние конструкции трансмиссии на эксплуатационные показатели в частных условиях движения, но прежде всего количественная оценка этого влияния в реальных условиях, которые включают в себя все режимы (равномерное движение, разгоны, повороты) в определенном соотношении. Например, очевидно, что оптимальное передаточное отношение межосевого дифференциала при равномерном движении имеет одно значение, при разгоне — совсем другое и т. п. Зависит это число и от характеристик поверхности движения. Отсюда напрашивается вывод: исследования и расчеты следует выполнять применительно к стандартным (эталонным) маршрутам (подобным тем, которые созданы в НИЦИАМТе) — городским, магистральным и горным. Это позволит сравнивать различные конструктивные решения в одинаковых (идентичных) условиях, сочетающих различные участки с различными режимами движения.

Пример схемы движения по магистральному маршруту НИЦИАМТа приведен на рис. 2. На каждом его участке определенной протяженности регламентирована скорость движения, при разгоне — начальная и конечная скорость, число остановок, подъемов и т. п. Отсюда известно и время движения на каждом участке.

Используя стандартные маршруты, можно разработать и программы для ПЭВМ. Что и делается в “НАМИ-Сервис”: здесь, например, созданы программы, которые позволяют определять, как число включенных мостов полноприводного автомобиля влияет на его тягово-динамические показатели и топливную экономичность. В частности, сравнить (и, разумеется, выбрать) типы привода к переднему мосту трехосного автомобиля. Например, сравнить привод трехосных полноприводных автомобилей ЗИЛ-131 и

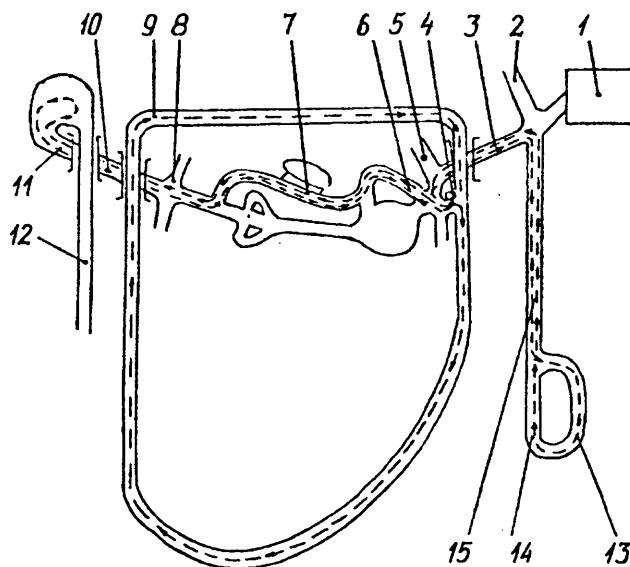


Рис. 2. Схема маршрута для моделирования магистральных режимов движения:

1 — промышленная база; 2 — грунтовая дорога; 3 — служебная дорога № 1; 4 — стоянка у скоростной дороги; 5 — мощеная дорога; 6 и 7 — служебные дороги № 3 и 7; 8 — начало и конец маршрута; 9 — скоростная дорога; 10 и 11 — служебные дороги № 4 и 5; 12 — динамометрическая дорога; 13 и 14 — подъемы 6 и 8 %; 15 — служебная дорога № 6

“Уралов”. Причем сравнить количественно, в процентах, изменение топливной экономичности и тягово-динамических качеств при использовании того или иного типа привода.

Сравнение — первый этап работы. Следующий — выбор типа трансмиссии (полностью дифференциальная, блокированная или смешанная). Третий — определение оптимальных характеристик механизмов, распределяющих крутящий момент по ведущим мостам и колесам (сравнением различных типов дифференциалов и муфт), а также соответствия их работы оптимальному закону распределения мощности по колесам, который получен на основе разработанной теории.

Таким должен быть алгоритм работы подсистемы САПР. В дальнейшем ее можно состыковать с уже разработанными или разрабатываемыми подсистемами по надежности, плавности хода и др., т. е. создать единую систему автоматизированного проектирования, которая охватывала бы все основные вопросы проектирования агрегатов и систем автомобиля, а также окончательную технико-экономическую оценку принятых решений. Это позволит проектировать и производить конкурентоспособные, высокого качества полноприводные автомобили при минимальных затратах на проектирование, производство, доводку и испытания.



## ДЛЯ УСКОРЕННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ КУЛАЧКОВ ГИБОЧНЫХ АВТОМАТОВ

С. М. ПЕРЕЛЬМАН, И. А. ГИПСМАН

ЗА3

Среди других технологических операций штамповка автомобильных деталей из рулонного проката и проволоки на заводах отрасли занимает одно из ведущих мест. Выполняют ее на высокопроизводительных универсально-гибочных автоматах, рабочие инструменты которых — штамповочные головки и гибочные ползуны.

Последовательность действий этих инструментов задается технологическим процессом гибки, а описывается циклограммой работы инструмента. Циклограмма, в свою очередь, реализуется с помощью кулачковых механизмов, преобразующих вращательное движение кулачкового вала в поступательное перемещение ползуна привода рабочей части пуансона.

Как видим, основное звено здесь — кулачок (точнее, его рабочий профиль).

Установлено, что наивыгоднейшие условия для работы механизма создаются тогда, когда кривая поверхности кулачка по форме близка к синусоиде. Однако на практике она образуется не одной, а несколькими синусоидами. Дело в том, что кулачок имеет как минимум три участка: подъема, выстоя и спада. Причем радиусы кулачка на участках в общем случае меняются, каждый по своему закону. Так, на участке подъема радиус по ходу кулачка возрастает, на участ-

тке выстоя он постоянен, а на участке спада уменьшается. И хотя для обеспечения плавности хода каждый участок выполняется в виде развернутой синусоиды, синусоиды каждого участка не могут быть идентичными, потому что они вписываются в участки с разными величинами подъема или спуска и разными углами раскрытия. Поэтому синусоиды по амплитуде и частоте оказываются сжатыми или растянутыми относительно друг друга.

Все это не позволяет непосредственно, хотя бы дискретно рассчитать профиль кулачка.

Не дает точных результатов и рекомендуемый в литературе графоаналитический метод проектирования, суть которого сводится к тому, что сначала рассчитываются геометрические места точек-центров ролика, катящегося без скольжения по поверхности кулачка, а затем графически строится профиль кулачка как огибающей окружностей, построенных на этих центрах.

Решение проблемы найдено на ЗА3е: здесь получены аналитические закономерности, описывающие профиль кулачка, позволяющие достаточно точно определять дискретные значения координат любого числа точек профиля кулачка, следовательно, точно изготавливать и контролировать такие профили. По этим зависимостям написаны программы для ЭВМ СМ-1420. Время, затрачиваемое на ввод исходных данных, не превышает 1 мин. Столько же тратится и на полный расчет кулачка для 360 значений (т. е. через 1°) угла его поворота.

## ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПРОФИЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В РАЗЛИЧНЫХ ТИПАХ ПРОИЗВОДСТВ

Д-р техн. наук А. И. ТИМЧЕНКО

МГТУ "Станкин"

Несмотря на очевидные эксплуатационные и технологические достоинства РК-профильных соединений перед шлицевыми и шпоночными, первые пока не нашли широкого применения в промышленности России. Это объясняется как недостаточно глубокими знаниями конструкторов в данной области, так и уверенностью производителей в том, что реализовать процесс формообразования РК-профильных поверхностей гораздо сложнее, чем тех же, скажем, соединений шлицевых. Однако такие опасения беспочвенны. Анализ показывает, что, несмотря на многообразие РК-профильных поверхностей, процесс их обработки, в соответствии с зарубежными технологиями, сводится к двум (1 и 2) простым (поступательным) движениям (рис. 1 и 2), одно из которых переносное, а второе — относительное.

Например, процесс, показанный в первой строке первого столбца рис. 1, реализуется следующим образом. Для формирования РК-профиля на заготовке режущему инструменту сообщаются два согласованных поступательных прямолинейных гармонических движения: движение, осуществляемое при помощи каретки по закону  $X = e \cdot \cos(N, \varphi)$ , и движение, создаваемое при помощи ползуна по закону  $Y = Ne \cdot \sin(N, \varphi)$ . Здесь  $e$  — эксцентриситет РК-профиля;  $N$  — число его граней;  $\varphi$  — угловой параметр. В результате суммирования этих движений режущий инструмент будет перемещаться по эллипсу, отношение длин малой ( $2e$ ) и большой ( $2Ne$ ) осей которого равно  $1/N$ .

