

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Томский государственный архитектурно-строительный университет»

А.Н. Мирошниченко

ТЮНИНГ АВТОМОБИЛЯ

Учебное пособие

Томск
Издательство ТГАСУ
2015

УДК 629. 33
ББК 39.33:30.82я7

Мирошниченко, А.Н. Тюнинг автомобиля [Текст] :
М64 учебное пособие / А.Н. Мирошниченко. – Томск : Изд-во Том.
гос. архит.-строит. ун-та, 2015. – 340 с.
ISBN 978-5-93057-641-2

В учебном пособии рассмотрены теоретические основы тюнинга автомобилей на предприятиях автомобильного сервиса. Учебное пособие предназначено для студентов технических вузов, обучающихся по профилю «Автомобильный сервис» направления подготовки бакалавров 190600.62 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» в соответствии с ГОС ВПО третьего поколения.

Учебное пособие написано на основе лекций по дисциплине «Тюнинг автомобилей на предприятиях автомобильного сервиса», читаемых автором студентам механико-технологического факультета ТГАСУ.

УДК 629. 33
ББК 39.33:30.82я7

Рецензенты:

докт. техн. наук, профессор, заведующий кафедрой «Автомобили и тракторы» ТГАСУ **Э.И. Удлер**;
генеральный директор технического центра ООО «Томскавтогазсервис» **Ф.Ф. Шайдт**.

ISBN 978-5-93057-641-2

© Томский государственный
архитектурно-строительный
университет, 2015
© Мирошниченко А.Н., 2015

ПРЕДИСЛОВИЕ

Сегодня тема тюнинга автомобилей стремительно набирает популярность во всем мире, в том числе и в России. Поэтому эта тема нашла отклик и в сфере высшего и среднего профессионального образования.

Учебное пособие написано на основе лекций по дисциплине БЗ.ДВ1 «Тюнинг автомобилей на предприятиях автомобильного сервиса», читаемых студентам механико-технологического факультета ТГАСУ в соответствии с ГОС ВПО третьего поколения.

В пособии рассмотрены теоретические основы тюнинга автомобилей на предприятиях автомобильного сервиса. Учебное пособие предназначено для студентов технических вузов, обучающихся по профилю «Автомобильный сервис» направления подготовки бакалавров 190600.62 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов».

Проблемы тюнинга получили освещение во многих учебных изданиях, но чаще всего как составные части комплексной проблемы сервисного технического обслуживания автомобилей. Это учебное пособие является попыткой систематизировать накопленную информацию по тюнингу автомобилей.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время сфера услуг в мировой экономике развитых стран играет определяющую роль. Так, доля сферы услуг в структуре ВВП (внутреннего валового продукта) США составляет 80 %, стран Западной Европы – 67–71 %. В отечественной экономике на сферу услуг приходится пока примерно 50 % ВВП.

Среди широкой номенклатуры услуг особое место занимают услуги автомобильного сервиса. Политические и социально-экономические преобразования, произошедшие в России, способствовали возрождению и развитию отечественного автомобилестроения, а также увеличению импорта иностранных автомобилей. Это привело к быстрому росту парка легковых автомобилей. Из года в год доля иномарок увеличивается и сейчас составляет примерно 25 %. Среди иномарок достаточно много престижных и дорогих автомобилей. Это – наглядный показатель значительно выросшего благосостояния российских граждан.

Отечественный автомобильный сервис стремительно прогрессирует. Постоянный рост автомобильного парка страны обусловил увеличение производственных мощностей, т. е. увеличение количества предприятий автосервиса, повышение уровня их технической оснащенности и профессионализма работников.

Одновременно изменяются требования и запросы клиентов автосервиса. Они становятся более разборчивыми и требовательными. Поэтому значительно возрос перечень автомобильных услуг, что повлекло за собой создание универсальных станций технического обслуживания автомобилей (СТОА). Среди большого количества структурных подразделений СТОА появились новые: секторы тюнинга и продаж запасных частей и аксессуаров.

Тюнинг является одной из современных разновидностей автомобильного сервиса, порожденных новыми вкусами и потребностями автовладельцев.

Тюнинг автомобиля – это техническое воздействие на автотранспортное средство, направленное на улучшение его потребительских свойств, т. е. на удовлетворение требований владельца автомобиля, не связанных с изменением основной функции автомобиля как транспортного средства и не приводящих к снижению его надежности.

В переводе с английского tuning дословно означает «настройка», «регулировка». Следовательно, тюнинг автомобиля можно понимать как настройку или подготовку автомобиля в соответствии с пожеланиями клиента, который заказывает услугу. В технической литературе иногда тюнинг называют **модификацией**.

Тюнинг систем, в результате которого изменяются эксплуатационные свойства автомобиля (модификация двигателя, трансмиссии, тормозной системы, системы управления), называется дооборудованием (переоборудованием) автомобиля.

Что же побуждает владельцев серийных автомобилей, чаще всего автомобилей современных, иногда престижных и очень дорогих, тщательно разработанных и изготовленных на знаменитых автомобильных заводах, многократно испытанных на заводских треках, пользующихся спросом на потребительском рынке, выполнять тюнинг, т. е. вносить изменения и дополнения во внешний облик и даже конструкцию своего любимого «железного коня»?

Вопрос непростой, и однозначно ответить на него нельзя. Очевидно, что ответов может быть столько же, сколько существует заказчиков тюнинга.

Одни автовладельцы желают изменить внешний вид автомобиля для того, чтобы сделать его более заметным в транспортном потоке (ведь яркие автомобили более заметны в любое время суток); другие стремятся сделать его отличающимся от автомобилей аналогичных моделей, которыми обладают друзья и знакомые; третьи – любители острых ощущений – улучшают тягово-скоростные свойства серийного автомобиля, приближая его к спортивному варианту; а иные, так называемые мастера-

золотые руки, по своей натуре испытывают острую потребность улучшать конструкцию узлов и агрегатов в соответствии со своими представлениями о совершенстве. Ведь, как известно, совершенству предела нет!

Спортивные клубы подвергают серьезному тюнингу автомобили (как легковые, так и грузовые), предназначенные для участия в спортивных соревнованиях автомобилей, ралли. Таким образом, тюнинг – это искусство придать индивидуальность одному из сотен тысяч одинаковых автомобилей, выпускаемых автомобильной промышленностью. Чаще всего тюнингу подвержены легковые автомобили. Правда, иногда в литературе встречается мнение, что дооборудование спортивных автомобилей не является тюнингом. Но существа дела это не меняет.

В настоящее время тюнинг автомобилей в России получил довольно широкий размах, а за рубежом он давно уже стал настоящим искусством и прибыльным бизнесом. Поскольку количество потенциальных заказчиков тюнинга постоянно растет, создаются необходимые условия для удовлетворения соответствующих запросов автовладельцев. На удивление, современному тюнингу стали подвергаться автомобили еще советского производства: ГАЗ, ВАЗ, АЗЛК. Но это вполне объяснимо. Качество металла позволяет автомобилям, выпущенным в 70–80-х гг. прошлого века, по-прежнему быть в строю. Конечно, время дает о себе знать, однако именно из таких автомобилей народные умельцы часто создают настоящие шедевры тюнинга.

Физические лица, организации или предприятия (фирмы), выполняющие тюнинг автомобилей, в литературе называются ***тюнерами***.

После окончания вуза многие выпускники, получившие дипломы о высшем образовании по направлению «автомобильный сервис», реализуя полученные знания и навыки в своей профессиональной деятельности, могут стать тюнерами. В настоящем учебном пособии изложены основы теории тюнинга автомобилей и некоторые практические рекомендации.

Тюнинг весьма многообразен. Одно учебное пособие не в состоянии осветить все аспекты технологического процесса, называемого тюнингом. Поэтому выпускнику вуза, посвятившему свою профессиональную деятельность автомобильному сервису, необходимо учиться тюнингу всю жизнь, тем более что технический прогресс не стоит на месте.

Поскольку большинство выпускников вуза сами являются автовладельцами и у многих из них может возникнуть естественное (а также модное) желание подвергнуть тюнингу свой автомобиль, то при написании текста учебного пособия автор попытался поставить студента – будущего работника автомобильного сервиса – как в положение тюнера, так и в положение заказчика, по проекту которого должен выполняться тюнинг. Это будет способствовать лучшему пониманию многих деликатных проблем технического, организационного и правового характера, связанных с тюнингом автомобилей.

В процессе изучения технологических процессов тюнинга может сложиться впечатление, особенно у специалистов по технической эксплуатации автомобилей, что некоторые виды тюнинга аналогичны техническому обслуживанию (ТО) или текущему ремонту (ТР) автомобиля, например регулировка угла опережения зажигания или замена некоторых деталей, узлов и даже агрегатов.

Это не так, потому что у тюнинга и технического обслуживания или ремонта автомобилей разные цели. ТО и ТР автомобилей проводятся с целью предотвращения либо устранения отказов и неисправностей, которые могут возникнуть или возникают при эксплуатации автомобиля. ТО проводится по плану в зависимости от пробега автомобиля, а ТР – по необходимости. Тюнинг же выполняется даже на новом автомобиле. Его главной задачей является удовлетворение пожеланий заказчика, пусть иногда и очень амбициозных.

1. ТЮНИНГ КАК СФЕРА УСЛУГ

1.1. Виды тюнинга

По виду выполняемых работ (услуг) различают тюнинг внутренний, тюнинг внешний, аэрографию, дооборудование (или технический тюнинг) и антикоррозионную защиту. В зависимости от целей и места проведения тюнинга он может быть заводским, предпродажным или выполненным в специализированном (тюнинговом) ателье.

Внутренний тюнинг. Цель внутреннего тюнинга – изменение интерьера салона, т. е. его улучшение в соответствии со вкусом владельца автомобиля, в большинстве случаев, автомобиля легкового. Производится декоративная отделка салона под металл, дерево или карбон; изменяется внутренняя обивка салона материалами последнего поколения, добавляется изысканная оплетка рулевого колеса; устанавливаются сиденья анатомического типа, многоточечные ремни безопасности, новые красивые ручки рычага коробки передач, накладки на педали; заменяются коврики на более современные и экологичные; выполняется неоновая подсветка, добавляется современная аудиосистема, GPS-навигатор, авторегистратор, телевизор, мобильный телефон или рация и многое другое. Используя современную терминологию, можно сказать, что производится рестайлинг автомобиля.

Рестайлинг – это добавление новых опций в стандартные комплектации автомобиля и небольшое косметическое изменение для того, чтобы освежить его внешний вид. Обычно рестайлингу подвергаются автомобили последних лет выпуска.

Внешний тюнинг. Он предполагает, в частности, установку новых колесных дисков, спойлеров, антикрыльев, накладок на пороги и колесные арки; замену бамперов, воздухозаборников, декоративных решеток радиатора; установку дополнительных зеркал, аэродинамического обвеса; использование аэрографии; монтаж рейлингов на крыше автомобиля, кенгурятников и т. п.

Необходимо учитывать, что внешний тюнинг – явление довольно противоречивое. При установке различных наружных аксессуаров автомобиль несомненно становится более привлекательным, но аэродинамика его кузова ухудшается. Объективно проконтролировать степень изменения аэродинамических показателей в условиях СТОА сложно, т. к. для этого необходима специальная лаборатория, оснащенная аэродинамической трубой. Только продувка автомобиля в аэродинамической трубе по аналогии с продувкой летательных аппаратов может выявить величину изменения аэродинамического сопротивления машины. Однако стоимость таких исследований очень высока, и поэтому для частных автовладельцев они нецелесообразны.

Аэрография. Это техника нанесения рисунка с помощью специального прибора – аэрографа на любую поверхность автомобиля. Эксклюзивные, неповторимые рисунки на кузове придают индивидуальность автомобилю и снижают вероятность его угона.

Технический тюнинг (дооборудование, переоборудование). Технический тюнинг автомобиля – это более высокий уровень тюнинга. Он имеет целью изменение параметров трансмиссии, рулевого управления; увеличение мощности двигателя (форсирование ДВС), увеличение максимальной скорости автомобиля; улучшение его тормозных свойств; придание автомобилю спортивного стиля и т. д. Следствием технического тюнинга является изменение некоторых эксплуатационных свойств автомобиля, например динамичности, управляемости, устойчивости, топливной экономичности.

К техническому тюнингу следует отнести тюнинг автомобильного двигателя, трансмиссии, рулевого управления и тормозной системы. Технический тюнинг требует выполнения сложных и трудоемких технологических операций, которые возможны только при наличии специального оборудования.

Тюнинг двигателя, в частности, предполагает изменение конструкции систем впуска горючей смеси и выпуска продуктов

сгорания, изменение формы камер сгорания и клапанов, установку новых распределительных валов с расширенными фазами газораспределения и увеличенной высотой подъема кулачков, замену коленчатого вала с увеличенными размерами кривошипов, монтаж турбонагнетателя и т. д. Может возникнуть потребность изменения микропроцессорной программы управления двигателем.

Тюнинг трансмиссии требует внесения изменений, затрагивающих агрегаты и узлы автомобиля. Например, может быть произведена замена редуктора главной передачи или механической ступенчатой коробки передач на другую с увеличенным количеством ступеней и, может быть, с иным законом распределения передаточных чисел. Это поможет удерживать частоту вращения вала двигателя в зоне максимального крутящего момента, избежать «провалов» скоростного режима при переключениях передач, интенсивнее разгонять автомобиль.

Многие такие работы невозможны без серьезных инженерных расчетов или большого практического опыта тюнера.

Тюнинг тормозной системы и рулевого управления также является очень важным аспектом технического тюнинга, требующим специальных знаний. При доработке тормозной системы следует учитывать, что до 80 % всей работы тормозных механизмов выполняют тормоза передних колес, поэтому они требуют интенсивного охлаждения, особенно после форсирования ДВС и увеличения скорости движения автомобиля. С целью улучшения эффективности тормозной системы могут быть размещены значительно большие по размеру тормозные вентилируемые диски, а также более мощные тормозные механизмы, основные параметры конструкции которых должны быть тщательно рассчитаны специалистами.

Спортивный стиль – еще одно из направлений технического тюнинга. Спортивный стиль предполагает установку следующих элементов:

– форсированного двигателя;

- конструкций, усиливающих кузов (балки жесткости, дуги безопасности и т. п.);
- колес с низкопрофильными шинами для снижения центра масс автомобиля;
- спортивной тормозной системы, содержащей вентилируемые тормозные диски, алюминиевые суппорты с направляющими из нержавеющей стали, тормозные шланги, которые армированы обмоткой из нержавеющей стали, высокоэффективные тормозные колодки;
- двух- или многодискового спортивного фрикционного сцепления без демпферных пружин;
- облегченного маховика двигателя, т. е. маховика с меньшим моментом инерции;
- спортивного глушителя, обладающего минимальным аэродинамическим сопротивлением;
- воздушного фильтра с высокой степенью фильтрации, но с минимальным сопротивлением воздушному потоку.

Один из характерных примеров – установка спортивного глушителя. Такие глушители производятся для отечественных двигателей с 1999 г. из нержавеющей стали, имеют внутренний диаметр от 48 до 63 мм и могут устанавливаться практически на любой автомобиль. Глушитель прямоточного типа обладает заметно меньшим противодавлением (сопротивлением движению выхлопных газов) и может быть уместным дополнением к форсированному двигателю. Недостаток – высокий уровень шума.

Антикоррозионная защита автомобиля. Антикоррозионная защита автомобилей крайне необходима, т. к. многие автомобили хранятся на открытых стоянках, при эксплуатации подвергаются действию атмосферной пыли и влаги, содержащей химически агрессивные вещества, поскольку в населенных пунктах в зимнее время дороги обрабатываются специальными реагентами, оказывающими негативное влияние на металлические части автомобилей. Все ведущие автопроизводители на своих заводах выполняют антикоррозионное покрытие автомобилей.

Антикоррозионное покрытие с течением времени разрушается, поэтому его периодически необходимо восстанавливать либо заменять качественно новым антикоррозионным составом. Это и составляет предмет **антикоррозионного тюнинга**.

Заводской тюнинг. Заводской тюнинг предполагает выполнение заказа будущего автовладельца еще на стадии изготовления автомобиля, т. е. в заводских цехах либо у дилера. Заказчик может выбрать один из вариантов комплектации автомобиля из тех, что предлагаются в автосалоне, например, выбрать цвет кузова, обивку салона. Он даже может заказать вариант автомобиля с другим двигателем, усиленной подвеской и т. п. Однако возможности заказчика здесь ограничены, и такие услуги стоят очень дорого.

Тюнинговые ателье. Это специализированные предприятия автосервиса, в которых выполняются наиболее сложные проекты технического тюнинга. Они оснащены специализированным технологическим оборудованием и имеют высококвалифицированный персонал. После выполнения тюнинга такие ателье предоставляют заказчику гарантии на выполненные работы и дают подробные инструкции по эксплуатации переделанного ими автомобиля, поскольку такой автомобиль уже не считается серийным.

Например, известные иностранные тюнинговые ателье Brabus Karlsson (тюнинг автомобилей марки Mercedes) Tech Art и Cartonic (тюнинг автомобилей Porsche) после выполнения технического тюнинга, т. е. после частичной переделки автомобиля, устанавливают на нем свой товарный знак. А фирма AMG (Германия) получает с конвейеров автозавода Mercedes кузова автомобилей, дорабатывает их в соответствии с пожеланиями заказчика и затем вновь передает на завод, после чего их собирают в тюнинговом ателье. Такая технология является гарантией высокого качества выполненных работ и поддерживает высокий престиж фирмы.

Предпродажный тюнинг. В соответствии с названием предпродажный тюнинг проводится в автосалоне перед непо-

средственной продажей автомобиля. Заказчик, т. е. покупатель, может заказать аудиосистему, центральный замок, систему сигнализации, противоугонную систему и ряд других аксессуаров, приспособлений, повышающих удобство и безопасность эксплуатации автомобиля.

Кроме того, предпродажный тюнинг имеет еще одно очень важное достоинство: установка всех этих систем и дополнительного оборудования у официального дилера не приводит к прекращению действия гарантийных обязательств завода-изготовителя в отношении нового автомобиля.

Все перечисленные виды тюнинга относятся к разряду *официальных*.