На этом принципе работают, например, четыре модификации профилешлифовального станка мод. AFD 630-2500 P, уже долгое время выпускаемые немецкой фирмой "Фортуна". Правда, опыт показал, что исполнение принципа в металле оказалось не совсем удачным. В частности, на настройку и поднастройку на линейные функционально изменяющиеся рабочие размеры  $2e$  и  $2Ne$  уходит много (не менее 20 мин) времени, причем поднастраивать станок приходится довольно часто; у станка недостаточная жесткость механизма-построителя эллипса формо-

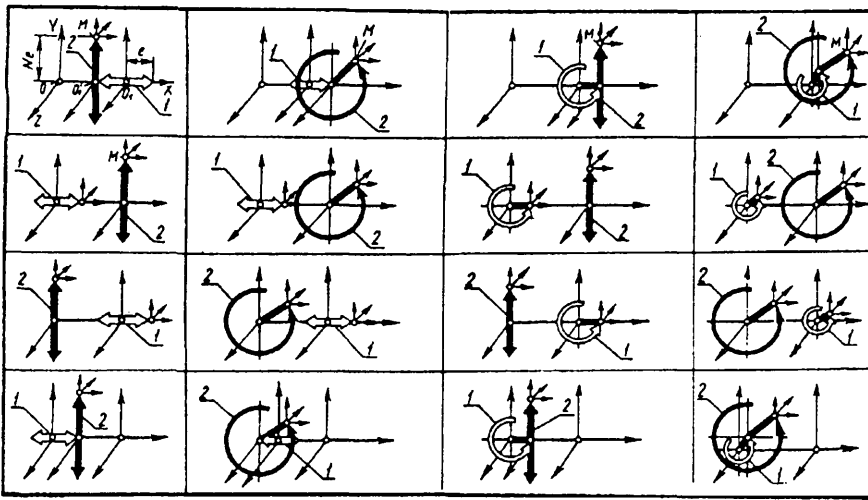


Рис. 1

образования РК-профиля, поскольку одни и те же механизмы используются как для формирования эллипса формообразования, так и для настройки и поднастройки; к тому же у станка высокая стоимость.

Устранить перечисленные недостатки, на наш взгляд, особого труда не представляет. Для этого станок нужно оборудовать тремя группами конструктивно не связанных механизмов, первая из которых задает простейшие движения эллипса формообразования РК-профиля, вторая настраивает станок на рабочие размеры  $2e$ ,  $2Ne$  и другие линейные и угловые размеры, третья поднастраивает его на эти же рабочие размеры. Чего, к сожалению, нельзя сделать в отношении металлорежущих станков, реализующих первые и четвертые горизонтальные ряды (см. рис. 1 и 2): в этом случае габаритные размеры трех групп механизмов для каждого простейшего движения получаются такими, что механизмы не удастся разместить на станке. Что же касается вторых и третьих горизонтальных рядов (см. рис. 1 и 2), то здесь дело проще, поскольку два простейших движения, формирующих эллипс формообразования РК-профиля,

разделены и отнесены к различным узлам станка: одно движение совершает режущий инструмент, второе — обрабатываемая заготовка.

Однако процессы из первых и четвертых горизонтальных рядов тоже бесполезны: их можно и целесообразно использовать при создании специализированной технологической оснастки для станков общего назначения при организации единичного (ремонтного) производства деталей с РК-профилем, когда основной технологической задачей является достижение требуемой точности изготовления деталей, а производительность процесса играет меньшую роль.

Как видим, решения есть. Тем не менее исследования, проведенные в МГТУ «Станкин», показывают: процессы с двумя поступательными движениями формообразования РК-профиля, с точки зрения достижения необходимой точности его радиус-вектора, особенно при изготовлении режущих инструментов (РК-профильные протяжки, прошивки, дорны, долбяки), контрольных средств (РК-профильные калибр-пробки, шаблоны), а также прецизионных деталей, действительно, весьма сложны в реализации. В этом производственники правы. Упрощает их разработанная в МГТУ «Станкин» система процессов формообразования РК-профилей, которая пока не применялась в мировой практике и основана на одном простейшем движении режущего инструмента или обрабатываемой заготовки (однопараметрические процессы).

Каждый из таких процессов формообразования РК-профильных валов (протяжек, прошивок и т. п.) может быть реализован (рис. 3) различными методами обработки. Кроме того, есть однопараметрические процессы, которые могут быть реализованы точечным инструментом при неограниченных ( $630 \text{ мин}^{-1}$  и более) частотах вращения обрабатываемой заготовки. Они, правда, в мировой практике еще не существуют. Но их реализация — дело вполне осуществимое. Причем с помощью различных режущих инструментов. Например, при лезвийной обработке внешних и внутренних РК-профильных поверхностей можно применять стандартные резцы (как обычные, так и алмазные), а также фрезы; при шлифовании внешних и внутренних РК-профильных поверхностей — шлифовальные круги (как обычные, так и алмазные), оси которых расположены параллельно оси обрабатываемой заготовки.

Необходимо отметить, что усложнение режущего инструмента

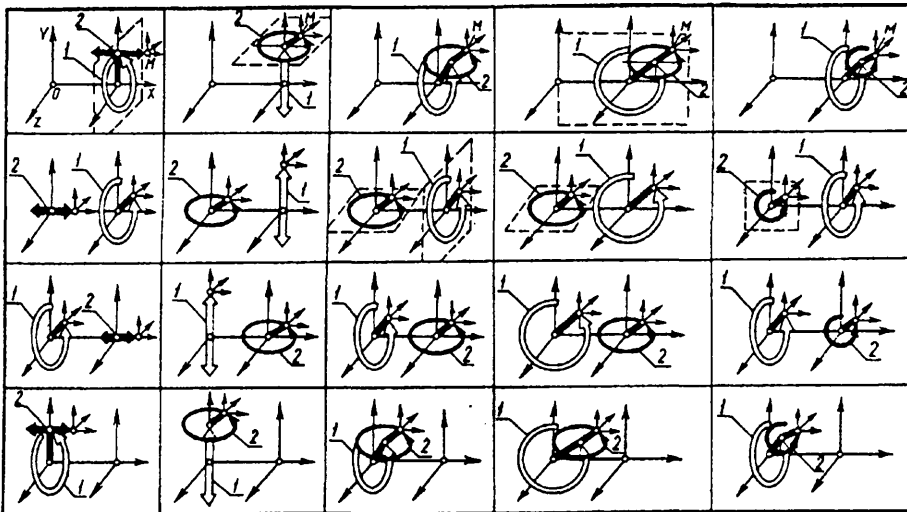


Рис. 2

при переходе от формообразования точкой (двухпараметрические процессы) к формообразованию прямой (однопараметрические процессы) заметно упрощает процесс формообразования РК-профиля: формообразование точкой требует сочетания двух поступательных движений, а прямой — одного.

Если при формообразовании РК-профильных валов использовать криволинейную режущую кромку определенной формы (например, при создании специальных червячных фрез для фрезерования РК-профильных валов в массовом производстве), то число параметров, характеризующих процесс, уменьшается до двух. Но при этом увеличивается число параметров, характеризующих размеры и форму режущего инструмента.

На основании теоретических исследований и практической реализации множества процессов, приведенных на рис. 1 и 2, можно предложить комплекты (см. таблицу) отечественных высокопроизводительных металлорежущих станков — как обычных, так и с ЧПУ, включая и автоматические линии, а также комплекты режущих инструментов, контрольно-измерительных средств (включая активные средства контроля), необходимые для изготовления деталей с РК-профильными поверхностями в массовом, серийном и единичном (ремонтном) производствах.

В качестве примера реализации предложений из таблицы можно привести маршрутную технологию изготовления РК-профильной ступени вала и РК-профильных отверстий в ступицах.