1.2. Встреча с законом

Перед началом тюнинга и в процессе его выполнения перед заказчиком возникает множество крупных и мелких проблем.

Первая проблема состоит в том, что для выполнения качественного тюнинга необходимо заранее продумать всю его процедуру и представить ее в виде своеобразного проекта. Это можно сделать только при участии профессионалов.

Но самая важная, главная проблема – это выполнение требований Его Величества Закона. Во всех промышленно развитых странах, обладающих развитой автомобильной промышленностью, тюнинг автомобилей строго регулируется. Существует множество нормативных актов различного уровня, которые не разрешают самовольно вносить изменения в конструкцию автомобиля.

В России порядок контроля за внесением изменений в конструкцию транспортных средств установлен приказом МВД РФ № 1240 от 2000 г. (ред. от 19.02.2007 г.). Целью контроля является подтверждение соответствия внесенных изменений требованиям стандартов и других нормативных актов, которые регламентируют безопасность дорожного движения.

Страны, подписавшие Конвенцию ООН о дорожном движении, разработали с участием России и приняли Соглашение о единообразных условиях технического контроля колесных транспортных средств. Во всех цивилизованных странах отработаны общие организационные и технологические принципы инструментального контроля. Поэтому к автомобилям повсюду предъявляются примерно одни и те же требования.

Необходимо помнить, что при внесении любых изменений в автомобиль следует, прежде всего, выполнять требования Правил дорожного движения (ПДД) к техническому состоянию автомобиля и к его безопасности. Наиболее важные из этих требований приводятся в Приложении к «Основным положениям», т. е. к ПДД.

Например, в п. 3 «Основных положений» говорится, что оборудование транспортных средств, участвующих в дорожном движении, в части, относящейся к безопасности движения и охране окружающей среды, должно отвечать требованиям соответствующих стандартов, правил и руководств по технической эксплуатации этих транспортных средств.

Не следует забывать, что замена узлов и агрегатов, требования к которым регламентируются Правилами, должна быть согласована также и с предприятием-изготовителем транспортного средства или с иной уполномоченной на то организацией (см. ст. 7.14 Приложения к ПДД).

В Приложении к «Основным положениям» по допуску транспортных средств к эксплуатации и обязанностям должностных лиц по обеспечению безопасности дорожного движения содержится Перечень неисправностей и условий, при которых запрещается эксплуатация транспортных средств. Перечень основан на требованиях ГОСТ Р 51709–2001 и других нормативных документов, в том числе – международных. Он определяет требования к эксплуатационной безопасности транспортных средств. Пункт 7.18 этого Перечня запрещает эксплуатацию

транспортного средства, если изменения в его конструкцию были внесены без разрешения ГИБДД (ГАИ) или иных органов, определяемых Правительством Российской Федерации.

Кроме того, в п. 15 «Основных положений» написано: соответствующие должностные и иные лица в случаях, предусмотренных действующим законодательством, в установленном порядке согласовывают «...внесение изменений в конструкцию зарегистрированных транспортных средств, влияющих на обеспечение безопасности дорожного движения».

Об изменениях в автомобиле должна быть поставлена в известность страховая компания автовладельца. Они (изменения) должны быть согласованы с центром инструментального контроля ГИБДД (ГАИ).

Безопасность замены любого элемента конструкции должна быть проверена перед началом эксплуатации автомобиля, подвергшегося тюнингу. Нельзя эксплуатировать машину, не отвечающую требованиям безопасности. А продажа такого автомобиля вообще незаконна.

В большинстве случаев ни завод-изготовитель, ни СТОА не дают гарантий безопасности автомобиля после внесения в него изменений. Никто не будет возмещать владельцу автомобиля экономический или иной ущерб, если замененная по желанию заказчика деталь явится причиной аварии. Поэтому, прежде чем решаться на тюнинг, связанный с заменой стандартных заводских деталей, необходимо хорошо подумать и взвесить все доводы «за» и «против». Только автовладелец-заказчик несет полную ответственность за пригодность к эксплуатации и безопасность автомобиля после проведения тюнинга.

Официальных ограничений очень много, и на первый взгляд кажется, что с серийным автомобилем почти ничего нельзя сделать, не войдя в противоречие с законом. Но это не совсем так!

Действительно, существует свод нормативов, касающийся конструкции автомобиля, которым руководствуются заводы-

изготовители и Государственная автомобильная инспекция по безопасности дорожного движения МВД РФ. Этот свод нормативов определяет, что можно делать, а что нельзя, и как это должно быть на самом деле. Теоретически только на его основе можно указать, какие изменения в конструкции автомобиля допустимы, а какие – нет. Но мало кто знает этот перечень от начала до конца, тем более что он постоянно изменяется и обновляется.

Несмотря на существование этого свода нормативных актов, при попытке связать закон и модификацию конструкции автомобиля становится ясно, что ничего в этом вопросе не ясно. Многие положения свода нормативов носят слишком общий характер, поэтому нельзя точно и определенно сказать, что в автомобиле можно переделывать, а что нельзя.

При формальном подходе к результатам тюнинга любой инспектор ГИБДД, остановивший автомобиль для проверки, легко может зафиксировать нарушения нормативных требований. Например, установка нового рулевого колеса от автомобиля какой-нибудь всемирно знаменитой фирмы может быть интерпретирована как нарушение ч. 2 ст. 12.5 КоАП РФ «Управление транспортным средством с заведомо неисправным... рулевым управлением». Следствием этого может явиться запрет на эксплуатацию автомобиля.

Здесь нет ничего удивительного. Юристы, да и простые граждане, знают, что любая статья даже гражданского, уголовного или уголовно-процессуального кодексов может допускать различное толкование в определенных рамках. Иначе институт адвокатов был бы не нужен. Поэтому и свод нормативов, касающийся конструкции автомобиля, не может обьять необьятное. В этом случае техническое решение, на которое не удастся получить официального разрешения от соответствующих инстанций вследствие не вполне полной определенности формулировок, должен принять заказчик, т. е. автовладелец. Вместе с этим он автоматически возлагает на себя персональную ответственность за возможные негативные последствия тюнинга.

Практика показывает, что, к сожалению, большинство изменений, внесенных в конструкцию автомобиля при тюнинге (особенно техническом), противоречит действующим государственным стандартам (ГОСТ). Например, установка задних дисковых тормозов на модели автомобиля, конструкция которого этого не предусматривает, является нарушением закона и расценивается как неисправность, при которой транспортное средство нельзя эксплуатировать. Изменение конструкции тормозов и геометрии кузова, нестандартное освещение, стробоскопы, ревущий выхлоп двигателя и т. п. – все это неправомерное внесение изменений в конструкцию автомобиля.

В соответствии со ст. 12.20 КоАП РФ «Нарушение правил пользования внешними световыми приборами...», установка дополнительных фар может привести к штрафу. Стандарт допускает установку на автомобиль только двух дополнительных фар, но при условии, что это предусмотрено заводом-изготовителем.

Освещение синим цветом форсунок омывателя лобового стекла может расцениваться как несанкционированный «фейслифтинг», т. е. коррекция цветовой гаммы и расположения внешних световых приборов, что недопустимо согласно перечню неисправностей, запрещающих эксплуатацию транспортного средства. Запрещаются также синие габаритные огни и противотуманные фары любого цвета, кроме белого и желтого, неоновая подсветка номера, светящиеся пороги и даже лампочка на кончике антенны. Последнее является наглядным примером бюрократизированности формулировок этого свода нормативов.

ГОСТ Р41.51–99 регламентирует шум, производимый транспортными средствами, имеющими не менее четырех колес. Поэтому выпускная система спортивного типа, допускающая «рев» двигателя, должна будет признана неисправной, и эксплуатация транспортного средства будет запрещена.

Необходимо учитывать, что многие модифицированные детали автомобиля и его двигателя, которые подлежат обяза-

тельной регистрации в ГАИ, не имеют необходимых сертификатов. Эта проблема касается в первую очередь фирм-импортеров и российских производителей, не обеспечивающих соответствующими документами продукцию, поставляемую ими на рынок. Кроме того, многие автовладельцы обращаются к мелким частным тюнинговым компаниям, мастерам-самоучкам, у которых нет ни сертификатов, ни достаточного опыта по переоборудованию автомобилей. Иногда даже отсутствует лицензия.

Поэтому в погоне за большой мощностью двигателя, за очень высокой скоростью автомобиля часто игнорируются требования безопасности, а из-за недостаточной профессиональной подготовки тюнеров не проводятся расчеты прочности деталей шатунно-поршневой группы ДВС, жесткости кузова, управляемости автомобиля и его устойчивости при повышенных скоростях и ускорениях автомобиля. Между тем возможны такие эксплуатационные режимы, при которых модифицированные детали не выдерживают повышенных нагрузок и разрушаются.

Конечно, наиболее целесообразно пройти весь путь официальной регистрации тюнинга. «Легализация» тюнинга требует больших затрат сил, времени и нервов. Однако, если все официальные разрешения получены, то это лучшая гарантия того, что улучшенный тюнингом автомобиль благополучно преодолеет все не только технические, но и организационные, а также и юридические проблемы, связанные с его эксплуатацией.

Копии тех официальных разрешений на модификацию автомобиля, которые удалось получить, необходимо всегда иметь при себе при поездке на автомобиле. Любой инспектор ГИБДД вправе проверить законность тех или иных изменений в конструкции или внешнем виде автомобиля. Например, он может потребовать документы на новую аудиосистему, установленную на автомобиле, чтобы убедиться в законности ее приобретения, и т. п.

1.3. Модификации, привлекающие внимание

Если автовладелец решился на внешний тюнинг своего автомобиля, пусть даже не очень значительный, он должен быть уверен, что выполненные модификации законны. В случае отсутствия уверенности на этот счет не лишним будет знать хотя бы некоторые причины, по которым инспектор ГИБДД может предъявить водителю законные претензии.

Номерные знаки. Форма номерных знаков, их начертание и размеры регламентируются соответствующим государственным стандартом и Правилами дорожного движения. Достаточно перенести задний номерной знак в другое место или изменить способ его установки, и этот факт уже является нарушением.

Ситуация усугубляется тем, что в настоящее время повсеместно устанавливаются автоматические камеры видеонаблюдения за дорожным движением, и номерной знак автомобиля здесь играет решающую роль. Видеокамера автоматически фиксирует несоответствие номерного знака установленным требованиям и передаст эту информацию в компьютерный центр обработки информации. Компьютер не знает, почему изменена форма или место установки номерного знака, и может расценить это как попытку водителя скрыться от контроля. В результате автомобиль неизбежно будет задержан инспектором ГИБДД.

Наказание за это нарушение не является очень значительным, но водителю придется не только заплатить штраф, но и объяснять причины как этой модификации, так и некоторых других, которые имеются на этом автомобиле и будут обнаружены при его осмотре.

Световые приборы. Водители-энтузиасты в первую очередь любят заменять световые приборы автомобиля. И инспекторы ГИБДД об этом хорошо знают. Если все же замена световых приборов выполнена профессионально, приборы правильно работают, то в чем может заключаться проблема?

Прежде всего необходимо помнить, что тип, цвет, расположение и режим работы наружных световых приборов должны соответствовать требованиям завода-изготовителя к конструкции конкретной модели автомобиля. Используемые в приборах лампы должны соответствовать типу приборов. Особое внимание следует обратить на иностранные модели автомобилей с правосторонним рулевым управлением. На некоторых из них установлены светоотражатели и противотуманные фары в соответствии с требованиями, действующими в странах с левосторонним движением. Они могут противоречить законодательству России, где принято правостороннее движение.

При замене фар следует иметь в виду, что они должны быть отрегулированы в соответствии с принятым в России ГОСТ Р 51709–2001. На противотуманные фары никакие ограничения Правилами дорожного движения не предусмотрены.

Чтобы сделать фонари более привлекательными, многие автовладельцы предпочитают их подкрашивать, вместо того чтобы заменить на новые. Но никто точно не знает, до какой степени можно их подкрашивать. Здесь поможет лишь здравый смысл. Лучше поручить это специалисту. Но совершенно очевидно, что это послужит еще одним поводом для привлечения внимания сотрудника ГИБДД.

Неоновые лампочки считаются незаконными как для внутреннего освещения, так и для наружного. Считается, что такой свет отвлекает окружающих участников дорожного движения. Если такие лампочки установлены в салоне, то целесообразно пользоваться ими только во время стоянки.

Колеса большого размера. Молодые водители любят заменять штампованные стальные диски колес на литые из алюминиевого сплава, тем более что почти все современные автомобили оснащаются такими дисками. Кроме того, для солидности новые диски оснащаются шинами большого размера. В этом случае необходимо следить, чтобы колеса не задевали крылья кузова или не выступали из-под них.

И то и другое может стать предметом неприятного объяснения с сотрудниками ГИБДД. Они могут предъявить обвинение в эксплуатации автомобиля, не удовлетворяющего условиям безопасности. Оправданием служит лишь сертификат изготовителя.

Опущенная подвеска. Иногда для снижения центра масс кузова при тюнинге подвески уменьшают дорожный просвет автомобиля. Дорожный просвет может стать меньше также после установки новой тюнинговой системы выпуска отработавших газов, например, за счет глушителя больших размеров либо вследствие установки новых трубопроводов топливной и тормозной систем.

Подобный тюнинг следует выполнять только в том случае, когда водитель гарантирует постоянное использование своего автомобиля только по дорогам отличного качества. Маленький дорожный просвет окажется неприятной помехой при движении по неровным дорогам, когда автомобиль начнет подпрыгивать на ухабах. При движении по разбитому асфальту в темное время суток за автомобилем обязательно потянется шлейф искр. Опасность получения повреждений днища автомобиля и новых трубопроводов при этом значительно серьезнее того, что такой стиль езды несомненно привлечет внимание сотрудников ГИБДД.

Выпускная система. Самое простое, что приходит на ум водителю – любителю острых ощущений, это удаление глушителя и замена его отрезком прямой трубы. Само собой разумеется, что выхлопная труба не должна выступать за пределы задней части автомобиля, чтобы не представлять опасности для пешеходов. Конечно, эта новая выхлопная система будет издавать громкий ревущий звук, что сразу же привлечет внимание инспектора ГИБДД. Он еще и потребует проверить состав выхлопных газов на предмет их токсичности. Разумеется, тест на токсичность будет отрицательным. Необходимо будет вернуть автомобиль в исходное состояние и снова пройти техосмотр.

Наборы для кузова. Все тюнинговые наборы для модификации кузова, которые имеются в официальной продаже, со-

ответствуют всем требованиям и приспособлены для установки на тех автомобилях, для которых они предназначены.

Проблемы появляются тогда, когда кузов начинают украшать самоделками вроде мощного заднего спойлера или переднего рассекателя воздуха. Одни неправильно установленные детали могут затруднять видимость водителю. Другие, например неправильно закрепленные, может сорвать набегающий поток воздуха. Это становится опасным для остальных участников дорожного движения. За это водителей пока законодательно не наказывают, но сотрудники ГИБДД на заметку берут.

Прочие модификации. Их невозможно перечислить, потому что невозможно даже вообразить все варианты внешнего тюнинга автомобиля, которые способен придумать креативный автовладелец. Поэтому конкретные тюнинговые решения проверяются конкретными жизненными ситуациями.

1.4. Поиск тюнера

Специалистов, занимающихся тюнингом автомобилей, сейчас много. Это могут быть представители так называемого малого бизнеса, т. е. одиночки, которые готовы выполнять тюнинг автомобиля у себя в гараже. Существуют крупные и средние фирмы, объединяющие таких специалистов и имеющие достаточный набор разнообразного оборудования для выполнения любых работ.

Если автовладелец заинтересован в создании надежной и высокоэффективной обновленной машины, то без помощи тюнера ему не обойтись. Какого же тюнера выбрать? Во-первых, это зависит от вида выбранного заказчиком тюнинга и от его стоимости.

Наиболее распространенными пожеланиями автовладельцев обычно являются:

1. Тюнинг как сфера услуг

- улучшение характеристик двигателя внутреннего сгорания (ДВС);
- улучшение характеристик трансмиссии;
- подбор автомобильных колес и шин к ним, оптимальных размеров рулевого колеса, тормозов, амортизаторов и других элементов подвески;
- установка современной системы звуковоспроизведения, охранной сигнализации, центрального замка;
- установка датчика дождя, датчиков наружного освещения;
- изменение внешнего вида автомобиля; аэрография;
- установка системы помощи при парковке и другие виды работ.

Самый простой вариант тюнинга – внешняя отделка: от банальных наклеек и молдингов, нанесения узоров и рисунков на кузов до пластиковых навесок, хромировок и переделки салона автомобиля. Поэтому часто, когда автолюбители говорят об автомобильном тюнинге, подразумевают именно тюнинг кузова и салона. Может быть, причиной такого мнения является то обстоятельство, что тюнинг двигателя и трансмиссии не столь бросается в глаза.

Однако от работы двигателя и трансмиссии потребительские свойства автомобиля зависят гораздо больше, чем от того, насколько красиво оформлен его кузов или салон. Для множества серьезных автолюбителей улучшение автомобиля начинается именно с тюнинга двигателя. Ведь желание иметь более динамичный автомобиль с гораздо более мощным двигателем зачастую сильнее желания иметь автомобиль, привлекательный внешне. По крайней мере, внешняя отделка у таких водителей отодвигается на второй план.

Особенно важен тюнинг двигателя и трансмиссии для автомобилей, участвующих в спортивных соревнованиях, ралли. Поэтому тюнинг автомобиля – это, прежде всего, тюнинг двигателя.

Есть квалифицированные и опытные мастера своего дела, которые знают хотя и не очень много (всего знать невозможно),

но способны из стандартного автомобильного двигателя сделать его форсированный вариант.

В отличие от мастера-одиночки грамотный коллектив профессионалов анализирует всю картину совместной работы всех систем двигателя, а не отдельных ее узлов. Комплексный подход позволяет модифицировать двигатель наилучшим образом, получить от него все, на что он способен, особенно если использовать детали хорошего качества.

При выборе тюнера автовладелец должен быть очень внимательным. Полезно поинтересоваться у тех заказчиков, которые имели дело с данным специалистом или с данной фирмой, удовлетворены ли они качеством работы? Несмотря на отличные рекомендации, которые можно получить о тюнере из различных источников, их впечатление о нем может оказаться обманчивым. Тюнеры – тоже люди. И им, для того чтобы жить, нужны деньги. Некоторые тюнеры-одиночки занимаются вовсе не тюнингом – они только продают детали. Иногда их устанавливают на автомобиль, выполняя простейший вариант тюнинга. Так что тюнер имеет два лица: с одной стороны, он хороший специалист, с другой – он бизнесмен, для которого главное – это получение прибыли.

С таким тюнером модификацию автомобиля целесообразно производить вместе. Автовладелец будет держать весь процесс тюнинга на контроле и параллельно набираться практического опыта. Тюнер в этом случае незаменим как консультант. Опытный специалист поможет автоладельцу сэкономить время и деньги на самых ранних стадиях осуществления технических замыслов, особенно при тюнинге дорогой модификации автомобиля, подсказав наилучшие технические решения.

Некоторые тюнеры накопили опыт, работая на заводах-изготовителях и на ремонте автомобилей. Они и в дальнейшем не теряют связей с прежним местом работы, чтобы быть в курсе последних технических решений, технологий и приемов работы.

Несмотря на большой профессиональный опыт и знания, которыми обладает тюнер-одиночка, он может выполнить лишь ряд сравнительно несложных работ: заменить колесные диски, тормоза, подвеску, некоторые детали, которые крепятся болтами и винтами, и т. п. Но он объективно неспособен выполнить весь комплекс более сложных тюнинговых работ, таких как механическая обработка на металлорежущих станках, электросварка, газосварка, и особенно стендовые испытания.

Некоторые специалисты считают тюнинг искусством, другие – наукой. И с теми и с другими можно согласиться. Но на самом деле тюнинг – это, прежде всего, конструирование и инженерный расчет. Хороший тюнер, даже если не имеет диплома о высшем образовании, имеет инженерный образ мышления, т. е. он понимает физику, механику, гидравлику, техническую термодинамику, электротехнику, электронику и другие инженерные науки в достаточной степени, чтобы правильно сформулировать проблему и предложить инженерные методы ее решения.

Кроме теоретических знаний тюнер должен, образно говоря, виртуозно владеть гаечным ключом, быть и сварщиком, и станочником, обращаться на «ты» с компьютером. Очень важно, чтобы тюнер имел опыт диагностики автомобилей и двигателей, имел склонность к научному анализу.

Фирма, специализирующаяся на тюнинге автомобилей, обязательно должна располагать стендом с беговыми барабанами для получения тяговой характеристики автомобиля и динамометрическим стендом для испытаний двигателя. Непременнo нужно иметь расходомер (воздуходувку) для измерения количества воздуха, проходящего через впускной коллектор двигателя, электро- и газосварочное оборудование, токарный и фрезерный станки. Если этого оборудования нет и даже отсутствует подъемник автомобиля, то такой фирме просто противопоказано заниматься тюнингом.

Для тюнинга двигателя воздуходувка – это незаменимое оборудование. Поскольку мощность двигателя пропорциональна

количеству воздуха, поступающего в цилиндры, то специалист по тюнингу с целью увеличения мощности ДВС постарается удалить из впускной системы двигателя все возможные сопротивления воздушному потоку, чтобы в цилиндры поступало как можно больше воздуха. Для этого необходимо контролировать количество воздуха, поступающего в цилиндры ДВС. Для продувки впускного тракта и измерения количества воздуха, проходящего через впускной коллектор, используется воздушная продувка. Без нее невозможно получить желаемую внешнюю скоростную характеристику двигателя.

Испытывать автомобильный двигатель проще, если он снят с автомобиля и установлен на специальный испытательный динамометрический стенд. Этот стенд способен нагрузить двигатель так же, как двигатель нагружается в реальных условиях движения автомобиля и выполняет свою обычную работу. На стенде можно получить точную скоростную характеристику двигателя, поскольку мощность измеряется на хвостовике коленчатого вала и на нее не влияют потери в силовой передаче. Все системы, обслуживающие двигатель, установлены на нем: система питания воздухом и топливом, система охлаждения, система смазки, выхлопная система, электрооборудование. Для управления работой двигателя на стенд переносятся необходимые для этого приборы и датчики (датчик положения дроссельной заслонки, датчики температуры масла и охлаждающей жидкости, датчик частоты вращения коленчатого вала и др.). Обычно такие стенды размещаются в отдельных боксах со звукоизоляцией и отводом выхлопных газов.

Несмотря на определенную сложность динамометрических стендов для испытания двигателей, они широко используются автомобильными заводами, конструкторами двигателей, а также организациями, занимающимися ремонтом и тюнингом двигателей внутреннего сгорания. На стенде сравнительно просто воспроизводятся эксплуатационные условия; на нем легко внести

любое изменение в системы двигателя, получить и записать любую информацию о рабочем процессе ДВС.

Практически каждая солидная фирма, занимающаяся тюнингом, обладает динамометрическим стендом с беговыми барабанами (роликами). На таком стенде характеристику двигателя можно получить, не снимая двигатель с автомобиля. Автомобиль устанавливается ведущими колесами на барабаны или ролики, которые соединены передачей с тормозом (обычно гидравлическим или электрическим). Затем запускается двигатель, включается передача, и после этого можно измерять тяговое усилие и характеристику двигателя. Оператор стенда может менять мощность, подводимую к тормозным барабанам, имитируя сопротивление движению автомобиля в различных условиях – при разгоне и замедлении, на подъеме, на спуске. На таком стенде можно измерять тяговую мощность, поскольку мощность измеряется на ведущих (тяговых) колесах, а не на хвостовике двигателя. При этом из расчета устраняются потери в трансмиссии и шинах.

Недостатком испытаний на стенде с беговыми барабанами является нестабильность повторения результатов испытаний в связи с переменчивостью потерь в силовой передаче. Даже температура окружающей среды, изменение давления воздуха в шинах в результате нагрева шин, сорт, количество и температура масла в редукторах трансмиссии и многие другие факторы влияют на результаты эксперимента.

На основе приведенных выше примеров следует сделать вывод, что технический тюнинг (переоборудование) автомобилей целесообразнее все-таки выполнять на станциях технического обслуживания автомобилей (СТОА).

1.5. Оказание услуг в системе автосервиса

Следует иметь в виду, что система автосервиса занимается не только техническим обслуживанием и ремонтом автомоби-

лей. В целом система автосервиса включает в себя пять автономных подсистем:

- торговлю;
- обеспечение технической эксплуатации;
- станции технического обслуживания автомобилей (СТОА);
- тюнинг и дооборудование (технический тюнинг) автомобилей;
- автотуризм.

Каждая подсистема состоит из нескольких секторов.

1.5.1. Торговля

Эта подсистема предназначена для удовлетворения потребностей населения по приобретению автомобилей, автомобильных аксессуаров и запасных частей, которые необходимы и для тюнинга. Она включает в себя три сектора:

1. Сектор продажи автомобилей.
2. Сектор продажи запасных частей и аксессуаров.
3. Прокат автомобилей.

Сектор продаж автомобилей. Он занимается торговлей комиссионными и новыми автомобилями. При продаже комиссионных автомобилей продавец, как правило, ни за что не отвечает и никакой ответственности не несет. Продажа новых автомобилей жестко регламентируется законом и предусматривает полную ответственность продавца перед покупателем за качество продаваемого автомобиля.

Существует две основные схемы организации торговли новыми автомобилями – через посредников и самостоятельно заводом-изготовителем. Заводы-изготовители стремятся создать единую систему автосервиса, которая обеспечит конкурентоспособность на рынке. Но они не всегда располагают достаточными свободными средствами для развития сети автосалонов и СТОА. Поэтому автосервис осуществляется ими через дистрибьютеров

или эксклюзивных дилеров на договорной основе. Имеет место развитие и независимых автосалонов. Основная доля продаж принадлежит дистрибьютерам, которые обладают преимущественным правом приобретать и продавать оборудование, технические новинки, программное компьютерное обеспечение.

Они же осуществляют предпродажную подготовку автомобилей (предпродажный тюнинг). Работа по предпродажному тюнингу производится за счет завода-изготовителя.

Сектор продаж запчастей и аксессуаров. С развитием сервисных услуг, и в частности тюнинга, появились магазины и торговые центры, в которых представлен весьма широкий ассортимент автомобильных деталей и аксессуаров: аэродинамические обвесы, чехлы запасного колеса, капоты, воздухозаборники капотов, дефлекторы капотов, кенгурятники, расширители крыльев, козырьки, подсветки днища автомобиля, дефлекторы окон, пороги, решетки радиатора, спойлеры, механическая защита фар, фаркопы (сцепные устройства), передние фары, противотуманные фары, задние фонари, автомобильные коврики, накладки педалей, спортивные рулевые колеса, спортивные и анатомические сиденья, глушители, воздушные фильтры низкого сопротивления, впускные и выпускные системы, впускные и выпускные коллекторы, прямоточные глушители, накладки на глушители, провода системы зажигания, комплекты фрикционных сцеплений, панели приборов, силиконовые шланги, термоизоляция двигателя, карбюраторы, топливные насосы высокого давления, турбонагнетатели и многое другое.

Качество автомобиля и его надежность на три четверти зависят от качества деталей, узлов и агрегатов, которыми он комплектуется. Но если запасные части изготовляют автомобильные заводы, то комплектующие производят самые разные предприятия, вплоть до кустарных мастерских. Причем, по мнению западных специалистов, различие в качестве оригинальных деталей от российских поставщиков и аналогичных запчастей, производимых

зарубежными фирмами, остается значительным. Чтобы преодолеть эту разницу, необходимо иметь максимальное соответствие стандартов отечественных предприятий и международных требований.

В России действуют государственные стандарты (ГОСТ) по всем параметрам, указанным Европейской экономической комиссией ООН (ЕЭК ООН), а также отраслевые нормативы, учитывающие особенности автомобильного сегмента общего рынка и разработанные с максимальным приближением к требованиям ЕЭК. Те детали и узлы автомобиля, которые отвечают за безопасность всех участников движения, подлежат обязательной сертификации (тормозные колодки, подголовники сидений, ремни безопасности, внешние световые приборы, противоугонные устройства, задние и боковые защитные устройства и т. п.). В России перечень запасных частей и принадлежностей к автотранспортным средствам, подлежащих обязательной сертификации, согласован в специально созданном совете по сертификации, в который входят Министерство внутренних дел РФ, Министерство транспорта РФ, Общество потребителей и проч.

Еще недавно поставщики отечественных и импортных комплектующих конкурировали между собой только на внутреннем рынке, а после вступления России в ВТО соперничают и с иностранными компаниями.

1.5.2. Обеспечение технической эксплуатации

Эта подсистема включает в себя элементы снабжения автомобиля эксплуатационными материалами, топливом (АЗС), обеспечение сохранности автомобиля, контроль технического состояния (КТС), эвакуацию и утилизацию автомобилей.

1.5.3. Станции технического обслуживания автомобилей (СТОА)

СТОА предоставляют оборудованные посты, а также услуги по продаже запасных частей, материалов и комплектующих.

1. Тюнинг как сфера услуг

Кроме того, на этих станциях могут предоставляться технические консультации по техническому обслуживанию, ремонту и тюнингу автомобилей. Ядром организационной структуры СТОА является ее технический центр (рис. 1.1).

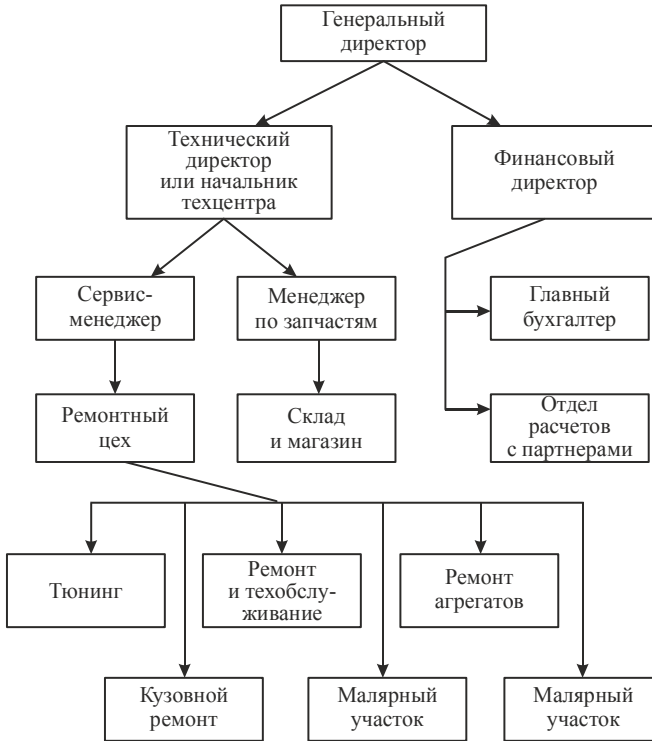


Рис. 1.1. Структурная схема станции технического обслуживания автомобилей

При выборе СТОА заказчику целесообразно учитывать следующую информацию.

По **степени специализации** предприятия автосервиса подразделяются на комплексные (универсальные), специализированные по видам работ и СТОА самообслуживания.

Универсальные СТОА предназначены для обслуживания нескольких моделей автомобилей, а специализированные – для обслуживания только одной конкретной марки автомобиля. Причем они различаются по уровню специализации: одни обслуживают только автомобили иностранного производства, другие – только автомобили отечественного производства и, наконец, третьи обслуживают автомобили как отечественные, так и импортные.

По *производственной мощности* (исходя из количества производственных постов и участков) городские СТОА подразделяются на малые (с количеством рабочих постов до 10), средние (с количеством рабочих постов от 11 до 30), большие (с количеством рабочих постов свыше 30) и крупные.

Малые СТОА заняты, как правило, выполнением только профилактических видов работ, а также покраской кузова и некоторыми сварочными работами. На средних, больших и крупных СТОА производятся практически все виды работ по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей, в том числе выполняется технический тюнинг, осуществляется продажа автомобилей, запчастей и аксессуаров, производится предпродажный тюнинг.

По *конкурентообразующим характеристикам* рынок автосервисных услуг можно разделить на следующие группы.

Первая группа – фирменные, т. е. дилерские СТОА, которые продают и обслуживают автомобили конкретных фирм и работают непосредственно с производителями автомобилей. Это – авторизованные специализированные центры, склонные к созданию совместных предприятий с участием зарубежных партнеров в области автосервиса.

Такие СТОА имеют современное технологическое оборудование, оригинальные запасные части и аксессуары, широкий набор услуг по конкретной модели автомобиля, подготовленные кадры с высоким уровнем культуры обслуживания клиентов,

1. Тюнинг как сфера услуг

высокую репутацию, но и высокие цены. Их можно рассматривать как подразделения автозаводов, обеспечивающие производителя автомобилей достоверной информацией о качестве выпускаемой продукции. Одновременно фирменные СТОА могут играть роль центров по производственно-техническому обучению персонала.

Вторую группу составляют бывшие государственные СТОА, которые имеют большой опыт работы в автосервисе, специально спроектированные помещения, выгодное расположение, хорошие традиции, но устаревшие взгляды на отношение к клиентуре и инерцию мышления, затрудняющую их полную и эффективную адаптацию к условиям современного рынка. На этих СТОА имеется хорошее, но нередко устаревшее оборудование, наработанные связи с потребителями, которые привыкли пользоваться их услугами, как правило, невысокие цены, им доверяют, поскольку они еще со старых советских времен привыкли придерживаться законов, имеют неплохой имидж, но не наилучшее качество запасных частей и услуг. С точки зрения номенклатуры услуг эти СТОА можно назвать универсальными.

К третьей группе относятся частные вновь созданные СТОА, которые появились после перехода к рыночной экономике. В целом они имеют такие же характеристики, что и вторая группа.

К четвертой группе относятся автосервисы, созданные на производственно-технической базе автотранспортных и иных промышленных предприятий. Здесь сравнительно низкий уровень технологии технического обслуживания и ремонта, низкая культура обслуживания, низкая квалификация кадров, низкая эстетика производства, завышенная продолжительность выполнения работ и узкая специализация по модельному ряду автомобилей.

К пятой группе автосервисных предприятий относятся гаражные автосервисы. По характеристикам они уступают предприятиям даже четвертой группы.

Понятно, что предпочтение следует отдавать СТОА *первой* группы.

При выборе СТОА в качестве тюнера заказчику следует учитывать, что качество технических воздействий существенно зависит от технологического оборудования, применяемого на сервисном предприятии. Для современных СТОА промышленностью выпускается широкая номенклатура технологического оборудования, различающегося как по конструкции, так и по принципу действия. Действующим в системе автотранспорта России «Табелем технологического оборудования» для использования на станциях технического обслуживания автомобилей рекомендуется 240 моделей технологического оборудования. На каждой современной СТОА установлено от нескольких десятков до нескольких сотен наименований моделей технологического оборудования различного назначения.

Все многообразие видов технологического оборудования можно разделить также на две категории.

К первой категории относится оборудование общего назначения, применяемое не только на СТОА, но и на предприятиях других отраслей. По характеру своего использования оно является универсальным. Это технологическое оборудование предназначено для выполнения сварочных, медницких, электроремонтных, радиотехнических и многих других подобных работ.

Вторую категорию составляет специализированное технологическое оборудование, которое непосредственно используется в технологических процессах на СТОА с целью поддержания автомобилей в технически исправном состоянии. К этой группе принадлежит и контрольно-диагностическое оборудование, т. е. средства технической диагностики. Особую функцию выполняет специализированное оборудование, применяемое для контроля соответствия автомобиля требованиям безопасности, установленным в Техническом регламенте. Оно должно позволять проводить измерения требуемых параметров автомобиля

1. Тюнинг как сфера услуг

в определенном диапазоне их изменения с необходимой точностью, а по номенклатуре и своим характеристикам соответствовать требованиям, перечисленным в таблице.