Изготовление валов в массовом производстве. Обработка начинается с фрезерования РК-профильной ступени вала специальной червячной фрезой на шлицефрезерных станках (см. таблицу, поз. “вал 2 м”). В зависимости от конструкции вала профилефрезерная операция может быть заменена профилетокарной операцией (поз. “вал 1 м”). В некоторых случаях формирование РК-профильной ступени вала может быть выполнено методом пластической деформации в холодном состоянии. Вторая операция — термическая обработка. Третья — профилешлифовальная обработка РК-профильной ступени вала на специальном профилешлифовальном станке, реализующем — в зависимости от конструкции вала — однопараметрический или двухпараметрический процесс, основанный на поступательном движении по окружности (поз. “вал 4 м”). На этой операции профилешлифовальные станки оснащены активными средствами контроля, которые используются при шлифовании круглых валов, а также адаптивными системами синхронизации формообразующих РК-профиль движений.

Изготовление ступиц в массовом производстве тоже включает три операции: протягивание РК-профильного отверстия соответствующей протяжкой, выполненной из быстрорежущей стали; термичес-

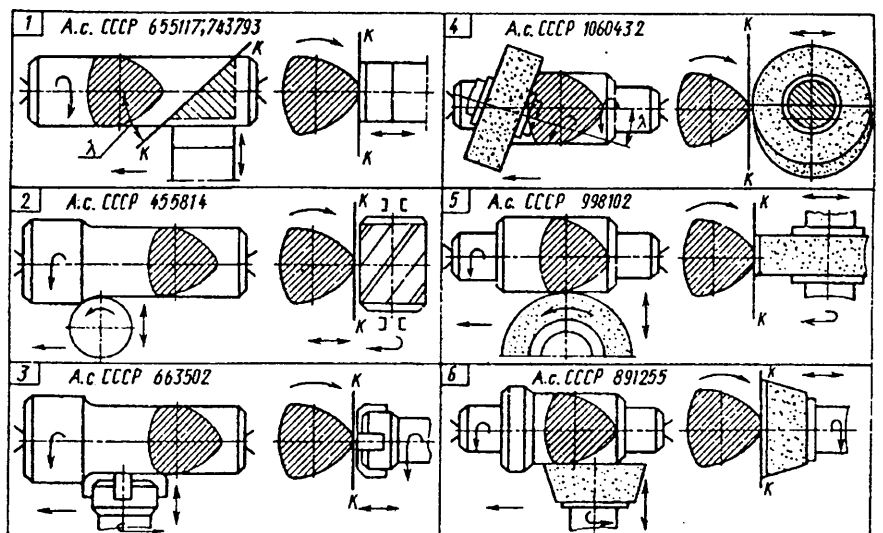


Рис. 3

кую обработку (включая и объемную); протягивание РК-профильного отверстия алмазной протяжкой. Последняя в некоторых случаях может быть заменена внутрипрофилешлифовальной, с использованием специального станка (поз. “отверстие 1 м”).

Изготовление валов в единичном (ремонтном) производстве состоит из профилефрезерной черновой обработки, включающей фрезерование РК-профильной ступени вала торцевой фрезой на горизонтально-фрезерном станке с использованием специального станочного агрегата, реализующего однопараметрический процесс с поступательным прямолинейным движением (поз. “вал 1 е”) термической обработки; профилефрезерной чистовой (тонкой) обработки (на этой операции, в отличие от предыдущей профилефрезерной, используется торцевая фреза с соответствующими режущими зубьями). Измерительный инструмент — обычный микрометр.

Изготовление ступиц в единичном (ремонтном) производстве включает профилефрезерную черновую обработку — фрезерование РК-профильного отверстия на горизонтально-фрезерном станке с использованием специального фрезерного станочного агрегата, реализующего однопараметрический процесс с поступательным движением по окружности (поз. “отверстие 1 е”); профилефрезерную чистовую обработку, выполняемую так же, как и предыдущая операция, но с помощью фрезы для финишной операции.

В ремонтном производстве для формообразования РК-профильного отверстия может быть использована и зубодолбежная операция, если для этой цели применять РК-профильный долбяк, разработанный в МГТУ “Станкин”.

Таким образом, в МГТУ “Станкин” выполнен большой объем работ по РК-профильной тематике. И не только в области теории. Здесь разработаны и изготовлены станочные агрегаты к станкам общего назначения, в том числе два — к горизонтально-фрезерным; два — к токарным и один — к внутришлифовальному станку (последний — с неограниченной частотой вращения обрабатываемой заготовки); узлы

Комплект	Позиция	Оборудование для обработки заготовки валов	Позиция	Оборудование для обработки отверстий
Массовое производство				
Металлорежущие станки	Вал 1 м	Специализированный профилетокарный автомат	Отверстие 1 м	Специализированный внутрипрофилешлифовальный автомат с активными средствами контроля
	Вал 2 м	Специализированный профилефрезерный автомат		
	Вал 3 м	Специализированный профилешлифовальный автомат с активными средствами контроля		
Режущие инструменты	Вал 4 м	Специальные торцовые фрезы	Отверстие 2 м	РК-профильные обычные протяжки
	Вал 5 м	Специальные червячные фрезы	Отверстие 3 м	РК-профильные прошивки
			Отверстие 4 м	РК-профильные алмазные протяжки
Контрольно-измерительные средства	Вал 6 м	Трехточечные микрометры	Отверстие 5 м	РК-профильные хонинговальные головки
	Вал 7 м	Трехточечные индикаторные устройства	Отверстие 6 м	Трехточечные микрометрические нутромеры
	Вал 8 м	Профильные шаблоны	Отверстие 7 м	Трехточечные индикаторные устройства
Металлорежущие станки	Серийное производство		Отверстие 8 м	РК-профильные калибры-пробки
	Вал 1 с	Широкоуниверсальные токарно-фрезерные станки, обычные и с ЧПУ	Отверстие 1 с	Серийные фрезерно-сверлильно-расточные станки с ЧПУ
Режущие инструменты	Вал 2 с	Широкоуниверсальные круглопрофилешлифовальные станки, обычные и с ЧПУ	Отверстие 2 с	Широкоуниверсальные внутрикруглопрофилешлифовальные станки
	Вал 3 с	Специальные торцовые фрезы	Отверстие 3 с	РК-профильные обычные протяжки
	Вал 4 с	Специальные червячные фрезы	Отверстие 4 с	РК-профильные прошивки
Контрольно-измерительные средства	Вал 5 с	Безвершинные косоугольные резцы	Отверстие 5 с	РК-профильные долбяки
	Вал 6 с	Трехточечные микрометры	Отверстие 6 с	Трехточечные микрометрические нутромеры
Металлорежущие станки	Единичное (ремонтное) производство		Отверстие 7 с	Трехточечные индикаторные устройства
	Вал 1 е	Специальное приспособление к горизонтально-фрезерному станку для черного, чистового и тонкого фрезерования круглых и РК-профильных поверхностей валов	Отверстие 1 е	Специальное приспособление к горизонтально-фрезерному станку для черного, чистового и тонкого фрезерования круглых и РК-профильных отверстий
Режущий инструмент	Нет	—	Отверстие 2 е	РК-профильные долбяки
Контрольно-измерительные средства	Вал 2 е	Трехточечные микрометры	Отверстие 3 е	Трехточечные микрометрические нутромеры

для модернизации резьбошлифовальных и токарно-затыловочных станков; специальный профилетокарный станок (универсального плана) с неограниченными частотами вращения обрабатываемой заготовки; оригинальные конструкции РК-профильных протяжек, прошивок, долбяков, резцов, фрез и других инструментов с косоугольным (бреющим) резанием; схемы и средства для измерения и контроля РК-профильных валов и отверстий с помощью микрометрических и индикаторных устройств в различных видах производств; системы автоматической подготовки управляющих программ для фрезерования и шлифования внешних и внутренних РК-профильных поверхностей различных изделий на станках с ЧПУ. Эти программы обеспечивают два вида обработки РК-профильных поверхностей — при невращающейся заготовке с использованием двух относительных движений режущего инструмента и обрабатываемой заготовки и при вращающейся в центрах заготовке с дисгармоническими возвратно-поступательными движениями шлифовального круга. Несколько слов о практическом применении профильных соединений вместо шлицевых и шпоночных.