Типы контрольно-диагностического специализированного оборудования для подтверждения эксплуатационной безопасности автомобилей

№ п/п	Вид оборудования	Техническая характеристика		
		Контролируемый параметр	Диапазон измерения	Ошиб- ка
Средства технической диагностики тормозных систем				
1	Роликовый стенд для проверки тормозных систем легко- вых автомо- билей	Максимальная масса колесного транспорт- ного средства, приходящаяся на одну ось	240–3500 кг	–
		Тормозная сила колеса	0,3–6,0 кН	3 %
		Усилие на органе управления	300–750 Н	7 %
		Начальное значение коэффициента сцеп- ления роликов	0,65	7 %
2	Прибор для проверки тормозных систем в до- рожных ус- ловиях (ана- лог ролико- вых стендов)	Замедление и расчет установившегося за- медления	0,4–8,0 м/с ²	4 %
		Тормозной путь	9–40 м	5 %
		Время срабатывания тормозной системы	0,2–2,0 с	± 0,1 с
		Усилие на органе управления	300–750 Н	7 %
		Начальная скорость движения автомобиля, км/ч	15–50 км/ч	± 0,1
		Боковое смещение автомобиля при тормо- жении	0,2–2,0 м	7 %
3	Деселерометр	Установившееся замедление при торможе- нии вспомогательной тормозной системой	0,4–1,0 м/с ²	5 %
4	Манометры	Давление сжатого воздуха	До 1 МПа	5 %
Средства технической диагностики рулевого управления				
5	Прибор для проверки суммарного люфта в ру- левом управ- лении	Угол поворота рулевого колеса	До 30°	± 0,5°
		Малый угол поворота управляемых колес при повороте рулевого колеса	0–0,6°	Менее 0,015°

№ п/п	Вид оборудования	Техническая характеристика		
		Контролируемый параметр	Диапазон измерения	Ошиб- ка
6	Прибор для проверки натяжения ремня	Усилие нажатия на ремень привода насоса гидроусилителя рулевого управления	40 Н	5 %
		Прогиб ремня привода насоса гидро- усилителя	5,0–50,0 мм	5 %
7	Динамометр	Усилие нажатия на ремень привода насоса гидроусилителя	40 Н	5 %
Средства технической диагностики внешних световых приборов				
8	Прибор для проверки и регулиров- ки фар	Диапазон высоты установки центра фары над опорной поверхностью, не менее	250–1600 мм	1,5 мм
		Угол наклона пучка света в вертикальной плоскости	30'–150'	0,5 %
		Горизонтальное отклонение оси светового пучка	0–5°	0,5 %
		Сила ближнего света фар в вертикальной плоскости: в направлении 34' вверх в направлении 52' вниз	10–1500 клм 10–10 000 клм	15 % 15 %
		Сила дальнего света фар по оси отсчета, клм	1000–25 000	15 %
		Сила света противотуманных фар в верти- кальной плоскости: в направлении 3° вверх в направлении 3° вниз	10–1500 клм 10–10 000 клм	15 % 15 %
Средства технической диагностики двигателя и его систем				
9	Газоанализа- тор	Содержание окиси углерода CO	0–5 %	3,0 %
		Содержание углеводородов CH	0–2000 млн ⁻¹	5,0 %
		Содержание диоксида углерода CO ₂	0–16 %	4,0 %
		Содержание кислорода O ₂	0–21 %	3,0 %
		Коэффициент избытка воздуха λ	0,8–1,2	0,3 %
10	Дымомер	Натуральный показатель ослабления свето- вого потока	0,2–10 м ⁻¹	2,0 %
		Коэффициент ослабления светового пото- ка	5–100 %	2,0 %
11	Течеискатель	Содержание в воздухе углеводородов: пропана, метана и пр.	1,0–2,0 %	10–15 %

1.6. Технические средства диагностирования автомобилей

1.6.1. Тяговые стенды

Тяговые стенды – это стенды барабанного (роликового) типа (рис. 1.2), предназначенные для контроля тяговых свойств автомобиля. Они имитируют движение автомобиля на различных скоростных и нагрузочных режимах. На этих стендах можно тестировать следующие основные параметры:

- частоту вращения коленчатого вала двигателя, пробуксовку сцепления, неисправности трансмиссии и пр.;
- мощность двигателя и силу тяги на ведущих колесах, скорость автомобиля, расход топлива, время разгона, время выбега и другие параметры движения автомобиля.

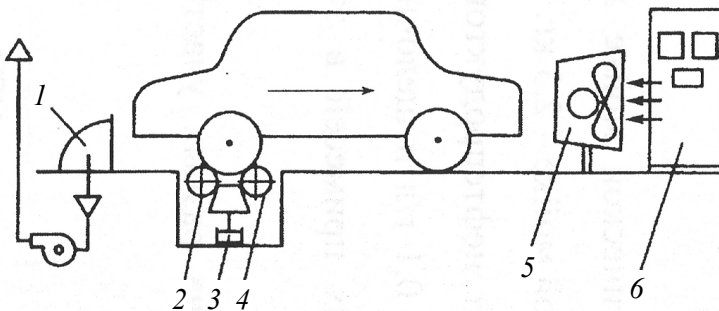


Рис. 1.2. Схема тягового стенда для легковых заднеприводных автомобилей:

- 1 – местный отсос отработанных газов; 2 – опорный ролик; 3 – подъемная площадка с тормозными колодками; 4 – тормозной ролик; 5 – вентилятор; 6 – пульт управления и индикации

Стенды выпускаются для легковых и грузовых автомобилей как с одной ведущей осью, так и для полноприводных. Принцип действия тяговых стендов заключается в том, что сила тяги и мощность, развиваемые двигателем автомобиля и приведенные

к его колесам, уравниваются силами тормозных устройств стенда и фиксируются с помощью специальной аппаратуры.

1.6.2. Тормозные стенды

Действие тормозных стендов основано на анализе сцепления заторможенных колес автомобиля с рабочей поверхностью стенда. Тормозные стенды выпускаются двух типов: площадные и роликовые.

Площадный тормозной стенд. Он имеет четыре измерительные платформы (по две на каждую ось двухосного автомобиля), оснащенные датчиками, и приборную стойку, соединенную с платформами электрическим кабелем.

В процессе диагностирования автомобиль со скоростью 6–10 км/ч наезжает колесами на платформы и тормозит. Измерение тормозных сил основано на измерении перемещения платформ, которое происходит за счет возникновения сил инерции системы «автомобиль – платформа» и сил трения между шинами и поверхностью платформ. Это перемещение, пропорциональное общей тормозной силе автомобиля, фиксируется с помощью датчиков, установленных под измерительными платформами. Сигналы от датчиков передаются в компьютер, который выдает на принтер с интервалом в 0,5 с значения максимальной тормозной силы, а на дисплей – световую индикацию неравномерности торможения колес каждой оси и значение (в процентах) эффективности торможения.

Тормозные стенды роликового (барабанного) типа. Такие стенды находят более широкое применение. С их помощью тестируется значительно большее количество параметров: тормозная сила на каждом колесе; удельная тормозная сила; коэффициент неравномерности тормозных сил; усилие на органах управления (педаль, рычаг стояночного тормоза); время срабатывания тормозной системы; тормозной путь; нормальные реакции опорной поверхности, действующие на каждое колесо. Стенды обеспечивают сле-

дующие режимы контроля: рабочее контрольное торможение, экстренное торможение, а также торможение стояночным тормозом.

Тормозные роликовые стенды состоят из следующих частей, изготовленных в виде отдельных изделий и соединенных между собой посредством электрических кабелей: силового шкафа, измерительной стойки с пультом управления и дисплеем либо приборами регистрации параметров, одного или двух опорно-роликовых блоков (рис. 1.3).

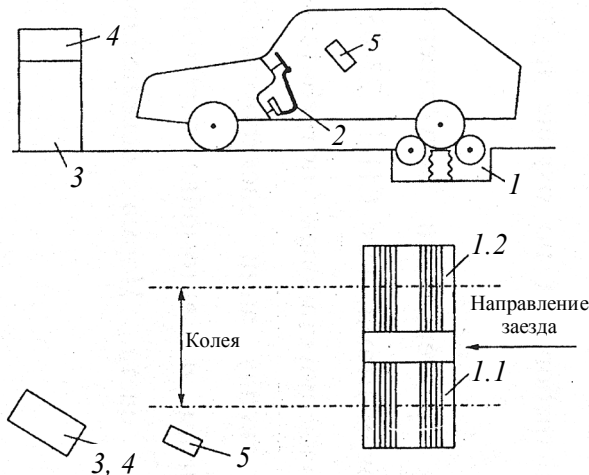


Рис. 1.3. Схема роликового тормозного стенда:

1 — опорное устройство (1.1 — для левого колеса, 1.2 — для правого колеса)
2 — силоизмерительное устройство; 3 — шкаф электросилового; 4 — приборная стойка; 5 — пульт дистанционного управления

1.6.3. Стенды контроля бокового увода автомобиля

Они представляют собой площадное устройство, платформа которого имеет возможность смещаться в сторону, противоположную силам увода автомобиля с траектории прямолинейного движения. Под платформой расположен датчик, передающий сигнал на информационное табло. Автомобилю достаточно про-

ехать по платформе одним колесом, чтобы на табло загорелась сигнальная лампа, информирующая оператора-диагноста о том, что углы схождения колес не соответствуют норме и требуется углубленная диагностика механизмов установки колес на специальном стенде.

1.6.4. Стенды диагностики подвески автомобиля

Стенды предназначены для диагностики пружинно-амортизаторной подвески автомобиля. Стенд состоит из силового шкафа, приборной стойки и блока измерительных пластин. В блоке находятся вибраторы, возбуждающие колебания пластин и подвески автомобиля, который колесами стоит на пластинах, и датчики измерения параметров вибрации пластин. Работа стенда основана на анализе амплитудно-частотной характеристики колебательной системы. Колебания подвески осуществляются в широком диапазоне частот, включая резонанс. Затем результаты измерений выдаются в виде графика зависимости амплитуды колебаний от частоты, т. е. в виде частотной характеристики, построенной для правого и левого колес.

1.6.5. Стенды для контроля и регулировки углов установки колес

Такие стенды предназначены для углубленного поэлементного диагностирования автомобиля с последующей регулировкой углов установки колес. Их конструкции весьма разнообразны.

Основное конструктивное различие этих стендов обусловлено видом энергии измерительного сигнала, способом его передачи от датчиков к приемному устройству, применяемой системой обработки информации и выдачи ее оператору. В связи с этим все подобные стенды подразделяются на две группы – стенды с беспроводной информационной связью между датчиками и приемником и проводные (или кордовые) стенды, у ко-

торых датчики связаны с приемником сигналов электрическими кабелями.

К первой группе относятся стенды с оптическим, лазерным, инфракрасным и радиоканалами передачи информации. Ко второй группе относятся стенды с комбинированными каналами передачи сигналов. Между датчиками используется инфракрасный канал, а между датчиками и приемным устройством – сигнал электрический (рис. 1.4).

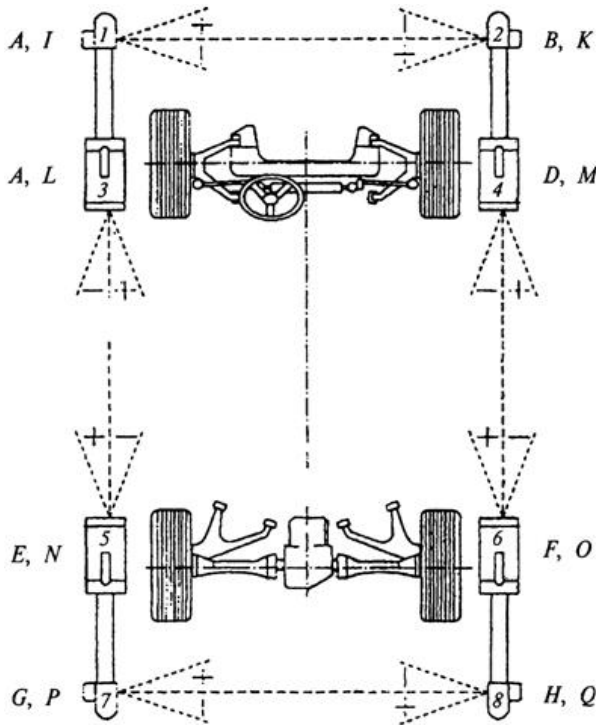


Рис. 1.4. Замкнутый измерительный контур стенда для контроля и регулировки углов установки колес:

1–8 – датчики с инфракрасными излучателями; A, B, C, D, E, F, G, H – датчики схождения; I, K, P, Q – датчики положения наклона оси поворота (наклона шкворня); L, M, N, O – датчики развала колес

Современные стенды оснащены компьютерной системой обработки сигналов и выводом информации на дисплей. В память компьютера закладываются сведения об углах установки колес большинства моделей современных автомобилей различных производителей, а также алгоритм диагностирования и рекомендации по регулировочным операциям. На дисплее высвечивается не только табло с данными диагностики, но и порядок (по шагам) диагностирования. По окончании диагностирования на дисплее в режиме мультипликационного фильма иллюстрируются порядок и все действия механика, необходимые для выполнения регулировочных работ.

В беспроводных стендах информация на диагностическую стойку передается по отдельным каналам от каждого датчика. При этом для надежности передачи приемная рама диагностической стойки должна быть расположена строго в определенном месте. Для cordовых стендов это условие не имеет значения.

1.6.6. Мотор-тестеры и сканеры

Мотор-тестеры — это универсальные диагностические приборы, предназначенные для проведения измерений параметров работы двигателя внутреннего сгорания: частоты вращения коленчатого вала; температуры масла; напряжения на клеммах аккумуляторной батареи; напряжения в первичной и вторичной цепях системы зажигания; пульсации напряжения генератора; тока стартера; тока генератора; угла замкнутого состояния контактов; времени накопления и тока размыкания в первичной цепи катушки зажигания; частоты, длительности и скважности импульсов; времени впрыска; углов опережения зажигания; величины давления во впускном коллекторе и др.

Параметры измеряются с помощью специальных датчиков, входящих в комплект прибора. Обычно мотор-тестер в своем составе имеет цифровой осциллограф, представляющий измеряемые величины (ток, напряжение, частоту вращения коленча-

1. Тюнинг как сфера услуг

того вала, давление газов в выпускном коллекторе и т. п.) в графическом виде и позволяющий проводить их подробный анализ. Некоторые мотор-тестеры имеют возможность записи кадров изображения в память прибора для последующего сравнения и анализа.

Цифровой осциллограф – мощный инструмент в руках опытного диагноста. Например, по форме осциллограммы тока во вторичной цепи системы зажигания можно выявить неисправные элементы тракта (свечи зажигания, высоковольтные провода, крышку распределителя и т. п.) и даже отклонения состава горючей смеси в цилиндрах двигателя.

Мотор-тестеры применяются не только при диагностике системы управления двигателем, но и при диагностике любых других электронных систем управления: системы управления автоматической коробкой передач, антиблокировочной системы, климатической системы, системы управления подвеской и пр.

Таким образом, диагностика с помощью мотор-тестера осуществляется путем внешнего подключения к компонентам автомобиля, датчикам, исполнительным механизмам и т. д. Для диагностики электронных систем «изнутри» (текущих параметров, чтения ошибок и др.) используются автосканеры (рис. 1.5).



Рис. 1.5. Автосканеры, или считыватели кодов

Автосканеры (или считыватели кодов) предназначены для тестирования различных систем автомобиля: двигателя, автоматической коробки передач (АКП); антиблокировочной системы (АБС); гидроусилителя руля; системы кондиционирования и др. – через последовательный диагностический интерфейс электронного блока управления (ЭБУ).

Все современные автомобили оснащены развитой системой управления с помощью мощного бортового компьютера, который фактически стал своеобразным мозгом машины. Для диагностики систем управления двигателями современных автомобилей созданы портативные ручные сканеры.

Сканер позволяет прочесть информацию из мозгового центра автомобиля и понять, что произошло в результате последних модификаций и почему нарушилась работа двигателя, извлекая из памяти компьютера коды неисправностей. Сканеры последнего поколения позволяют диагностировать проблемы управления двигателем путем восстановления из памяти компьютера предыдущих установок (опций). Лучшие модели сканеров могут даже дать информацию по всем кодам и указать, где находится дефектный сигнал – вне допустимого диапазона или внутри него.

Основные диагностические приборы – сканер, мотор-тестер и газоанализатор, объединенные или соединенные как аппаратно, так и программно (информационно), представляют собой **диагностический комплекс**.

На рис. 1.6 приведен общий вид диагностического комплекса «Автомастер АМ-1».

Комплекс предназначен для проверки технического состояния четырехтактных 2-, 3-, 4-, 6- и 8-цилиндровых двигателей с искровым зажиганием и их электрооборудования на станциях технического обслуживания автомобилей, а также в условиях автотранспортных предприятий. Комплекс состоит из двух основных частей: мотор-тестера и сканера.

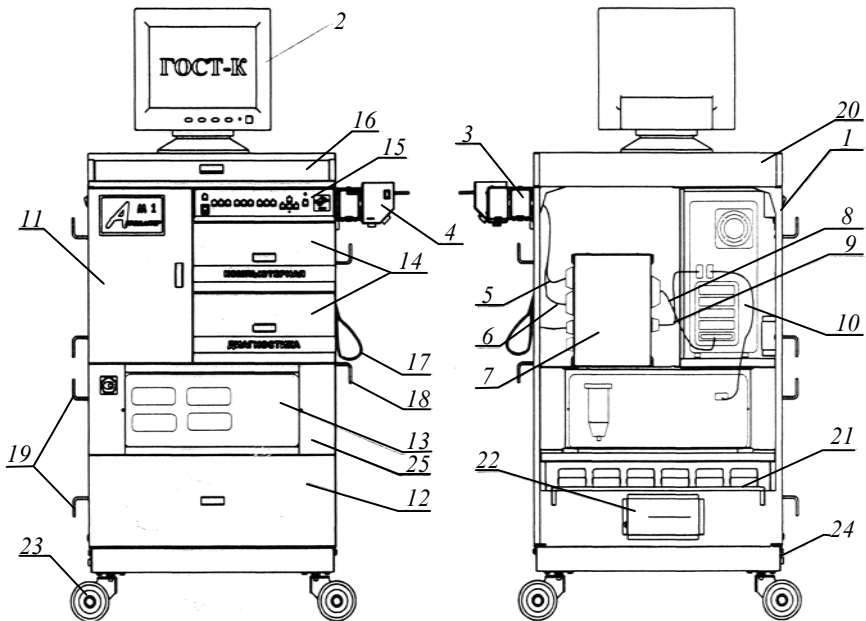


Рис. 1.6. Общий вид диагностического комплекса «Автомастер АМ-1»:

1 – стойка; 2 – монитор; 3 – поворотный кронштейн; 4 – модуль нормирования; 5 – кабель модуля опций; 6 – кабель модуля нормирования; 7 – модуль обработки сигналов; 8 – кабель аналого-цифрового преобразователя; 9 – кабель RS-232; 10 – системный блок; 11 – панель отсека системного блока; 12 – ящик для принтера; 13 – газоанализатор; 14 – ящик для принадлежностей; 15 – пульт «горячих клавиш»; 16 – ящик для клавиатуры; 17 – карман для стробоскопа; 18 – кронштейн для укладки кабеля; 19 – кронштейн для укладки трубки; 20 – надстройка; 21 – блок розеток; 22 – фильтр сетевой; 23 – колесо; 24 – бобышка заземления; 25 – панель отсека газоанализатора

В режиме работы сканера диагностический комплекс подключается к специальному диагностическому разъему с помощью соответствующего переходника. В программе «Автосканер» встроена база данных штатных значений параметров работы двигателя, что позволяет быстро определять возникающие неисправности.