Их, прежде всего, целесообразно внедрять во вновь создаваемые машины и узлы. Но можно эффективно использовать и в серийных конструкциях — там, где наблюдаются интенсивный износ деталей

соединения, усталостные разрушения валов и ступиц, а также в узлах, имеющих неудовлетворительные массогабаритные показатели.

Практика показывает, что процесс внедрения обычно имеет два этапа. На первом создаются опытные узлы и машины с профильными соединениями, проводятся их стендовые и натурные (например, дорожные) испытания, цель которых — экспериментально подтвердить более высокие эксплуатационные показатели изделий с РК-профильными соединениями, чем с соединениями шлицевыми и шпоночными. Изготавливают детали опытных профильных соединений с помощью комплектов станочных агрегатов, модернизирующих станки общего назначения, а также соответствующих режущих инструментов и контрольно-измерительных средств. На втором этапе организуется серийное производство узлов и машин с профильными соединениями, в производственных условиях экспериментально оценивается эффективность технологии изготовления деталей профильных соединений. Оборудование — комплекты специальных высокопроизводительных металлорежущих станков (обычных и с ЧПУ), автоматических линий, режущих инструментов и контрольно-измерительных средств, включая активные средства контроля и измерительные комплексы на базе ЭВМ.

## КЛЕИ И ГЕРМЕТИКИ ДЛЯ АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИЯ

Канд. техн. наук Б. Б. БОБОВИЧ

НПО "Автопромматериалы"

Клеи и герметики занимают все большее место в автомобилестроении, поскольку упрощают и ускоряют процессы сборки узлов и агрегатов, повышают надежность, в том числе долговечность, соединений, предотвращают потери масла и топлива, сокращают материалоемкость выпускаемой техники, снижают уровень шума в кабинах и салонах АТС. Причем в этом деле в настоящее время сложилось несколько направлений.

Первое из них — сборка кузова: клей здесь применяется в сочетании с традиционной точечной сваркой. Получаемые соединения с точки зрения прочности при ударных нагрузках оказываются в 2 раза лучше соединений сварных и в 4,7 раза — клеевых. В клеесварной конструкции клей воспринимает значительную часть напряжений, разгружая сварные точки и повышая их работоспособность. Снижает он и концентрацию напряжений в зоне сварной точки. В результате число сварных точек можно уменьшить на 30—50 %.

Все сказанное подтверждают испытания клеесварных соединений на усталостную прочность.

Таким образом, выгодность рассматриваемого направления очевидна. Есть и средства для его реализации — клеевые материалы. Например, созданный у нас клей для клеесварной технологии сборки кузова легкового автомобиля представляет собой одноупаковочную композицию на основе олигоэфиракрилата, эмульсионного поливинилхлорида и эпоксидиановой смолы. Отличительная его особенность — сочетание высокой адгезионной прочности и эластичности. Кроме того, он обладает необходимой тиксотропностью и устойчивостью ко всем средам, через которые проходит черный кузов автомобиля при мойке, нанесении грунтов и лакокрасочного покрытия.

Второе направление работ, которое позволяет повысить эксплуатационные характеристики автомобиля, — это применение клеев для крепления стекол.

Как известно, при обычной технологии лобовое и заднее стекла закрепляются в кузове с помощью резиновых профилей. При таком уплотнении усилия со стороны элементов кузова на стекла фактически не передаются. Следовательно, кузов приходится делать более жестким. В случае приклеивания стекла сами увеличивают жесткость кузова в зоне остекления на 12—15 %. Немаловажно и то, что крепление с помощью клея резко повышает водонепроницаемость стыков стекол с элементами кузова, исключает работы по дополнительному уплотнению оконных проемов. Появляется возможность роботизации процесса установки стекол, сокращается их бой при монтаже. Наконец, данная технология делает автомобили конкурентоспособными на внешних рынках, поскольку в

ряде европейских стран и США действует стандарт MVSS-212, запрещающий производство транспортных средств с неклееными стеклами.

Отечественный клей для стекол у нас тоже есть. Это двухупаковочный полиуретановый клей-герметик. Разработанная его рецептура сочетает длительную жизнеспособность системы при хранении и достаточно высокие скорость отверждения, тиксотропные свойства (клей можно наносить слоем толщиной до 14—16 мм даже на вертикальной поверхности). Он работоспособен в интервале температур от 223 до 423 К (от -50 до +150°C).

Третье направление — эластомерные герметики, предназначенные для герметизации фланцевых разъемов в автомобильной технике. Эти "жидкие" прокладки способны принимать любую форму, заполнять все микронеровности, надежно герметизируя любые стыки элементов конструкций.

Таких герметиков создано много. Однако для крупносерийного автомобильного производства наибольший интерес представляют одноупаковочные силиконовые герметики, не требующие предварительного смешивания и позволяющие роботизировать процесс их нанесения. В качестве примеров можно привести отечественные кремнийорганические герметики КЛТ-75Т и "Эластосил 137-83". Их использование для герметизации узлов водо-, бензо- и маслонасосов, блока цилиндров, выпускной трубы, крышки распределительной шестерни, масляного картера решает многие проблемы производства и эксплуатации.

Наряду с кремнийорганическими материалами к классу "жидких" прокладок относятся и невысыхающие высоковязкие герметики, которые находятся в пластоэластическом состоянии в течение всего срока эксплуатации узла, не отверждаясь и не приликая к уплотняемой поверхности. Их применение не требует значительных денежных и трудовых затрат, позволяет уплотнять узлы самых сложных конфигураций, в том числе работающие в условиях высоких температур и вибраций.

Четвертое направление — клеи анаэробного отверждения, используемые для герметизации и стопорения фланцевых, резьбовых и цилиндрических соединений. Наиболее известные их марки — "Унигерм" и "Анатерм", которые обеспечивают момент отвинчивания резьбовых соединений до 25 Н · м (2,5 кгс · м).

Весьма перспективны анаэробные клеи-герметики и для крепления зубчатых венцов, подшипников, втулок, вкладышей, шкивов и т. п. Например, если шестерню дифференциала крепить на герметике, то трудоемкость изготовления этого узла снижается в несколько раз, а надежность и эксплуатационные характеристики автомобиля за счет уменьшения напряжений и отсутствия деформации деталей заметно повышаются.

Широко применяются также клеи и герметики при ремонте технологического оборудования (например, для стыковки резинотканевых конвейерных лент и герметизации разъемов различных редукторов, ресиверов и т. п.).

## В АССОЦИАЦИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ИНЖЕНЕРОВ РОССИИ

УДК 629.113.001.362

**О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ  
СИСТЕМЫ СЕРТИФИКАЦИИ  
АВТОМОТОТЕХНИКИ**

В. Ф. ГРИШИН, С. В. РУБЦОВ

Госстандарт России

Система сертификации автотехники в России, как известно, довольно молода: она начала работать с 1 мая 1992 г. Однако прошла достаточно большой путь своего развития.

Так, с 1 июля 1993 г. начали действовать новая редакция системы и перечни технических требований, выполнение которых дает основание для выдачи "Одобрений типа транспортного средства" со сроком действия до одного и до трех лет, а также перечень запасных частей и принадлежностей к механическим транспортным средствам и прицепам, подлежащих обязательной сертификации. С 1 июля 1994 г. обязательной стала сертификация специальных и специализированных автотранспортных средств, предназначенных для перевозки строительных материалов и грузов, а также сертификация транспортных коммунальных машин; введены в действие перечни технических требований, предъявляемых при обязательной сертификации этих АТС и машин.

С 1 января 1995 г. изменилась и организационная структура системы: если ранее функции Административного органа от РФ в КВТ ЕЭК ООН выполнял НАМИ, то теперь их взял на себя Госстандарт России. Наконец, с 1 июля 1995 г. эти функции возложены на управление стандартизации и сертификации в машиностроении Госстандарта.

В настоящее время в системе работают более 10 аккредитованных органов по сертификации (НАМИ, НИЦИАМТ, Агентство по сертификации на автомобильном транспорте, НИИавтоэлектроника, АО "Мотопром", АО "САГА" (газобаллонное оборудование для автомобилей) и др. Сертификационные испытания проводятся более чем в 20 аккредитованных испытательных центрах и лабораториях, включая заводские (НАМИ, НИЦИАМТ, АО "Мотопром", НИИавтоэлектроника, НИИ автомобильного транспорта, АО "Москвич", МАДИ, заводские лаборатории автотракторного электрооборудования в Москве, Старом Осколе и др.).

Только в 1994 г. на автотехнику органами по сертификации выдано около 400 "Одобрений типа транспортного средства", как правило, со сроком действия на один год и свыше 1500 сертификатов соответствия. Из-за отрицательных результатов испытаний отказано в выдаче сертификатов в семи случаях. Проводились проверки условий производства, в час-

тности, на МАЗе, Ижмаше, КамАЗе, Павловском автобусном заводе.

Изменены и некоторые другие положения системы.

Например, "Одобрения типа транспортного средства" по совокупности свойств выдает теперь только Административный орган, причем делает он это с учетом сертификатов соответствия, полученных заявителем в органах по сертификации.

Введено новое положение: заявитель вправе обратиться в аккредитованную испытательную лабораторию для проведения сертификационных испытаний транспортного средства, минуя орган по сертификации.

Для новых транспортных средств, выпускаемых малыми партиями (автобусы категорий М2 и М3 — до 50 шт. в год, грузовые автомобили категорий № 1, № 2 и № 3, прицепы и полуприцепы категорий 01, 02, 03 и 04 — до 100, мототранспортные средства категорий L1, L2, L3, L4 и L5 и все легковые автомобили — до 150 шт.), предусмотрена возможность проходить, по желанию изготовителя, сертификацию на общих основаниях в рамках системы или контроль технического состояния при их допуске к эксплуатации в соответствии с "Положением о проведении контроля технического состояния автотранспортных средств и прицепов в Российской Федерации".

Установлено, что на ряд транспортных средств система сертификации не распространяется. Это тихоходные АТС, конструктивная скорость которых не превышает 25 км/ч; изготовленные в порядке индивидуального творчества; переоборудованные владельцами; импортные, бывшие в эксплуатации; специальные и специализированные, выпуск которых не превышает 5 шт. в год; поставляемые только в Вооруженные Силы, пограничные, внутренние и железнодорожные войска, войска правительственной связи и гражданской обороны.

Внесен ряд изменений и в порядок сертификации запасных частей. Например, записано, что требования обязательной сертификации не распространяются на запасные части, бывшие в употреблении и восстановленные. Было продлено на 1995 г. действие (на запасные части) заявления-декларации о безопасности продукции, заполняемого изготовителем сертифицированного или снятого с производства транспортного средства.

## **“ЛЕЙПЦИГ-96”**

В апреле 1996 г. в Лейпциге открывается новый выставочный комплекс всемирно известной ярмарки. Надо сказать, что его строительство — дело в значительной мере политическое: Германия заинтересована в развитии восточных земель и, следовательно, в сохранении и совершенствовании ярмарки, ведущей свою историю еще со средних веков. Если в годы существования ГДР ярмарки были многоотраслевыми и проводились два раза в год, то в новом выставочном комплексе, который в равных долях принадлежит государству Саксония и городу Лейпцигу, они будут тематическими и проходить в течение всего года.

Комплекс строился пять лет и обошелся казне в 1,3 млрд. немецких марок. Кроме пяти обычных павильонов (общая площадь 102500 м<sup>2</sup>) и центрального (19440 м<sup>2</sup>) павильона арочной конструкции, где наряду с выставками предполагается организовывать концерты и другие массовые мероприятия, здесь есть конгресс-центр, административное здание, открытые выставочные площади (30000 м<sup>2</sup>), автостоянки, посадочная площадка для вертолетов, рестораны, кафе, бистро, “центр ремесел”, а также помещения вспомогательных служб.

Сразу после торжеств, посвященных открытию комплекса, 13 апреля 1996 г. на новой территории открываются выставки “Ауто Мобиль Интернациональ” (продлится до 21 апреля) и “Транспорт+логистика” (до 18 апреля). На первой из них будут представлены не только автомобили, но и все то, что связано с их изготовлением и обслуживанием. Всего предусмотрено шесть тематических разделов: легковые автомобили; специальные и специализированные; запасные части и принадлежности; средства ухода за автомобилем и смазочные материалы; оборудование и оснащение для станций технического об-

служивания и автозаправочных станций; специализированные услуги. Кроме того, будет показана большая экспозиция по истории автоспорта, начиная с 1906 г. В числе экспонентов немало российских предприятий. Среди них есть постоянные участники лейпцигских ярмарок — ВАЗ, КамАЗ и “новички” — “Ижмаш”, ряд производителей комплектующих из Нижегородской области, журнал “За рулем” и др. Всего же в ярмарке примут участие около 140 фирм-производителей автомобилей и прицепов, в том числе впервые — “Татра” и “Аккерман”.

Вторая выставка — “Транспорт+логистика” — посвящена грузовым и пассажирским перевозкам и включает также шесть разделов: общественный пассажирский транспорт; транспортные средства и системы для грузоперевозок; внутрипроизводственная логистика (технологический транспорт); технические системы и технологии по перевозке грузов; информация, коммуникация и менеджмент на транспорте; услуги. Здесь будет представлен автомобильный, железнодорожный (в том числе городской рельсовый), воздушный и водный транспорт. В выставке примут участие вагоностроительный завод (г. Тверь) и Московский регион (Москва и область), представляющий свою транспортную систему.

В рамках выставки организуются конгресс “Телематика на транспорте. Состояние и перспективы интегрированного транспортного менеджмента” и форум на тему “Транспорт Запад—Восток: нынешняя ситуация и перспективы”. В 1996 г. запланированы и другие выставки, так или иначе затрагивающие автомобильную тематику. Это “Лейпцигская ярмарка мотоциклов” (старый выставочный комплекс, февраль), “Кунтек” — международная ярмарка пластмасс (13—15 июня), “ЭФА” — специализированная ярмарка электроники и электротехники (новый комплекс, 25—27 сентября), “Моделирование и хобби” (новый комплекс, 17—20 октября), “Туристик и караванинг” (новый комплекс, 20—24 ноября).

## **БЕССТУПЕНЧАТЫЕ АВТОМАТИЧЕСКИЕ ТРАНСМИССИИ ДЛЯ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ<sup>1</sup>**

Д. Г. ДОРОФЕЕВ

АЗЛК

Цепь РIV — изобретение довольно старое (Германия, 1928 г.). Первоначально она предназначалась для вариатора с зубчатыми конусами. Однако вскоре создали ее вариант для фрикционного вариатора с гладкими конусами. С тех пор она многократно совершенствовалась, пока к концу 1970-х годов не по-

явилась современная конструкция, способная конкурировать и с “Уноматиком”, и с “Трансматиком”.

Цепь представляет собой конструкцию (рис. 4), похожую на обычную зубчатую пластинчатую, работающую боковыми торцами осей по коническим поверхностям шкивов. Для устранения трения скольжения шарниры состоят из двух частей (рис. 5), обращенных друг к другу цилиндрическими поверхностями, и обкатываются одна по другой при изгибе цепи. На торцах ее осей выполнены поверхности специального профиля, что улучшает условия контакта с поверхностями конусов. Шаг цепи — около 9 мм (для

<sup>1</sup> Продолжение. Начало см. “АП”, 1995 г., № 12 и 1996 г., № 3.

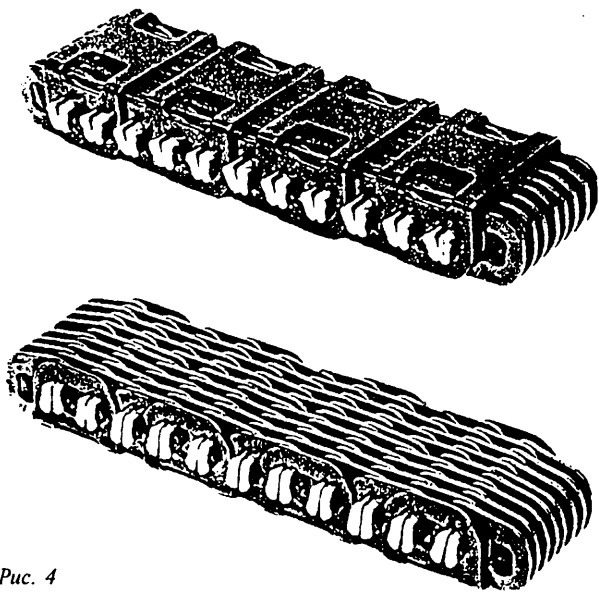


Рис. 4

снижения шума сейчас также начинают применять переменный шаг), ширина в различных конструкциях — 28, 32 и 36 мм, минимальный радиус изгиба — 28 мм, КПД — 98 %.