Кроме перечисленных технических средств диагностирования автомобиля и двигателя применяются комбинированные стенды общей диагностики, люфт-детекторы для диагностики зазоров в сочленениях подвески и рулевого управления автомобилей, стенды для балансировки колес, автомобильные подъемники и др. Характеристика этих средств диагностирования свидетельствует о том, что тюнер-одиночка без такого аппаратного сопровождения не в состоянии качественно проконтролировать сложный тюнинг автомобиля. Это возможно лишь на специализированных станциях технического обслуживания автомобилей.

Контрольные вопросы и задания

1. Что такое тюнинг автомобиля? Какие виды тюнинга Вам известны?
2. Кто такие тюнеры?
3. Какие нормативные документы регламентируют проведение тюнинга?
4. Назовите основные требования к техническому состоянию автомобиля после выполнения технического тюнинга?
5. Дайте определение тюнинга как составной части сферы услуг. Какое место занимает тюнинг в системе автосервиса?
6. Перечислите виды технических услуг в сфере автосервиса.
7. Назовите типы контрольно-диагностического специализированного оборудования, необходимого для подтверждения эксплуатационной безопасности автомобилей после выполнения тюнинга.
8. Какие средства технического диагностирования автомобилей применяются после выполнения тюнинга?
9. Назовите принцип действия тяговых и тормозных барабанных (роликовых) стендов. Каково их назначение?
10. Что такое мотор-тестер и автосканер? Для чего они используются?

2. ПОДГОТОВКА К ТЮНИНГУ ДВИГАТЕЛЯ

2.1. Рекомендации автовладельцу

Следует еще раз подчеркнуть, что тюнинг двигателя и трансмиссии современного автомобиля невозможно выполнить в одиночку без специального оборудования и аппаратуры. Если для переделки кузова можно обойтись стандартным набором инструментов, то настоящий тюнинг двигателя можно произвести только в заводских условиях и на дорогом оборудовании. Поэтому целесообразно обращаться за помощью к профессионалам в специализированных фирмах или станциях технического обслуживания автомобилей.

Необходимо помнить, что тюнинг двигателя требует тонкой и кропотливой работы. Процесс тюнинга подобен процессу строительства дома – работа движется рывками с большими промежутками (перебои в финансировании, поиск и покупка нужных деталей, их доработка и пр.), поэтому следует запастись терпением и надежными кредиторами.

Повышение мощности часто называют *модификацией* или *форсированием* двигателя. Однако следует иметь в виду, что мощность – это как раз и есть объект модификации, т. е. предмет технического тюнинга. Увеличивая мощность двигателя, не следует забывать о таких его эксплуатационных качествах, как надежность, экономичность, плавность работы, т. е. о тех показателях, которыми отличаются двигатели современных автомобилей.

Конструкторам автомобилей известно, что можно получить довольно существенную прибавку мощности двигателя даже на автомобилях среднего класса. Но если от двигателя попытаться получить мощность, на которую он не рассчитан, его долговечность стремительно сокращается, поскольку нагрузки на детали выходят за допустимые пределы. Современный автомобильный двигатель может допустить увеличение мощности

примерно на 50 % без особой подстраховки. Этим требованиям удовлетворяет большинство двигателей дорожных автомобилей с умеренным форсированием.

Реальную опасность для жизни двигателя представляют собой спортивные гонки, требующие предельного напряжения всех систем двигателя, а также наддув и применение различных добавок в топливо, повышающих мощность (например, оксид азота).

Один мудрый человек сказал: «Скорость автомобиля определяется тем, сколько вы за нее готовы заплатить». Скорость даром не дается. Двигатель, который, например, развивает на треке мощность, равную 500 л. с., не будет плавно работать на холостом ходу, будет пожирать горючее и ресурс. До очередного капитального ремонта автомобиль вряд ли дотянет до 100 000 км пробега.

Еще до начала тюнинга заказчику необходимо составить план своего проекта, даже если у него не хватает денег на осуществление всех желаний. Возможно, наилучшим компромиссом будет автомобиль достаточно резвый, но на котором можно ездить каждый день.

Перед тюнингом двигатель обязательно нужно привести в идеальное техническое состояние. Нет смысла модифицировать изношенный двигатель, хотя трудно поддаться искушению сделать именно это. Если уплотнения клапанов недостаточно герметичны, поршневые кольца пропускают отработавшие газы в картер двигателя, а масло из картера — в цилиндры даже при стандартном давлении и частоте вращения коленчатого вала, то нетрудно представить, что произойдет при значительном повышении давления газов в цилиндрах и увеличении скорости вращения коленчатого вала двигателя.

Модификация подпишет такому двигателю смертельный приговор. Его долговечность и надежность снизятся на порядок. Поэтому нужно обязательно испытать автомобиль на динамометрическом стенде. Ведь некоторые дефекты двигателя проявляются только под нагрузкой.

Прежде чем начать планирование тюнинга двигателя, не будет лишним вспомнить теоретические предпосылки, терминологию и основные особенности двигателя внутреннего сгорания – главной силовой установки автомобиля и главного объекта технического тюнинга.

2.2. Классификация автомобильных двигателей

С каждым годом растет количество моделей и модификаций двигателей внутреннего сгорания (ДВС), но единой общепринятой системы их классификации пока так и не создано. Причина заключается в том, что ДВС, являясь силовыми установками, должны обеспечивать движение любого транспортного средства, удовлетворяя самые разнообразные требования при постоянно меняющихся условиях и режимах их эксплуатации. Являясь очень сложным изделием, современный ДВС должен создаваться с учетом достижений постоянно развивающихся различных направлений и отраслей науки: физики и химии, гидравлики и аэродинамики, электротехники и электроники, металлургии и сопротивления материалов, математики и вычислительной техники и т. п.

Ниже представлена одна из схем классификации основных типов автомобильных двигателей внутреннего сгорания (рис. 2.1).

На этой схеме представлены две принципиально различные группы автомобильных двигателей. В основную группу включены практически все типы поршневых двигателей внутреннего сгорания, устанавливаемые на выпускаемых автомобилях. Во вторую группу входят восемь типов двигателей, которые по тем или иным причинам находятся на стадии разработки или доводки (паровые, солнечные, реактивные) или выпускаются небольшими экспериментальными партиями (роторно-поршневые, газотурбинные, электрические для электромобилей). В этой группе вы-

делены два принципиально новых типа двигателей – ДВС с переменным рабочим объемом и переменной степенью сжатия.

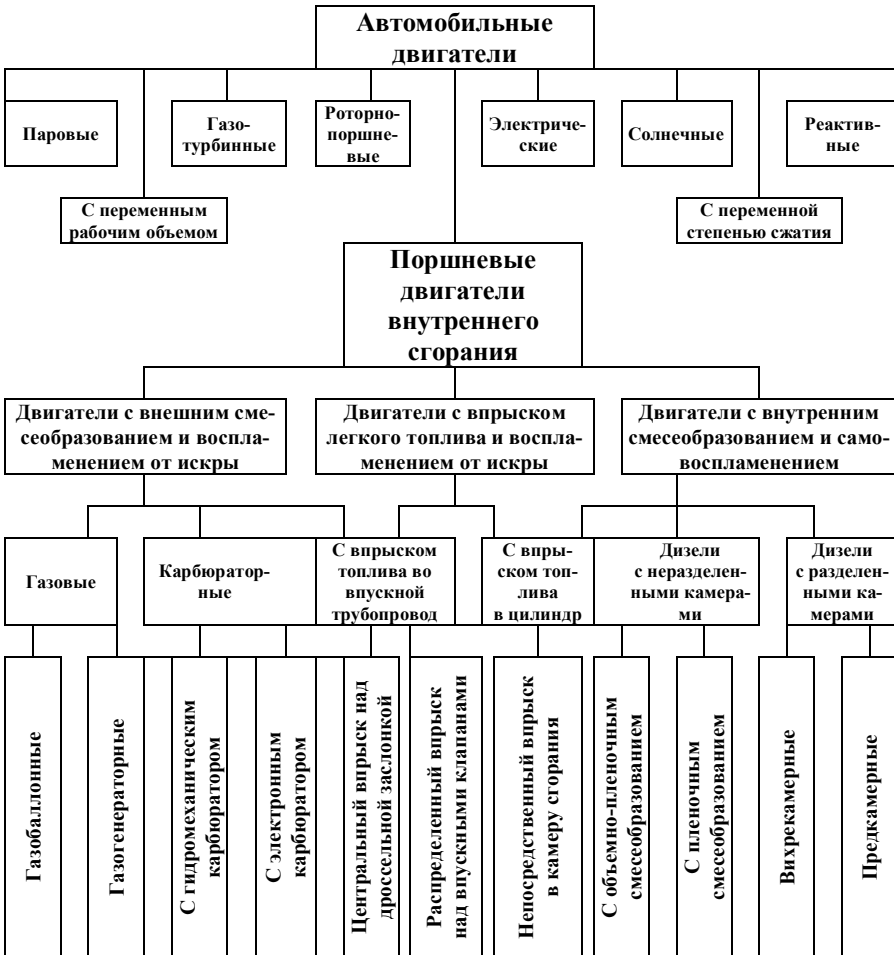


Рис. 2.1. Схема классификации автомобильных двигателей

По основной группе поршневых двигателей внутреннего сгорания необходимо отметить следующие особенности.

2. Подготовка к тюнингу двигателя

1. К двум основным типам ДВС с внешним и внутренним смесеобразованием добавлена третья группа двигателей с впрыском легкого топлива и воспламенением от искры. Двигатели этой группы в зависимости от конструктивных особенностей топливopодачи могут относиться как к ДВС с внешним смесеобразованием (впрыск топлива во впускной трубопровод), так и к ДВС с внутренним смесеобразованием (впрыск топлива непосредственно в цилиндры).

2. Рабочий процесс практически всех двигателей второй группы может быть организован как по четырехтактному, так и по двухтактному циклам.

3. Практически все двигатели этой группы могут иметь принудительный наддув воздуха или топливовоздушной смеси за счет использования различных типов лопаточных машин (нагнетателей) и различных компрессоров.

4. В схему не включена группа комбинированных двигателей, которые могут состоять из различных поршневых, газотурбинных, паровых, электрических и других машин.

2.3. Теоретические циклы двигателей внутреннего сгорания

Теория двигателей внутреннего сгорания основана на реализации теоретических термодинамических циклов тепловых машин. Теоретические основы существования этих термодинамических циклов (круговых процессов) изучает техническая термодинамика. Главным отличительным признаком термодинамических циклов является способ подвода энергии в форме теплоты. В основу рабочих процессов поршневых двигателей внутреннего сгорания положены три основных цикла: цикл с подводом теплоты Q_1 при постоянном объеме (цикл Отто); цикл с подводом теплоты при постоянном давлении рабочего

тела, т. е. газа (цикл Дизеля), и цикл со смешанным подводом теплоты – часть теплоты Q_1' подводится при постоянном объеме, а другая часть теплоты Q_1'' подводится при постоянном давлении (цикл Тринклера). На рис. 2.2 показаны диаграммы этих трех циклов в координатах p (давление) и V (объем).

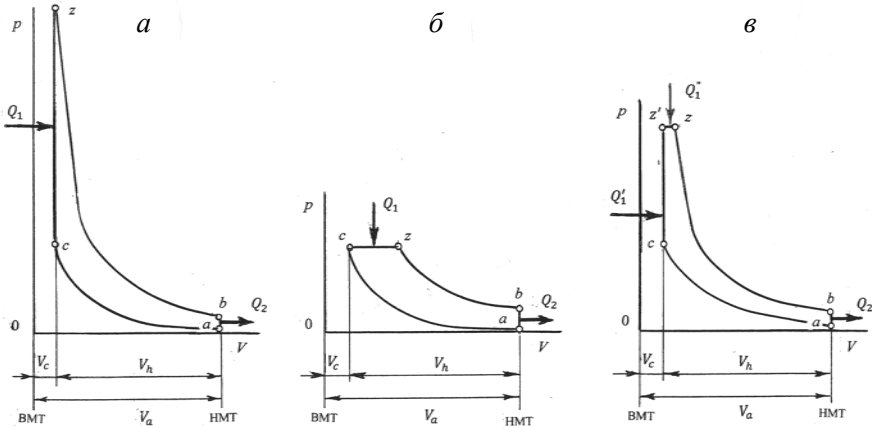


Рис. 2.2. Диаграммы p, V теоретических циклов ДВС:

a – цикл с подводом теплоты при постоянном объеме; $б$ – цикл с подводом теплоты при постоянном давлении; $в$ – цикл со смешанным подводом теплоты

Каждый теоретический цикл характеризуется двумя основными показателями: теплоиспользованием, которое определяется термическим коэффициентом полезного действия (КПД) η_t , и работоспособностью, которая определяется удельной работой цикла p_t .

Термическим КПД называется отношение количества теплоты, превращенной в полезную работу, к общему количеству теплоты, подведенной к рабочему телу:

$$\eta_t = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}, \quad (2.1)$$

2. Подготовка к тюнингу двигателя

где Q_1 – количество теплоты, подведенное к рабочему телу; Q_2 – количество теплоты, отведенное от рабочего тела в окружающую среду.

Удельной работой цикла называется отношение количества теплоты, превращенной в механическую работу, к рабочему объему и измеряется в Дж/м³:

$$p_t = \frac{Q_1 - Q_2}{V_a - V_c} = \frac{A_{ц}}{V_a - V_c}, \quad (2.2)$$

где V_a – максимальный объем, занимаемый рабочим телом в конце процесса его расширения, м³; V_c – минимальный объем, занимаемый рабочим телом в конце процесса сжатия, м³; $A_{ц} = (Q_1 - Q_2)$ – работа цикла, Дж.

Поскольку Дж/м³ = Н/м², то удельная работа цикла представляет собой **среднее постоянное давление** рабочего тела за цикл. В дальнейшем будет использован именно этот термин.

Для цикла с подводом тепла при **постоянном объеме** (т. е. в изохорном термодинамическом процессе) термический КПД и среднее давление газа определяются по следующим формулам термодинамики:

$$\eta_t = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{k-1}}, \quad p_t = p_a \frac{\varepsilon^k}{\varepsilon-1} \frac{\lambda-1}{k-1} \eta_t. \quad (2.3)$$

Для цикла с подводом теплоты при **постоянном давлении** (т. е. в изобарном процессе) термический КПД и среднее давление определяются по формулам:

$$\eta_t = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{k-1}} \frac{\rho^k - 1}{k(\rho-1)}, \quad p_t = p_a \frac{\varepsilon^k}{\varepsilon-1} \frac{k(\rho-1)}{k-1} \eta_t. \quad (2.4)$$

Для цикла со **смешанным подводом** теплоты (часть тепла Q_1' подводится в изохорном процессе, а другая часть тепла Q_1'' – в изобарном процессе) термический КПД и среднее давление равны соответственно:

$$\eta_t = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{k-1}} \frac{\lambda \rho^k - 1}{(\lambda-1) + \lambda k(\rho-1)}, \quad p_t = p_a \frac{\varepsilon^k}{\varepsilon-1} \frac{(\lambda-1) + \lambda k(\rho-1)}{k-1} \eta_t. \quad (2.5)$$

Здесь ε – степень сжатия ($\varepsilon = V_a/V_c$); ρ – степень предварительного расширения ($\rho = V_z/V_c$); λ – скачок давления, зависящий от количества подведенной теплоты в процессе ($\lambda = p_z/p_c$ в циклах Отто и Тринклера); k – показатель адиабаты (для воздуха $k = 1,4$; для рабочей смеси $k = 1,3$); p_a – давление в начале процесса сжатия, Н/м² (во всех расчетах теоретических циклов это давление принято равным атмосферному, т. е. $p_a \cong 0,1$ МПа). Напоминаем, что $1 \text{ Н/м}^2 = 1 \text{ Па}$; $10^6 \text{ Па} = 1 \text{ МПа} = 1 \text{ бар} = 9,81 \text{ кг/см}^2 \cong 10 \text{ атм}$.

Принудительное повышение давления в начале сжатия (точка *a* на рис. 2.2) называется **наддувом**. В двигателях внутреннего сгорания наддув осуществляют за счет предварительного сжатия воздуха или топливовоздушной смеси в компрессоре. Привод компрессора может осуществляться непосредственно от вала двигателя или от газовой турбины, работающей за счет энергии выхлопных газов поршневого двигателя.

При наддуве с помощью компрессора с механическим приводом от ДВС характер и структура теоретических циклов (рис. 2.2) не меняются. Изменяются только конкретные значения термодинамических параметров во всех точках циклов, зависящие от изменения давления и температуры рабочего тела в конце впуска. Необходимо также учитывать, что часть полезной работы цикла будет затрачиваться на привод компрессора.

При газотурбинном наддуве получается комбинированный двигатель, состоящий из поршневой части ДВС, газовой турбины и компрессора. Синтез газовой турбины с компрессором называется **турбокомпрессором**. В автомобильных двигателях применяют турбокомпрессоры с постоянным давлением газов перед турбиной. Прототипами рабочих процессов комбинированных двигателей являются теоретические циклы, изображенные на рис. 2.3.