На основе цепи PIV крупносерийно выпускаются промышленные вариаторы и вариаторы для приводов судовых генераторов на мощности до 425 кВт и более, а в автомобильных трансмиссиях такой вариатор встречается пока только в концепциях. В настоящее время с клиноременным вариатором PIV для автомобилей весьма активно работают такие фирмы, как «Фольксваген», «Ауди», «Вольво», «Мерседес-Бенц», «Форд» и др. Ими уже даже выпущены небольшие экспериментальные серии трансмиссий.

Конструктивно бесступенчатые трансмиссии с клиноременным цепным вариатором PIV аналогичны фиатовской трансмиссии «Уноматик» (см. показанную на рис. 6 трансмиссию фирмы «Фольксваген») — за исключением некоторых элементов сцепления и механизма реверса. Но есть и принципиальная особенность: у PIV имеется датчик крутящего момента 1 на первичном валу, что позволяет регулировать дав-

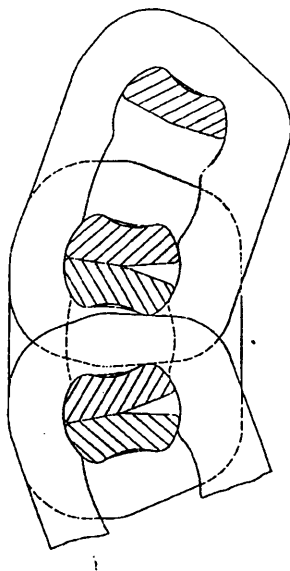


Рис. 5

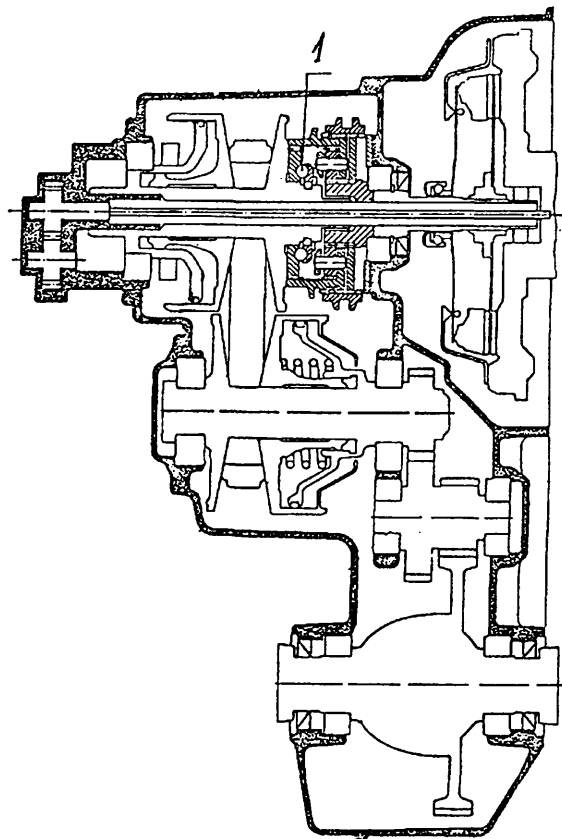


Рис. 6

ление в системе управления в зависимости от крутящего момента на нем, поддерживать в системе прижатия шкивов минимальное давление, достаточное для недопущения проскальзывания цепи при любом крутящем моменте двигателя. Но фольксвагеновская система автоматического управления трансмиссией принципиально отличается (рис. 7) от «Трансматика».

Так, ее гидравлическая часть выполнена с закрытым контуром и лишена недостатков, присущих

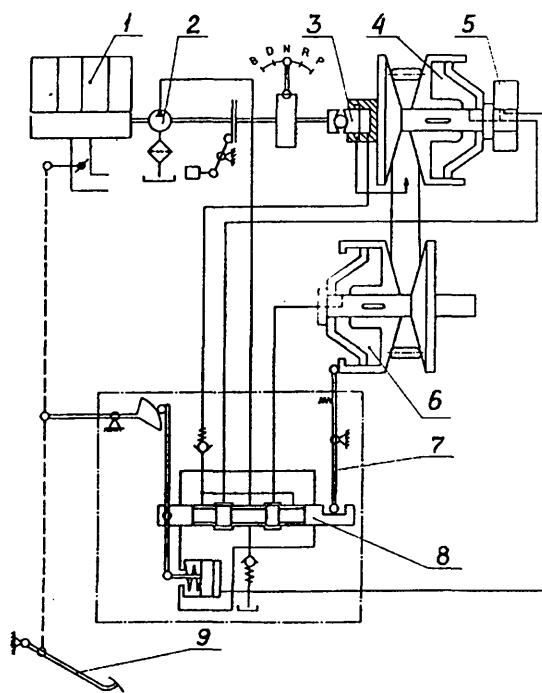


Рис. 7



“Трансматик”, хотя требует применения более сложного золотникового гидрораспределителя.

Работает система следующим образом.

Масло от насоса 2, приводимого от коленчатого вала двигателя 1, поступает на золотниковый гидрораспределитель 8, имеющий большое отрицательное перекрытие. Сливные полости этого золотника соединены с регулятором давления 3, который служит датчиком крутящего момента на первичном валу вариатора, а кольцевые проточки — с гидроцилиндрами ведущего (4) и ведомого (8) шкивов. В зависимости от условий движения давление в гидроцилиндре ведущего и ведомого шкивов изменяется регулятором давления и гидрораспределителем, золотник которого управляется по двум параметрам: настраивается по положению педали 9 акселератора, а регулируется по угловой скорости коленчатого вала двигателя, замеренной центробежным датчиком 5. Минимальное и максимальное передаточные числа вариатора ограничиваются датчиком 7 передаточного числа.

Меньшее допустимое давление в системе прижатия шкивов вариатора и, следовательно, меньшие нагрузки на детали трансмиссии, а также гораздо более высокий КПД самой цепи обеспечивают значительно больший, чем у “Трансматика”, КПД трансмиссии в целом.

Трансмиссия, разработанная фирмой “Фольксваген” для автомобиля “Гольф”, имеет диапазон регулирования, равный 6,0, при межосевом расстоянии 142 мм. Результаты ее испытаний приведены в табл. 3.

Из таблицы видно, что у этого автомобиля с бесступенчатой трансмиссией все параметры лучше, чем у него же с другими типами трансмиссии. Однако число деталей у нее на 20—30 % больше, следовательно, выше и стоимость. И тем не менее она проще ГМП.

Несмотря на то, что бесступенчатые трансмиссии постепенно находят все более и более широкое применение, до массового их внедрения еще далеко: не преодолены сложности и проблемы, связанные с их созданием.

Например, не решена проблема долговечности тягового фрикционного элемента вариатора. Именно это, в частности, делает практически бесперспективным применение клиноремennых вариаторов с неметаллическим ремнем в бесступенчатых трансмиссиях легковых автомобилей. Правда, рассмотренные выше современные вариаторы “Трансматик” и PIV ее решают, но слишком дорогой ценой: за счет весьма сложных в конструктивном и технологическом планах многослойных лент из запрессованных друг

друга с определенным натягом нескольких стальных сверхтонкостенных колец из специальной стали (вариатор “Трансматик”); особой поверхностной термохимической обработки осей и шкивов, позволяющей обеспечить твердость свыше 62 HRC, лазерной точечной сварки закаленных осей цепи с зоной отпуска вокруг точки не более 0,2 мм и др. (вариатор PIV).

Большинство из этих технических решений — “ноу-хау” фирм-разработчиков, поэтому публикации в данной области крайне редки и неопределенны, в основном рекламного характера, что делает весьма затруднительным анализ таких решений.