Цикл с постоянным давлением газа перед турбиной *acz'zba* (рис. 2.3) осуществляется в поршневой части двигателя,

2. Подготовка к тюнингу двигателя

а цикл $afgta$ – в турбокомпрессоре. Теплота Q_m , отводимая в изохорном процессе (при $V = \text{const}$) в цикле поршневой части двигателя (линия ba), подводится при постоянном давлении в турбокомпрессорном цикле (линия fa). Далее в газовой турбине осуществляется продолженное расширение по адиабате (кривая fg), отвод теплоты Q_2 при постоянном давлении (линия gm) и адиабатическое сжатие в компрессоре (линия ta).

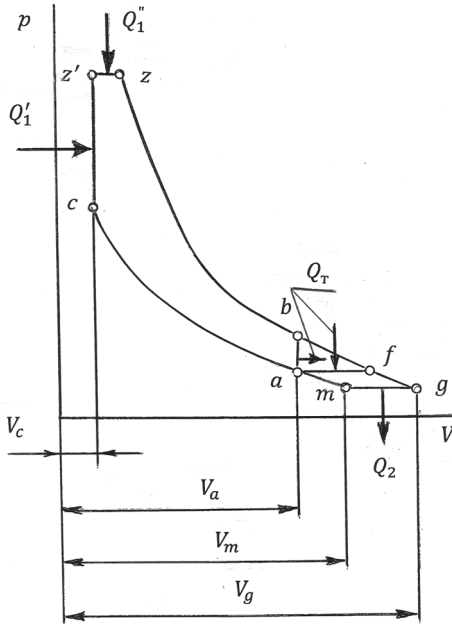


Рис. 2.3. Теоретические циклы комбинированных двигателей внутреннего сгорания

Термический КПД η_t и среднее давление p_t такого совмещенного цикла равны:

$$\eta_t = 1 - \frac{1}{\varepsilon_0^k} \frac{\lambda \rho^k - 1}{(\lambda - 1) + \lambda k (\rho - 1)}, \quad p_t = p_a \frac{\varepsilon_0^k}{\varepsilon - 1} \frac{(\lambda - 1) + \lambda k (\rho - 1)}{k - 1} \eta_t, \quad (2.6)$$

где $\varepsilon_0 = \varepsilon \varepsilon_\kappa = V_l/V_c$ – общая степень сжатия комбинированного двигателя; $\varepsilon = V_a/V_c$ – степень сжатия поршневой части цикла, т. е. двигателя; $\varepsilon_\kappa = V_l/V_a$ – степень сжатия компрессора.

Теоретический цикл с продолженным расширением и переменным давлением газов перед турбиной $acz'zbf gma$ (рис. 2.3) может быть осуществлен в комбинированном двигателе, состоящем из поршневого двигателя и лопаточных машин (газовой турбины и воздушного компрессора) При этом часть цикла $acz'zb$, соответствующая области высоких давлений и относительно малых объемов рабочего тела, осуществляется в поршневой части, а часть цикла $bf gma$ – в лопаточных машинах. Продолженное расширение происходит в газовой турбине по адиабате bfg , отвод теплоты при постоянном давлении на участке gm и предварительное сжатие по адиабате ma – в воздушном компрессоре.

Термический КПД такого цикла за счет дополнительного использования кинетической энергии отработавших газов значительно возрастает. Однако реализация этого термодинамического цикла затруднена рядом конструктивных проблем.

2.4. Принципы работы поршневых двигателей

Принципы преобразования тепловой энергии топлива в механическую работу являются одинаковыми для всех поршневых двигателей, включая роторно-поршневые. Рабочий цикл любого поршневого ДВС состоит из семи последовательно протекающих процессов:

- 1) заполнение цилиндра двигателя свежим зарядом (или воздухом);
- 2) приготовление топливовоздушной смеси;
- 3) сжатие топливовоздушной смеси (или воздуха);
- 4) воспламенение смеси;
- 5) сгорание топливовоздушной смеси;

- б) расширение сгоревшей смеси (рабочий ход);
- 7) выпуск отработавших газов.

При этом последовательность протекания процессов зависит от места приготовления топливовоздушной смеси – вне цилиндра (двигатель с внешним смесеобразованием) или непосредственно в цилиндре (двигатель с внутренним смесеобразованием).

К двигателям с **внешним смесеобразованием** и воспламенением от искры относятся все карбюраторные и газовые двигатели, а также двигатели с впрыском топлива во впускной трубопровод.

К двигателям с **внутренним смесеобразованием** относятся все дизели с самовоспламенением топливовоздушной смеси от сжатия (в том числе газодизели), а также двигатели с впрыском легкого топлива непосредственно в цилиндры.

Одинаковые принципы преобразования тепловой энергии топлива, выделяющейся при его сгорании, в механическую работу предопределили очень похожие друг на друга конструктивные схемы всех поршневых двигателей внутреннего сгорания, кроме роторно-поршневых.

На рис. 2.4 показана типичная схема поршневого ДВС.

Рабочий процесс поршневых двигателей, состоящий из семи названных выше процессов, осуществляется, как правило, за два оборота коленчатого вала, что соответствует четырем ходам (тактам) поршня от одной мертвой точки до другой. Такие ДВС называются **четырёхтактными** двигателями. Если эти процессы осуществляются за один оборот коленчатого вала, т. е. за два хода (такта) поршня, то такие двигатели называются **двухтактными**.

Последовательность осуществления тактов в четырёхтактном двигателе иллюстрирует схема на рис. 2.5.

Первый такт – наполнение (впуск). Наполнение цилиндра двигателя свежим зарядом протекает при движении поршня от верхней мертвой точки (ВМТ) до нижней мертвой точки (НМТ). В дизелях свежий заряд состоит из воздуха, поступающего непосредственно из атмосферы через впускную систему

и впускной клапан, который к началу движения поршня от ВМТ уже открыт. Свежий заряд у двигателя с внешним смесеобразованием состоит из смеси уже распыленного топлива и воздуха. Эта смесь может быть приготовлена либо в карбюраторе, либо после впрыска топлива во впускной системе.

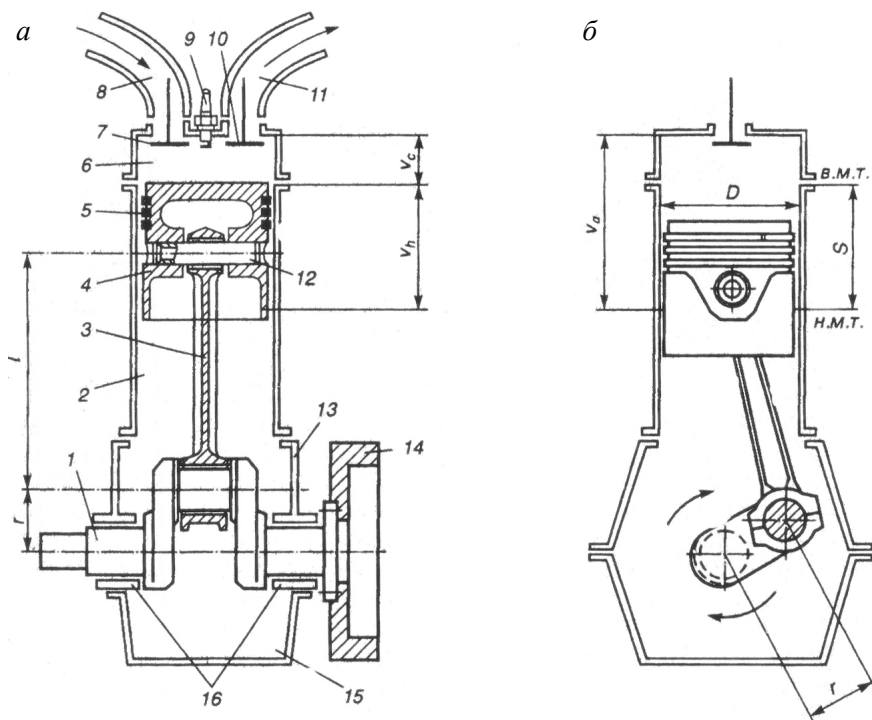


Рис. 2.4. Схема поршневого двигателя внутреннего сгорания:

a – продольный разрез; *б* – поперечный разрез; *l* – коленчатый вал; 2 – цилиндр; 3 – шатун; 4 – поршень; 5 – кольца; 6 – камера сгорания; 7 – впускной клапан; 8 – впускной патрубок; 9 – свеча; 10 – выпускной клапан; 11 – выпускной патрубок; 12 – поршневой палец; 13 – картер; 14 – маховик; 15 – поддон; 16 – коренные подшипники; ВМТ – верхняя мертвая точка; НМТ – нижняя мертвая точка; *D* – диаметр цилиндра; V_c – объем камеры сгорания; V_h – рабочий объем цилиндра; V_a – полный объем цилиндра; *r* – радиус кривошипа; *l* – длина шатуна; *S* – ход поршня

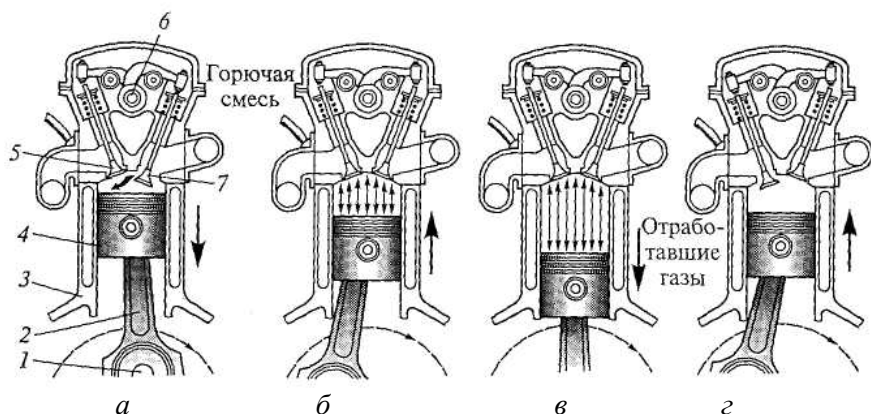


Рис. 2.5. Рабочий цикл четырехтактного двигателя:

а – впуск; б – сжатие; в – рабочий ход; г – выпуск; 1 – коленчатый вал; 2 – шатун; 3 – цилиндр; 4 – поршень; 5 – выпускной клапан; 6 – распределительный вал; 7 – впускной клапан

При движении поршня от ВМТ к НМТ в ходе такта впуска происходит смешение (газообмен) свежего заряда (воздуха или топливовоздушной смеси) с отработавшими газами, оставшимися в камере сгорания после предыдущего рабочего цикла. Наиболее интенсивно газообмен осуществляется за время совместного открытия впускного и выпускного клапанов, т. к. выпускной клапан закрывается только после начала впуска в ходе движения поршня к нижней мертвой точке.

Таким образом, при такте впуска происходит наполнение цилиндра двигателя свежим зарядом (воздухом или топливовоздушной смесью), газообмен между свежим зарядом и отработавшими газами, а в двигателях с внешним смесеобразованием продолжение активного приготовления рабочей смеси (испарение топлива и перемешивание его с воздухом и отработавшими газами).

Увеличение количества и плотности горючей смеси в составе рабочей смеси за счет сокращения количества отработавших газов повышает эффективность работы двигателя.

Очень важной величиной, характеризующей процесс впуска, является **коэффициент наполнения** η_V , представляющий собой отношение действительного количества свежего заряда, поступившего в цилиндр, к тому количеству, которое могло бы поместиться в рабочем объеме цилиндра при условии, что давление и температура в нем равны давлению и температуре окружающей среды, из которой поступает свежий заряд:

$$\eta_V = \frac{G_d}{G_a} = \frac{V_d}{V_a}, \quad (2.7)$$

где G_d и G_a – действительное и теоретическое количество свежего заряда, кг; V_a – полный объем цилиндра, м³; V_d – действительный объем заряда при атмосферном давлении и температуре, м³.

Значения коэффициента наполнения для различных типов автомобильных двигателей приведены в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Значения коэффициента наполнения η_V

№ п/п	Двигатели	η_V
1	Двигатели с электронным впрыском	0,80–0,96
2	Карбюраторные двигатели	0,70–0,90
3	Дизели без наддува	0,80–0,94
4	Дизели с наддувом	0,80–0,97

Второй такт – сжатие. Это происходит при движении поршня от НМТ к ВМТ. Однако еще некоторое время при такте сжатия продолжается наполнение цилиндра (дозарядка) или обратный выброс смеси, т. к. все еще открыт впускной клапан, который закрывается несколько позже прохождения поршнем ВМТ.

После закрытия впускного клапана начинается процесс сжатия с повышением давления и температуры рабочей смеси в цилиндре двигателя с внешним смесеобразованием, а в цилиндре двигателя с внутренним смесеобразованием – сжатие смеси воздуха с отработавшими газами. Рабочая смесь в таких двига-

телях с внутренним смесеобразованием образуется в ходе такта сжатия при впрыскивании топлива непосредственно в цилиндр под большим давлением в конце такта сжатия. Рабочая смесь самовоспламеняется под действием высокой температуры сжатого газа.

В двигателе с внешним смесеобразованием сжатая рабочая смесь воспламеняется также вблизи ВМТ, но от электрической искры высокого напряжения. При приближении поршня к ВМТ сжатие рабочей смеси сопровождается ее горением.

Третий такт – расширение, т. е. рабочий ход. Первый этап рабочего хода начинается при активном горении рабочей смеси, что сопровождается резким скачком давления газа в цилиндре. Под давлением расширяющихся газов поршень перемещается от ВМТ к НМТ, совершая полезную работу. Завершается процесс расширения открытием выпускного клапана еще до прихода поршня к НМТ. При этом начинается самопроизвольный выпуск отработавших газов из цилиндра под действием их избыточного давления.

Четвертый такт – выпуск отработавших газов. При движении поршня от НМТ к ВМТ осуществляется принудительное вытеснение из цилиндра отработавших газов. При этом в процессе движения поршня от НМТ к ВМТ выпускной клапан открыт, а при подходе поршня к ВМТ открывается и впускной клапан. Таким образом, завершение процесса выпуска отработавших газов происходит при двух открытых клапанах – выпускном и впускном.

Продолжительность открытого и закрытого состояния впускного и выпускного клапанов, выраженная в градусах поворота коленчатого вала, называется *фазами газораспределения* (ФГР). Время одновременного открытого состояния клапанов называется *перекрытием клапанов*. В табл. 2.2 приведены значения фаз газораспределения различных двигателей, а на рис. 2.6 – их графическая интерпретация.

Таблица 2.2

Фазы газораспределения автомобильных двигателей

Впускной клапан		Выпускной клапан	
Угол начала от- крытия, град	Угол закрытия, град	Угол начала от- крытия, град	Угол закрытия, град
Бензиновые двигатели			
10–20 до ВМТ	35–45 после НМТ	45–55 до НМТ	5–15 после ВМТ
Дизельные двигатели			
0–30 до ВМТ	30–50 после НМТ	30–55 до НМТ	5–40 после ВМТ

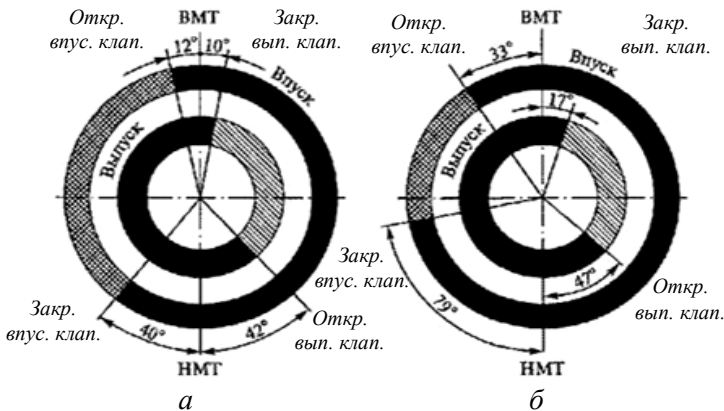


Рис. 2.6. Фазы газораспределения двигателей внутреннего сгорания

Основным видом топлива для автомобильных двигателей внутреннего сгорания служат бензины и дизельные топлива. Они представляют собой жидкие углеводородные соединения, получаемые из нефти путем специальной перегонки.

Для полного сгорания топлива в цилиндре ДВС необходимо определенное количество кислорода, который содержится в атмосферном воздухе. Для жидких органических топлив теоретически необходимое количество воздуха определяется по формуле

2. Подготовка к тюнингу двигателя

$$l_0 = \frac{1}{0,23} \left(\frac{8}{3} C + 8H - O \right), \quad (2.8)$$

где l_0 – теоретически необходимое количество воздуха, кг; C, H, O – массовые доли углерода, водорода и кислорода в топливе (у бензинов: C = 0,855; H = 0,145; O = 0; у дизельных топлив: C = 0,870; H = 0,126; O = 0,004).

Для жидких топлив

$$C + H + O = 1. \quad (2.9)$$

В зависимости от конкретных условий работы двигателя реальное количество воздуха, поступающего в цилиндры, может отличаться от теоретически необходимого. Отношение действительного количества воздуха l к теоретически необходимому количеству l_0 называется **коэффициентом избытка воздуха** α , т. е. $\alpha = l/l_0$.

Для различных двигателей при их номинальной мощности коэффициент избытка воздуха имеет значения, представленные в табл. 2.3.

Таблица 2.3

Значения коэффициента избытка воздуха α

№ п/п	Двигатели	α
1	Карбюраторные двигатели	0,80–0,96
2	Двигатели с форкамерно-факельным зажиганием	0,85–0,98
3	Двигатели с искровым зажиганием и впрыском топлива	0,85–1,30
4	Дизели с неразделенными камерами и объемным смесеобразованием	1,50–1,70
5	Дизели с неразделенными камерами и пленочным смесеобразованием	1,50–1,60
6	Вихрекамерные дизели	1,30–1,45
7	Предкамерные дизели	1,40–1,50
8	Дизели с наддувом	1,30–2,20

В двигателях с наддувом, когда осуществляется продувка цилиндров воздухом, учитывается суммарный коэффициент избытка воздуха $\alpha_c = \varphi_n \alpha$, где $\varphi_n = 1,0\text{--}1,25$ – коэффициент продувки четырехтактных дизелей.

Снижение коэффициента избытка воздуха α за счет увеличения жидкой фазы топлива – один из эффективных путей формирования рабочего процесса двигателя, увеличения его мощности. Однако это приводит к неполному сгоранию рабочей смеси из-за недостатка кислорода, сопровождается повышенным расходом топлива и увеличением термической напряженности деталей двигателя. Снижается коэффициент полезного действия ДВС. Кроме того, при неполном сгорании топлива ($\alpha < 1$) продукты сгорания представляют собой смесь вредных веществ: оксида углерода CO, углекислого газа CO₂, водяного пара H₂O, свободного водорода H₂ и азота N₂.

Практически полное сгорание топлива обеспечивается только при $\alpha > 1$. Однако для этого необходимо уменьшать количество топлива в том же объеме цилиндра. Это снижает расход топлива и увеличивает КПД двигателя, но не позволяет реализовать его максимальную мощность.

Из теории ДВС известно, что эффективная мощность двигателя (мощность на коленчатом валу) N_e связана с основными параметрами двигателя следующей зависимостью:

$$\begin{aligned} N_e = N_i \eta_m &= p_e V_h \frac{i_{\text{ц}} n_e}{30\tau} = V_h \frac{i_{\text{ц}} n_e}{30\tau} \frac{Q_H}{\alpha l_0} \rho_a \eta_V \eta_i \eta_m = \\ &= S \frac{\pi D^2}{4} \frac{i_{\text{ц}} n_e}{30\tau} \frac{Q_H}{\alpha l_0} \rho_a \eta_V \eta_i. \end{aligned} \quad (2.10)$$

Здесь N_i – индикаторная мощность, кВт; p_e – среднее эффективное давление, МПа; V_h – рабочий объем цилиндра, м³; $i_{\text{ц}}$ – количество цилиндров; n_e – частота вращения коленчатого вала, 1/мин; τ – тактность двигателя, для 2-тактного $\tau = 2$, для 4-тактного $\tau = 4$; α – коэффициент избытка воздуха; l_0 – теоре-

2. Подготовка к тюнингу двигателя

тически необходимое количество воздуха, кг; Q_n – низшая теплотворная способность топлива, МДж/кг; ρ_a – плотность заряда (воздуха) на входе во впускной тракт, кг/м³; η_V – коэффициент наполнения; η_i – индикаторный КПД, учитывающий все тепловые потери реального термодинамического цикла двигателя; η_m – механический КПД двигателя, учитывающий разнообразные механические потери; S – ход поршня, м; D – диаметр цилиндра, м.

Среднее эффективное давление p_e представляет собой отношение эффективной работы на валу двигателя к единице рабочего объема цилиндра.

Анализ выражения (2.10) показывает, что эффективная мощность двигателя может быть повышена в общем случае за счет:

- 1) увеличения рабочего объема цилиндра за счет увеличения диаметра цилиндра и хода поршня);
- 2) увеличения количества цилиндров;
- 3) увеличения частоты вращения коленчатого вала двигателя;
- 4) перехода с двухтактного на четырехтактный цикл;
- 5) повышения низшей теплоты сгорания топлива;
- 6) повышения плотности заряда и коэффициента наполнения (например, путем наддува, а также за счет улучшения организации газообмена, снижения аэродинамического сопротивления потока газов на впуске и выпуске, применения инерционного наддува для увеличения дозарядки цилиндров и т. п.);
- 7) повышения механического КПД двигателя (например, за счет использования высококачественных масел, уменьшения соприкасающихся поверхностей, сокращения насосных потерь и т. д.);
- 8) повышения индикаторного КПД (за счет совершенствования процесса сгорания и сокращения потерь теплоты топлива в процессах сжатия и расширения).

Поскольку индикаторный КПД η_i пропорционален термическому КПД η_t термодинамического цикла, то он также воз-

растает при повышении степени сжатия ϵ в ДВС. Это следует из формул (2.3) – (2.6). У бензиновых ДВС без наддува $\epsilon = 7\text{--}12$; у дизелей $\epsilon = 19\text{--}25$.

Увеличение степени сжатия требует применения более высококачественных бензинов, имеющих более высокую детонационную стойкость. Последняя достигается увеличением октанового числа топлива.

Детонация – это неконтролируемое горение рабочей смеси с недопустимо высокой скоростью, приближающейся к скорости взрыва, что сопровождается скачком давления и температуры.

2.5. Скоростные характеристики двигателей

Для анализа работы автомобильных двигателей используют разнообразные их характеристики: скоростные, нагрузочные, регуляторные, регулировочные и специальные. Обычно все характеристики получают экспериментальным путем. При проектировании нового двигателя, а также при поверочных расчетах некоторые его характеристики, например скоростная и нагрузочная, могут быть построены расчетным путем с использованием эмпирических формул.

Скоростная характеристика (рис. 2.7) показывает изменение мощности, крутящего момента, расхода топлива и некоторых других показателей в зависимости от скорости вращения коленчатого вала двигателя. В зависимости от положения органа, управляющего подачей топлива в цилиндры двигателя, различают внешнюю и частичную скоростные характеристики.

Скоростная характеристика, полученная при полном открытии дроссельной заслонки (бензиновые двигатели) или крайнем положении рейки топливного насоса (дизели), соответствующем максимальной подаче топлива, называется **внешней скоростной характеристикой (ВСХ)**. Любая скоростная ха-

2. Подготовка к тюнингу двигателя

рактеристика, полученная при частичной подаче топлива, называется **частичной**.

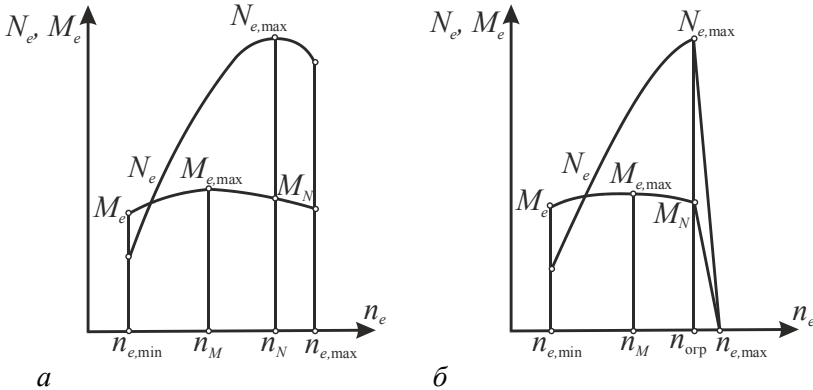


Рис. 2.7. Внешние скоростные характеристики поршневых двигателей внутреннего сгорания:

а – без ограничителя частоты вращения вала; *б* – с ограничителем частоты вращения вала; N_e – эффективная мощность двигателя, кВт; $N_{e,max}$ – максимальная эффективная мощность двигателя, кВт; M_e – крутящий момент на валу, Нм; $M_{e,max}$ – максимальный крутящий момент на валу, Нм; n_e – частота вращения коленчатого вала, об/мин; $n_{e,max}$ – максимальная частота вращения коленчатого вала, об/мин; $n_{e,min}$ – минимальная устойчивая частота вращения коленчатого вала, об/мин; n_M – частота вращения коленчатого вала при максимальном моменте, об/мин; n_N – частота вращения коленчатого вала при максимальной мощности, об/мин; $n_{огр}$ – частота вращения коленчатого вала при срабатывании ограничителя, об/мин

Основными показателями внешней скоростной характеристики являются: $N_{e,max}$ – максимальная эффективная мощность двигателя (иногда ее называют номинальной мощностью); $M_{e,max}$ – максимальный крутящий момент на валу ДВС; M_N – крутящий момент на валу двигателя при его максимальной мощности; n_N – частота вращения вала при максимальной эффективной мощности двигателя; $n_{e,max}$ – максимальная частота вращения вала

двигателя; для карбюраторных двигателей без ограничителей частоты вращения вала $n_{e,\max} = (1,05-1,20)n_N$; n_M – частота вращения вала при максимальном крутящем моменте; $n_{e,\min}$ – минимальная частота вращения вала, при которой двигатель еще работает устойчиво с полной нагрузкой (для карбюраторных ДВС $n_{e,\min} = 600-1000$ об/мин, для дизелей $n_{e,\min} = 300-800$ об/мин; k_n – коэффициент приспособляемости двигателя по частоте; k_M – коэффициент приспособляемости двигателя по моменту:

$$k_n = \frac{n_N}{n_M} ; \quad k_M = \frac{M_{e,\max}}{M_N}. \quad (2.11)$$

Скоростной диапазон от n_N до $n_{e,\max}$ в автомобильных двигателях используется крайне редко, поскольку в этой области мощность снижается, а потери в двигателе, пропорциональные квадрату скорости вращения вала, интенсивно возрастают. Предельные скоростные режимы работы двигателя характерны для спортивных автомобилей. Для них главное – скорость, а моторесурс двигателя не является главным критерием эксплуатации.

С целью ограничения механических потерь, увеличения моторесурса двигателя и снижения расхода топлива практически на всех типах двигателей (за исключением двигателей легковых автомобилей) устанавливаются автоматические устройства, ограничивающие частоту вращения вала разумными пределами $n_{\text{огр}}$ (рис. 2.7, б). Ограничитель включается на той части внешней скоростной характеристики, где мощность двигателя практически не возрастает, т. е. вблизи точки экстремума функции $N_e = N(n_e)$. Частота $n_{\text{огр}} = (0,8-0,9)n_N$, поэтому эффективная мощность двигателя в режиме срабатывания ограничителя частоты вращения вала практически равна максимальному ее значению, т. е. $N_{e,\max}$. Принудительное ограничение частоты вращения вала при частоте $n_{\text{огр}}$ применяется чаще всего на двигателях грузовых автомобилей и автобусов.

2.6. Резервы повышения мощности двигателя

Общие представления о резервах повышения мощности двигателя были получены при анализе формулы (2.10) для определения мощности. Однако не все названные выше способы форсирования двигателя равнозначны.

В частности, практика модификации ДВС показывает, что дальнейшее форсирование современных автомобильных двигателей внутреннего сгорания путем увеличения частоты вращения коленчатого вала n_e является малоперспективным. Основания для такого вывода следующие. Современные ДВС уже и так имеют достаточно высокие скорости вращения коленчатого вала. При дальнейшем возрастании n_e прогрессивно возрастут аэродинамические (насосные) потери во впускном и выпускном трактах (коллекторах), а также потери на трение в подшипниках и в сопряжениях поршней с цилиндрическими гильзами. Следствием этого станет снижение механического ухудшения экономичности и снижение ресурса двигателя. Поэтому этот способ форсирования двигателя находит применение лишь на двигателях спортивных автомобилей для установления рекордов скорости. Долговечность двигателя в этом случае не является приоритетным фактором.

Формула (2.10) показывает также, что мощность двигателя можно повысить за счет увеличения рабочего объема каждого цилиндра V_h путем увеличения хода поршня S и его диаметра D . Увеличение хода поршня S требует изменения конструкции коленчатого вала. Нужен либо новый коленчатый вал с увеличенным кривошипом, либо необходимо эксцентричное обтачивание шатунных шеек с одновременным уменьшением их диаметра. Это повлечет за собой изменение конструкции нижней головки шатуна.

Поскольку $V_h = S\pi D^2/4$, т. е. рабочий объем цилиндра пропорционален квадрату его диаметра и лишь линейно зависит от хода поршня S , то очевидно, что изменение диаметра поршня

оказывает большее влияние на изменение мощности, чем ход поршня. Принимая во внимание, что многие автомобильные двигатели имеют резерв для увеличения диаметра поршня без изменения внешних габаритов блока цилиндров, имеется возможность расточить гильзы цилиндров под поршни увеличенного размера.

Увеличение общего литража двигателя $V_d = V_h i_{\text{ц}}$ путем увеличения количества цилиндров $i_{\text{ц}}$ могло бы существенно увеличить его мощность (в 1,5–2,0 раза). Однако увеличение количества цилиндров неизбежно связано с ростом габаритов двигателя. Это не всегда целесообразно, поскольку требует увеличения размеров моторного отсека и, следовательно, всего автомобиля.

Наконец, повысить мощность двигателя можно за счет увеличения среднего эффективного давления p_e в цилиндре ДВС. В свою очередь последнее пропорционально среднему индикаторному давлению p_i и механическому КПД двигателя: $p_e = p_i \eta_m$.

Для термодинамических циклов, показанных на рис. 2.2, среднее индикаторное давление вычисляется по формулам (2.3) – (2.6).

Давление в конце впуска p_a – основной фактор, определяющий массу горючей смеси, поступающей в цилиндр двигателя. Величина давления p_a существенно зависит от сопротивления впускной системы:

$$p_a = p_0 - \Delta p_a. \quad (2.12)$$

Здесь p_0 – давление воздуха на входе во впускную систему, МПа; Δp_a – потери давления за счет сопротивления впускной системы, МПа.

Потери давления можно вычислить по формуле Бернулли:

$$\Delta p_a = \xi_{\text{в.с}} \rho_a \frac{v_{\text{в.с}}^2}{2} 10^{-6}, \quad (2.13)$$

2. Подготовка к тюнингу двигателя

где ρ_a – плотность воздуха на входе во впускную систему, кг/м^3 ; $\xi_{в.с}$ – коэффициент аэродинамического сопротивления впускной системы, отнесенный к наиболее узкому ее сечению; $v_{в.с}$ – скорость газа в наименьшем сечении впускной системы (как правило, в клапане или продувочных окнах), м/с .

В современных автомобильных двигателях $\xi_{в.с} = 2,0\text{--}4,0$; $v_{в.с} = 50\text{--}150 \text{ м/с}$. Для двигателей с электронным впрыском топлива следует учитывать минимальные значения коэффициента $\xi_{в.с}$ в связи с отсутствием карбюратора. Плотность заряда на впуске ρ_a значительно зависит от наличия или отсутствия наддува. У четырехтактных ДВС без наддува величина Δp_a изменяется в пределах, указанных в табл. 2.4.

Таблица 2.4

Потери давления во впускной системе двигателей Δp_a

№ п/п	Тип двигателей	Δp_a
1	У двигателей с воспламенением от искры	$(0,05\text{--}0,20)p_a$
2	У дизельных двигателей без наддува	$(0,03\text{--}0,18)p_a$

Таким образом, просматриваются два способа увеличения среднего эффективного давления: снижение аэродинамического сопротивления впускной системы и наддув, т. е. повышение давления воздуха на входе во впускную систему с помощью специального турбонагнетателя. Нельзя также забывать и об изменении плотности воздуха ρ_0 при изменении его температуры, формула (2.10).

Контрольные вопросы и задания

1. В чем заключаются особенности рабочего процесса поршневого двигателя внутреннего сгорания? Как классифицируются двигатели внутреннего сгорания?

2. Что такое тактность поршневого двигателя внутреннего сгорания и фазы газораспределения? Как они влияют на мощность двигателя?

3. Дайте определение степени сжатия и индикаторного КПД двигателя. Какая между ними взаимозависимость?
4. Назовите основные способы повышения мощности двигателя.
5. Какие виды работ выполняются при внешнем тюнинге двигателя?
6. Что называется модификацией двигателя?
7. Из каких последовательно чередующихся процессов состоит рабочий цикл поршневого двигателя внутреннего сгорания?

3. МОДИФИКАЦИЯ ДВИГАТЕЛЯ

3.1. Внешний тюнинг двигателя

Целью внешнего тюнинга ДВС является улучшение эстетического вида мотора. Если автовладелец является эстетом, поклонником красивых форм и цвета, то он пожелает сделать цветным черно-серый мир под капотом двигателя своего автомобиля. Даже в том случае, если запланирован серьезный технический тюнинг двигателя, направленный на его форсирование, внешний тюнинг можно выполнять как до, так в процессе модификации мотора, учитывая при замене деталей их внешний вид.

В любом случае перед началом серьезной модификации двигателя его надо привести если не в идеальное, то близкое к нему состояние. Это относится и к рабочему процессу, и к внешнему виду двигателя.

Если поднять капот моторного отсека любого серийного легкового автомобиля, то можно увидеть черный пластмассовый корпус воздухоочистителя, черный впускной воздуховод, черную аккумуляторную батарею, черные шланги, черную коробку с предохранителями, черные тросы, черную крышку клапанной коробки с черной маслозаливной пробкой и еще много всяких черных либо серых деталей.

Почему моторное отделение выглядит так мрачно? Ведь на автомобильных выставках двигатель выглядит значительно привлекательнее. Ответ очевиден. Эстетика требует денег. Поэтому не каждый производитель серийных автомобилей желает нести лишние, на его взгляд, расходы на придание изящества двигателю, который снаружи никто не видит. Любоваться им будет только автовладелец. Ему и решать, что делать с внешним видом двигателя.

Прежде чем начинать отделку моторного отделения, его необходимо хорошо почистить. После пробега в 30–40 тыс. км

довольно часто из двигателя начинают понемногу подтекать охлаждающая жидкость и масло. Могут также появиться утечки жидкости из системы охлаждения, рулевого и тормозного приводов, электролита из аккумуляторной батареи. Постепенно эти жидкости смешиваются с дорожной пылью, и моторное отделение приобретает неряшливый вид.

Некоторые жидкости агрессивны и начинают разлагать лакокрасочное покрытие автомобиля, резиновые и пластмассовые детали. Из-за протечек может сбиться настройка регулятора напряжения в системе подзарядки, окисляться клеммы аккумуляторной батареи. Это может закончиться тем, что в один прекрасный день двигатель не сможет быть запущен.

Моторный отсек, конечно, могут почистить на СТОА, но все-таки это лучше сделать самому автовладельцу. Мойка тоже стоит денег, да и будет неловко предстать перед работниками СТОА заказчиком-грязнулей.

Удаление толстых отложений. Если владелец автомобиля редко заглядывал в моторный отсек, то там могло накопиться довольно много грязи, смешанной с маслом. Для удаления этих отложений не рекомендуется пользоваться отверткой или иным металлическим инструментом. Можно повредить краску и поцарапать очищаемую поверхность. Лучшим инструментом является пластиковый скребок. Надо тщательно осмотреть все щели и прочие места, где может скопиться грязь. Чем больше грязи можно удалить таким инструментом, тем меньше в дальнейшем придется израсходовать специальных моющих средств.