Существует проблема создания системы управления бесступенчатой трансмиссией. Дело в том, что условия движения автомобиля постоянно изменяются (например, при переезде колеса через бордюрный камень с малой скоростью крутящий момент на валу двигателя мгновенно возрастает от нулевого или даже отрицательного значения до максимального, а затем столь же быстро уменьшается). Все это может привести к возникновению резонансных явлений в системе “двигатель—трансмиссия—автомобиль”, на которые столь же мгновенно должна реагировать система управления. Весьма чувствительной должна быть эта система потому, что вариатор должен максимально быстро и качественно переводить двигатель с одного установившегося режима работы на другой. Однако быстрые изменения крутящего момента могут вызвать пробуксовывание и аварийный выход из строя тягового элемента бесступенчатой трансмиссии (например, цепь вариатора PIV допускает буксование не более 50 мс). Значит, система управления должна достаточно быстро поднять давление прижатия, чтобы этого не произошло.

Как уже отмечалось выше, в состав бесступенчатой трансмиссии входят механизм реверса, сцепление и другие элементы. Они не должны оказывать влияние друг на друга (например, если в процессе трогания, когда сцепление еще не полностью включилось, начнет изменяться передаточное число трансмиссии, это приведет к затягиванию буксования сцепления и повышенному его изнашиванию).

В процессе движения автомобиля частота вращения коленчатого вала двигателя может упасть до величины, соответствующей началу буксования сцепления. Очевидно, что система управления не должна его допустить. Она же должна своевременно выключать сцепление, когда это необходимо.

Решать эти задачи можно различными способами. Например, замкнуть систему управления вариатором и сцеплением перекрестными обратными связями,

Параметр автомобиля	Механическая трансмиссия		Автоматическая гидромеханическая трансмиссия		Бесступенчатая трансмиссия с вариатором PIV
	четырехступенчатая	пятиступенчатая	трехступенчатая	четырехступенчатая с блокируемым трансформатором	
Расход топлива, л/100 км:					
городской цикл	10,1	10,1	10,1	9,8	8,6
при 90 км/ч	6,5	5,7	7,2	5,9	5,6
при 120 км/ч	9,2	8,0	10,1	8,5	8,5
средний	8,6	7,9	9,1	8,1	7,6
Максимальная скорость, км/ч	158	158	153	155	154
Время разгона, с:					
с места до 100 км/ч	13,3	13,3	15,5	15,5	13,0
от 40 до 100 км/ч на скоростной передаче	24,0	24,0	—	—	—
Максимальный динамический фактор, %	48	48	50	50	48

запрещающими начинать регулирование передаточного числа вариатора до окончательного включения сцепления, а также выключать сцепление при любых частотах вращения коленчатого вала двигателя, если передаточное число трансмиссии отличается от максимального.

Необходимо также учитывать, что легковым автомобилем, главным образом, управляет непрофессиональный водитель, и поэтому автомобиль по основным принципам управления и своему поведению на дороге не должен отличаться от "обычного" автомобиля. Однако, если не принять специальных мер, при резком нажатии на педаль акселератора возможен столь резкий разгон двигателя, что не только весь его крутящий момент пойдет на раскрутку собственного маховика, но на это потребуются даже часть крутящего момента с колес, и автомобиль в первое мгновение получит отрицательное ускорение вместо положительного. Аналогичное явление может произойти и при резком отпуске педали акселератора. Значит, система управления должна оценивать условия движения и не допускать названных отклонений от нормы, в то же время не ограничивая разгон—замедление двигателя, когда возможно. Для этого в систему управления вводят сложные обратные связи по угловому ускорению коленчатого вала двигателя, скорости изменения передаточного числа вариатора и т. п.

Есть и еще один способ (предложен В. А. Петровым) — регулирование по крутящему моменту двигателя. Этот способ благодаря непосредственному измерению крутящего момента на выходном валу двигателя (за маховиком) обеспечивает весьма "мягкую" характеристику при высоком быстродействии и хорошем качестве переходного процесса.

При использовании на автомобиле автоматической трансмиссии возникают определенные сложности с получением режима "торможение двигателем", так как при отпуске педали акселератора система ав-

томатического управления стремится вывести двигатель на минимально возможную скорость вращения коленчатого вала, что приводит к очень "вялому" торможению. Происходит это потому, что одному и тому же отпущенному положению педали акселератора соответствуют два возможных режима движения — накат (движение с малым отрицательным ускорением) и торможение двигателем (движение с большим отрицательным ускорением). Система же управления не может определить желание водителя.

Для получения режима торможения двигателем на автомобилях с ГМП предусматривается, как известно, принудительное включение низших передач или ограничение автоматического переключения передач в сторону высших. При этом падение угловой скорости коленчатого вала ограничивается, и торможение двигателем получается более интенсивным, чем при обычном режиме движения. (Эти же режимы обеспечивают движение по скользкой дороге, когда любые переключения передач опасны из-за возможности проскальзывания колес.)

В существующих системах управления бесступенчатыми трансмиссиями включение режима "торможение двигателем" осуществляется или путем нажатия на педаль тормоза (при этом двигатель выводится на повышенную скорость вращения без подачи топлива), или с помощью включаемого водителем селектора режимов, в результате чего при отпуске педали акселератора угловая скорость коленчатого вала не падает до оборотов холостого хода, а поддерживается повышенной.

Таким образом, можно сказать, что основные трудности при проектировании бесступенчатой трансмиссии связаны с обеспечением высокой работоспособности тягового элемента и с созданием "интеллектуальной" системы управления.

## Содержание

### ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Подсобляев С. В. — Оценка экономической эффективности приемочного контроля . . . . .	1
Медведев С. В., Медведева Н. А. — Нормирование расхода топлива для карьерных самосвалов . . . . .	3
<b>КОНСТРУКЦИИ АВТОМОТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ</b>	
Бендикс Р. С. — Нестандартная модификация автомобиля "Иж" . . . . .	5
Анисимов В. М., Тарановский В. Р. — Микропроцессорная система управления автомобильным стартер-генератором . . . . .	6
Кондрашкин А. С., Филькин Н. М., Мезрин В. Г. — Комбинированная силовая установка для электромобиля . . . . .	9
Иванова Т. В., Галевко Ю. В., Никульников Э. Н., Енукидзе Б. М. — Шум шин: проблемы, методы и результаты испытаний . . . . .	11
<b>Новые теплообменники</b>	
Мацулевич М. Д. — Радиаторы для автомобилей "ГАЗель" . . . . .	14
Черкунов В. Б., Чехалова Н. А., Черкунов Б. В. — Теплообменный элемент из отходов . . . . .	15
Некрасов В. Г. — Устойчивость одноколейных автомобилей . . . . .	15
<b>Стабилизация давления на входе ТНВД дизелей</b>	
Басуров В. М., Абалаев А. Ю. — Расчет топливopодачи . . . . .	19
Юрц А. Э., Драгомиров С. Г. — Стабилизаторы давления подкачки . . . . .	20
Гостев К. А., Евграфов А. Н., Ерсак В. И. — Форма капота и обтекаемость автопоезда . . . . .	21
Панов В. В., Белов В. В., Шаранов А. М. — Для улучшения скоростной характеристики ДВС грузовых мотосредств . . . . .	22
Шапко В. Ф., Баранович М. Ф., Дунь С. В. — Сажа на выхлопе автомобилей КраЗ . . . . .	24
<b>АВТОТЕХОБСЛУЖИВАНИЕ</b>	
Волковичер Л. С., Клецкин Б. Э., Шелгаева А. В., Волковичер Ю. Л., Ушлик И. В. — Восстановление деталей на установке центробежного литья . . . . .	25
Ландо С. Я. — Фигурная резка тонколистового металла . . . . .	27
Хавторин С. В. — Что дает рециркуляция отработавших газов . . . . .	28

### ТЕХНОЛОГИЯ, ОБОРУДОВАНИЕ, МАТЕРИАЛЫ

Пирковский Ю. В., Шухман С. Б. — САПР и создание полноприводных автомобилей . . . . .	29
Перельман С. М., Гипсман И. А. — Для ускоренного проектирования кулачков гибочных автоматов . . . . .	31
Тимченко А. И. — Изготовление профильных соединений в различных типах производств . . . . .	31
Бобович Б. Б. — Клей и герметики для автомобилестроения . . . . .	35
<b>ИНФОРМАЦИЯ</b>	
В Ассоциации автомобильных инженеров России	
Гришин В. Ф., Рубцов С. В. — О совершенствовании системы сертификации автомобилотехники . . . . .	36
За рубежом	
"Лейпциг -96" . . . . .	37
Дорофеев Д. Г. — Бесступенчатые автоматические трансмиссии для легковых автомобилей . . . . .	37

### Ордена Трудового Красного Знамени издательство "Машиностроение"

Художественный редактор Т. Н. Погорелова  
Оператор компьютерной верстки И. С. Павлова  
Корректор Н. В. Козлова  
Сдано в набор 2.02.96. Подписано в печать 19.03.96.  
Формат 60x88 1/8. Бумага кн.-журн. Печать офсетная.  
Усл. печ. л. 4,9. Усл. кр.-отт. 5,88. Уч.-изд. л. 6,51. Зак. 245.  
Адрес редакции: 103012, Москва, К-12, Ветошный пр., 13,  
4-й этаж, комн. 424 и 427  
Телефоны: 928-48-62 и 298-89-18  
Оригинал-макет и электронная версия изготовлены компанией ЭЛЕКТРОНИНФОРМ, тел., факс 120-80-82  
Отпечатано в Подольской типографии  
Чеховского полиграфического комбината Комитета РФ по печати, 142110, г. Подольск, ул. Кирова, 25

# МАМИ

## МОСКОВСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО И ТРАКТОРНОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ -

единственный в России специализированный вуз,  
который готовит (по дневной, вечерней и заочной формам обучения)  
высококвалифицированных специалистов по конструированию, производству,  
маркетингу и сервисному обслуживанию автомобильной и тракторной техники.

*В 1996 году академия объявляет прием по следующим направлениям и специальностям:*

### Направления

- |   |   |
|---|---|
| ⇒ Менеджмент  | ⇒ Энергомашиностроение  |
| ⇒ Экономика   | ⇒ Наземные транспортные системы   |
| ⇒ Автоматизация и управление                          | ⇒ Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств |
| ⇒ Электротехника, электромеханика и электротехнология | ⇒ Метрология, стандартизация и сертификация                               |
|   | ⇒ Технологические машины и оборудование                                   |

### Специальности

- |   |   |
|---|---|
| ● Технология машиностроения                                 | ● Двигатели внутреннего сгорания  |
| ● Машины и технология высокоэффективных процессов обработки | ● Турбостроение   |
| ● Метрология и метрологическое обеспечение                  | ● Автомобиле- и тракторостроение  |
| ● Стандартизация и сертификация в машиностроении            | ● Сервис и техническая эксплуатация транспортных и технологических машин и оборудования |
| ● Металлорежущие станки и инструмент                        | ● Динамика и прочность  |
| ● Машины и технология литейного производства                | ● Дизайн  |
| ● Машины и технология обработки металлов давлением          | ● Электрооборудование автомобилей и тракторов   |
|   | ● Автоматизация технологических процессов и производств                                 |
|   | ● Менеджмент  |
|   | ● Маркетинг   |

МГААТМ - государственное учебное заведение, по окончании которого выдается диплом о высшем образовании: бакалавра технических наук (продолжительность обучения 4 года), инженера (5 лет), магистра технических наук (6 лет).

Выпускники академии работают на ведущих автомобилестроительных фирмах, автотранспортных предприятиях, в научно-исследовательских институтах и проектных организациях.

Абитуриенты, направляемые на учебу предприятиями, пользуются льготами при поступлении в академию.

Академия осуществляет довузовскую подготовку в специализированном лицее, инженерной школе, ряде базовых школ, политехническом колледже, на подготовительных курсах и подготовительном отделении.

В академии организован центр переподготовки и цикловой подготовки руководящих работников и специалистов, функционирующий на хозрасчетных началах. В нем обучаются сотрудники предприятий, организаций, студенты старших курсов и частные лица. Центр ведет переподготовку (по индивидуальным программам) инженеров по всем специальностям, указанным выше; по ее окончании выдает второй диплом о высшем образовании. Кроме того, ведется ускоренная (3,5 месяца) переподготовка лиц со средним техническим и высшим образованием с выдачей удостоверения о переподготовке по специальностям: "Динамика и прочность машин", "Автомобильная электроника", "Электрооборудование автомобилей и тракторов", "Сервис и техническая эксплуатация технологических машин и автоматизированного оборудования", "Динамика и диагностическое оборудование автомобилей", "Маркетинг".

Центр проводит также цикловую подготовку по направлениям: "Работа с ценными бумагами", "Английский и немецкий языки", "Секретарь-референт" (по желанию - с изучением иностранного языка), "Бухгалтерский учет". Организовано групповое и индивидуальное обучение работе на компьютере с учетом конкретных запросов обучаемых.

**День открытых дверей - 23 марта и 20 апреля.**

**Прием документов - с 24 июня до 13 июля.**

☎ *Справки по телефонам: 369-96-30, 369-96-31.*

*Телефон подготовительных курсов 274-23-76*

*Центр переподготовки и цикловой подготовки - 369-91-23*

✉ *Адрес академии: 105839, Москва, Б. Семеновская ул., 38.*

# АССОЦИАЦИЯ ПО ПРОИЗВОДСТВУ И ЭКСПЛУАТАЦИИ СКЛАДОВ И СКЛАДСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

*предлагает услуги,  
которые позволят Вам при незначительных затратах  
более рационально использовать складские помещения:*

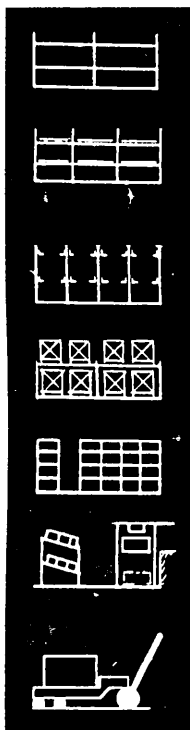
- увеличить в несколько раз объем хранения груза на складе
- механизировать погрузо-разгрузочные работы
- обеспечить надежный учет товаров.

*Стоимость нашего оборудования и услуг ниже, чем у зарубежных фирм.*

## Ассоциация обеспечивает

- ⊖ поставку сборно-разборных стеллажей в течение двух-трех недель
- ⊖ комплектную поставку оборудования для складов (стеллажи, средства механизации, краны-штабелеры, вспомогательное оборудование)
- ⊖ выполнение монтажных и пусконаладочных работ
- ⊖ сервисное обслуживание и ремонт складского оборудования
- ⊖ модернизацию складов
- ⊖ выполнение комплекса работ "под ключ" по внедрению механизированных, автоматизированных складов, транспортно-складских систем
- ⊖ поставку нестандартного складского оборудования (стеллажей, тары, поддонов, кранов-штабелеров).

## Предлагаем оборудование:



сборно-разборные стеллажи полочного типа под товары, хранящиеся на паллетах грузоподъемностью до 2 т. Высота стеллажа - 2,5 - 12 м, обслуживание авто- и электропогрузчиками

сборно-разборные стеллажи полочного типа с настилом - для хранения товара без паллет, для подсобных помещений магазинов, мелкооптовых складов

стеллажи проходного типа (глубокого хранения). Наиболее эффективны для оптовых складов товаров небольшой номенклатуры. Грузоподъемность одного места хранения - до 2 т

сборно-разборные стеллажи полочного типа для торговых залов мелкооптовой торговли. Грузоподъемность одного места хранения - до 2 т

передвижные стеллажи с ручным или электрическим приводом. Грузоподъемность одного места хранения - до 1 т

специальные стеллажи (по заказу), в том числе гравитационные, с площадками для досмотра, подъемными полками (подъемники) и т.п.

металлические тара, поддоны, в том числе стоечные для товаров в мешках, пакетах, для автомашин и т.д., гидравлические тележки (типа "Rokla") грузоподъемностью 2 т, в том числе с весами.

АО "ВИАС", Россия,  
109028, Москва, Тессинский пер., 5  
Телефон 916-04-03  
Телетайп 112803 "Бург"

АО ООМЗ "Транспрогресс", Россия,  
142600, Московская обл.,  
г. Орехово-Зуево, ул. Торфобрикетная, 18  
Телефон (8 09641) 2-25-72  
Телетайп 346828 "Порыв"