Простое мытье. Если автовладелец регулярно следит за санитарным состоянием моторного отделения и двигатель не сильно загрязнен, то его достаточно просто намылить с помощью мыльного порошка, а затем мыльную пену смыть водой из шланга. Если таким способом грязь не смывается, то надо воспользоваться более радикальным средством – химическим очистителем двигателя, который свободно продается в магазине.

3. Модификация двигателя

Часто хороший результат дают и бытовые средства для мытья. При использовании очистителя и бытовых средств следует обязательно соблюдать инструкцию изготовителя этих средств. Некоторые моющие средства содержат каустик (каустическую соду), вредный для глаз и кожи, поэтому не стоит пренебрегать средствами индивидуальной защиты – резиновыми перчатками, защитными очками.

Специальные очистители для двигателя более эффективны, чем бытовые средства. Некоторые очистители выпускаются в банках с приспособлениями для распыления или в виде пены. Последняя наиболее удобна для обработки вертикальных поверхностей, таких как стенки блока цилиндров, крышки приводной цепи, моторной перегородки и пр.

Не стоит мыть слишком горячий двигатель. Очень горячие детали вроде выпускного коллектора или турбонагнетателя могут просто треснуть, если на них попадет холодная вода. А от химических реактивов вообще будет мало пользы, т. к. они благополучно испарятся на горячей поверхности еще до начала мойки.

Очистку подкапотного пространства желательно начать с нанесения небольшого количества очистителя даже на те места, которые кажутся чистыми. Очиститель нужно наносить на моторную перегородку, на брызговики, на радиатор и на всю поверхность двигателя. Наносить очиститель лучше всего сверху вниз, заканчивая элементами шасси и подвески, доступными из моторного отделения. Чтобы очиститель не успел засохнуть, нужно быстро смыть его водой. Если на горячих местах очиститель начинает высыхать, следует обрызгать это место еще раз. С помощью кисти на длинной деревянной ручке удобно намазывать очистителем труднодоступные места.

Следует иметь в виду, что даже самый хороший очиститель не сделает двигатель чистым с первой попытки. Поэтому не нужно экономить на очистителе.

Поскольку все очистители довольно агрессивны, следует защитить крылья, основание лобового стекла и другие окрашен-

ные поверхности от случайного попадания этих растворителей. Если растворитель все же попал на окрашенную поверхность, нужно его смыть как можно скорее большим количеством воды. Лобовое стекло лучше не подвергать действию растворителя.

Мытье под давлением. Для очистки сильно загрязненного двигателя существуют установки для мытья под давлением. Такую установку можно купить или взять напрокат. Однако мыть сильно загрязненный двигатель все-таки лучше на платной мойке. Там есть горячая вода под высоким давлением и необходимые моющие средства. Но при этом нужно иметь в виду, что вода может попасть на электроды свечей зажигания, и если ее своевременно не удалить, то двигатель можно и не запустить. Двигатель после такой мойки если и запустится, то некоторое время будет работать с перебоями. Поэтому, чтобы защитить элементы системы зажигания от попадания воды, их следует накрыть полиэтиленовой пленкой и герметично ее закрепить.

Очистка паром. Еще лучший результат дает очистка двигателя горячим паром. Наряду с очистителями, это одно из самых радикальных средств, способных очистить двигатель.

Очистка начинается с промывки двигателя струей кипятка с растворителем. При такой процедуре смывается вся застарелая грязь с двигателя, коробки передач и ведущих валов. Профессиональные специалисты по тюнингу обычно так и начинают свою работу с очистки двигателя паром.

Недостаток такой технологии очистки состоит в том, что она способна снять краску с двигателя и окрашенных панелей, особенно если краска уже начала отслаиваться. Пар может также испортить резиновые изделия. Однако если впереди предстоит технический тюнинг и необходимо будет снимать двигатель, то все равно предстоит замена резиновых уплотнений и прокладок, а также повторная покраска большинства элементов конструкции.

Другой недостаток очистки паром тот же, что и при мойке под давлением – попадание влаги на элементы систем зажигания и питания.

Проверка и чистка резиновых шлангов. После тщательной очистки моторного отделения необходимо внимательно осмотреть все шланги, особенно вакуумные. Если некоторые из них стали мягкими или, наоборот, затвердели, следует их заменить. Если все шланги в порядке, то их нужно обработать так, чтобы они выглядели новыми. Для этого нужно протереть их тряпкой и очистителем для резины, а затем обрызгать препаратом с примесью силикона. Но ни в коем случае не следует смазывать силиконом или очистителем приводные ремни. Они начнут скользить и скрипеть. Легко этим же способом чистить высоковольтные провода, имеющие на поверхности следы масла.

В продаже имеются тюнинг-оплетки для шлангов разных диаметров и длины: для вакуумных, топливных шлангов и шлангов отопителя. Наибольший диаметр имеют шланги радиатора. Они производят наибольшее впечатление, если их поместить в оплетку (рис. 3.1). Приобретая комплект оплеток разных диаметров (рис. 3.2), можно украсить все шланги.



Рис. 3.1. Верхний шланг радиатора в оплетке



Рис. 3.2. Тюнинг-шланги радиатора

Большинство изготовителей оплеток включают в наборы также анодированные алюминиевые «псевдогайки», которые выглядят как дорогие фитинги для гоночных машин. Хотя это только алюминиевые кольца, обработанные под форму гаек, ко-

торыми крепятся концы шлангов, но под них без труда можно спрятать стандартные крепления шлангов.

Для «украшения» шлангов их придется отсоединить и снять. Поэтому, прежде чем решиться на замену всех черных шлангов, следует уточнить, что течет внутри этих шлангов, потому что некоторые жидкости представляют опасность (хладагент системы кондиционирования, топливо и т. п.). Даже не очень опасные жидкости вроде антифриза частично проливаются при отсоединении шлангов, поэтому необходимо позаботиться о безопасности проведения таких работ и необходимости доливания жидкостей в соответствующие системы.

Провода, небольшие шланги и тросы. Замена старых изношенных вакуумных шлангов на долговечные силиконовые не только украсит двигатель, но и уменьшит утечки вакуума, из-за чего ранее двигатель давал сбои в работе. Можно также заменить высоковольтные провода на новые в силиконовой изоляции любого цвета. Это не только повысит надежность системы зажигания, но и придаст двигателю красивый вид. Другие многочисленные провода можно разместить в пластиковых трубках, что сделает подкапотное пространство опрятнее и защитит провода от повреждений.



Рис. 3.3. Тюнинговый воздушный фильтр, которым можно заменить шланг вентиляции картера

Еще одной красочной модернизацией явится замена резинового шланга вентиляции картера миниатюрным воздушным фильтром (рис. 3.3). Такие фильтры продаются в автомагазинах. Они бывают разных цветов – голубые, розовые, желтые. Иногда их отделку имитируют под хром. Такие фильтры выглядят как маленькие цветные абажуры. Если установить такой фильтр, то отпадает необходимость в шланге вентиляции.

Менять трос акселератора обычно не приходится, пока он не сломался и не застрял. Но в магазинах продаются такие тросы в оплетке из нержавеющей стали – чудо дизайна. Можно не дожидаться поломки старого троса, а попытаться заменить его на новый, красивый.

Крышка клапанов. Чтобы улучшить внешний вид двигателя, приходится заменять и крышку клапанов, т. к. вряд ли удастся сделать что-то приличное из старой штампованной крышки, покрашенной, как обычно, в тот же черный цвет. Краска на ней постепенно тускнеет и трескается, появляются пятна ржавчины, так же как и на самой крышке, поэтому целесообразно заменить стандартную крышку клапанов на новую. Лучше – из литого алюминия.

На автомобилях последних моделей уже применяются алюминиевые крышки клапанов как стандартное оборудование. Но они не отполированы и не анодированы. Более того, они выкрашены в традиционный черный цвет. Хотя они и не заржавеют с течением времени, как прежние стальные, но их внешний вид тоже не улучшится. Чтобы крышка клапанов начала выглядеть эстетично, следует черную краску смыть растворителем, а крышку отполировать и, если возможно, подвергнуть анодированию.

Окраска кронштейнов. После выполненных перечисленных выше операций, украшающих двигатель, в моторном отсеке остается еще много всяких кронштейнов, поддерживающих двигатель, коробку передач, радиатор и другие тяжелые узлы. Эти штампованные или литые детали обычно также имеют черный цвет и не очень украшают моторный отсек, поэтому будет совсем не лишним покрасить их в другой цвет, который бы соответствовал задуманному дизайну обновляемого моторного отделения. Для этого потребуется немного – наждачная бумага, средство обезжиривания поверхностей и несколько баночек с красками различных цветов.

3.2. Тюнинг системы впуска

Система впуска воздуха в цилиндры двигателя содержит заборник атмосферного воздуха, впускной воздуховод, воздухоочиститель с воздушным фильтром, карбюратор (отсутствует в двигателях с впрыском топлива) и впускной коллектор, присоединяемый к впускным патрубкам и впускным каналам головок цилиндров.

Впускной воздуховод и фильтры. Основными задачами конструкторов двигателей при конструировании впускного тракта являются: обеспечение очистки воздуха, плавности работы двигателя, надежности и управляемости системы впуска, экономии топлива и отсутствия шума. Шум – одна из главных забот конструкторов, поскольку автовладельцы хотят, чтобы двигатели покупаемых ими автомобилей работали бесшумно и плавно. Шум является одним из потребительских свойств транспортных средств. От него напрямую зависит объем продаж автомобилей.

Естественно, что конструкторы озабочены выполнением такого требования потенциальных покупателей. И это отражается на особенностях конструкции впускного тракта. Если проследить путь воздуха от входа во впускную систему до двигателя, то обнаружится довольно замысловатая траектория, напоминающая лабиринт.

Так, при конструировании входного воздуховода, который предназначен для подачи свежего воздуха в воздухоочиститель, конструкторы обычно уделяют большое внимание тому, чтобы с воздухом в воздухоочиститель не попали вода или грязь. Для этого ими предусматривается система различных отражателей. Но, попав в корпус воздухоочистителя, воздушный поток должен еще преодолеть пластмассовые перегородки и иные устройства, предназначенные для снижения шума, создаваемого воздухом.

Когда, наконец, воздух минует воздушный фильтр, то прежде чем попасть в смесительную камеру карбюратора, ему

3. Модификация двигателя

очень часто приходится преодолевать гибкую гофрированную трубу, причем у некоторых моделей автомобилей эта труба имеет несколько изгибов. Гофрированная труба, конечно, снижает шум, но зато создает значительное дополнительное сопротивление воздушному потоку, особенно при большой частоте вращения коленчатого вала ДВС.

Для совершенствования впускной системы существует три способа.

Первый, и самый простой, способ состоит в том, чтобы вынуть из воздухоочистителя стандартный заводской фильтр и заменить его тюнинговым пластинчатым фильтром, который можно приобрести в автомагазине. Если воздухоочиститель имеет конструкцию с падающим воздушным потоком, то хороший воздушный фильтр сразу добавит двигателю несколько лошадиных сил. Такой фильтр можно использовать многократно. Достаточно его промыть и обработать специальным маслом.

Второй способ является более радикальным – это замена воздухоочистителя и гибких пластиковых воздуховодов одним полнопоточным коническим воздушным фильтром с плиссированным хлопчатобумажным фильтрующим элементом (рис. 3.4). Это позволит значительно уменьшить сопротивление воздушному потоку.

Третий способ предполагает еще более серьезную модификацию впускной системы. Она заключается в совершенствовании конструкции впускного коллектора и корпуса дроссельной заслонки. Для этой цели в продаже имеются специальные тюнинговые наборы.

Тюнинговые впускные тракты изготавливаются обычно в двух вариантах: короткий впускной воздуховод и заборник холодного воздуха. Конструкторы

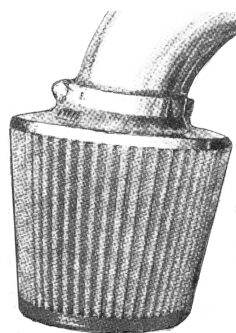


Рис. 3.4. Конический воздушный фильтр

обеих систем постарались обеспечить минимальное сопротивление потоку воздуха при минимальном шуме. Воздуховоды выполнены из алюминия с гладкой проточной частью и максимально возможного диаметра. Обе конструкции снабжены воздушными фильтрами конической формы, рассчитанными на большой расход воздуха.

Наиболее простыми и дешевыми являются короткие воздуховоды. Они устанавливаются легко и быстро, быстрее, чем требуется времени для удаления старого воздухоочистителя и воздуховода. Помощь в разборке старых штатных узлов окажет «Руководство по эксплуатации» автомобиля, подвергающегося тюнингу.

На некоторых автомобилях на впускном воздуховоде расположен датчик расхода воздуха. Его придется снять, а затем установить новый воздуховод. У многих моделей автомобилей имеется шланг, соединяющий картер двигателя (обычно на крышке головки цилиндров) с впускным воздуховодом. В таком случае придется либо укоротить штатный шланг, либо установить новый. В тюнинговой конструкции воздушный фильтр располагается близко к двигателю, и необходимости дорабатывать двигатель или кузов обычно не возникает.

Кроме способности уменьшать сопротивление потоку воздуха, тюнинговый воздуховод и выглядит лучше стандартного. Поверхность воздуховода анодирована и может иметь голубой, красный или фиолетовый цвет. Воздуховод может быть хромированным или полированным. Новый комплект воздуховода не только выглядит красиво, но и добавляет двигателю от 4 до 8 лошадиных сил в зависимости от его номинальной мощности.

Однако необходимо принимать во внимание тот факт, что уменьшение сопротивления впускного тракта путем увеличения проходных сечений не всегда и не для всяких двигателей целесообразно. Во-первых, увеличиваются габариты. Во-вторых, при снижении скорости воздушного потока уменьшается турбулиза-

3. Модификация двигателя

ция свежего заряда, поступающего в цилиндры, в результате чего может ухудшиться качество смесеобразования как в бензиновых, так и в дизельных двигателях.

Выше уже упоминалось влияние плотности воздуха ρ_a на мощность двигателя. Чем холоднее воздух на входе во впускную систему, тем больше его плотность и выше мощность двигателя. Из курса термодинамики известно, что плотность воздуха определяется следующей зависимостью:

$$\rho_a = \frac{p_a}{RT_a}, \quad (3.1)$$

где ρ_a – плотность воздуха на входе в двигатель, кг/м³; p_a – абсолютное давление воздуха на входе в двигатель, Н/м²; T_a – абсолютная температура этого воздуха, К; R – газовая постоянная для воздуха, Дж/(кг·град).

На основании анализа формулы (3.1) следует, что при снижении температуры воздуха на входе в двигатель с 50 до 20 °С (с 323 до 293 К), т. е. на 20 °С, плотность воздуха увеличивается на 10 %, и, следовательно, см. формулу (2.10), мощность двигателя возрастает на те же 10 %. Прибавка кажется не очень внушительной, пока она обозначена в процентах. В абсолютных единицах картина выглядит иначе. Например, если эффективная мощность двигателя равна 200 л. с., то прибавка мощности составит 20 л. с. только за счет изменения температуры воздуха.

Последний пример весьма показательный. Необходимо иметь в виду, что воздух в подкапотном пространстве моторного отделения горячее наружного на 30–50 °С даже при движении с большой скоростью, при которой наружный воздух хорошо продувает моторное отделение. Забор холодного воздуха позволяет увеличить мощность двигателя на 5–15 л. с. в зависимости от типа автомобиля, конструкции и качества воздушного фильтра, входящего в тюнинг-набор. Разность температур наружного воздуха летом (+25...+35 °С) и зимой (–25...–35 °С)

также весьма ощутима и составляет 50–70 °С. Это также отражается на величине мощности двигателя.

Воздуховод холодного воздуха длиннее обычного, поскольку он забирает холодный воздух из-под решетки радиатора или из-под переднего крыла, а не из горячего моторного отсека. Понятно, что воздуховод, забирающий холодный воздух из-за пределов кузова автомобиля, не может не содержать изгибов и поворотов. Даже если воздуховод идеально отполирован внутри, эти повороты значительно увеличивают суммарное сопротивление потоку воздуха и могут свести к нулю все положительные качества тюнингового воздуховода. Поэтому, прежде чем приступить к тюнингу, необходимо произвести тщательный инженерный расчет аэродинамики системы впуска, привлекая к этому соответствующих специалистов.

Тюнинговые воздуховоды имеют один очевидный недостаток – они шумнее стандартных. В них нет тщательно выполненных шумоглушителей и шумопоглотителей, которые имеются в стандартных конструкциях. Устанавливая такой воздуховод, автовладелец может вступить в противоречие с требованиями ГИБДД и в конфликт с окружающими людьми. Окончательное решение и ответственность принимает только заказчик тюнинга, а тюнер является лишь исполнителем.

Однако для водителей спортивного стиля такая переделка не является чем-то необычным. У спортивных автомобилей нередко воздушные фильтры вообще удаляют. Трубу для забора холодного воздуха выносят на переднюю панель автомобиля, чтобы использовать скоростной напор. С этой целью на передний конец трубы устанавливается специальный раструб, увеличивающий лобовую площадь воздухозаборника. Зафиксирован случай, когда водитель удалил одну из передних фар, а на ее место разместил начальный участок трубы для забора холодного воздуха.

Очень важным является выбор места для установки нового тюнингового фильтра. Конечно, хочется расположить его в са-

3. Модификация двигателя

мом холодном месте, но главное – необходимо исключить возможность попадания грязи и воды. Дело совсем не в том, что фильтр будет выглядеть неряшливо. Наибольшая опасность заключается в попадании влаги в двигатель. Такое явление называется «гидравлическим замком». Вода несжимаема, поэтому попадание воды в цилиндр двигателя равносильно попаданию металлического предмета между днищем поршня и головкой блока. Дело закончится погнутыми шатунами или поломкой коленчатого вала. Двигатель будет загублен безвозвратно.

Существует несколько правил, соблюдение которых позволит избежать подобной неприятности. Во-первых, не нужно стремиться располагать конец трубы воздухозаборника слишком низко, несмотря на то что большинство изготовителей воздухозаборников предусматривают различные щитки и экраны для защиты фильтра от грязи и воды. Многие автовладельцы в зимнее время снимают с автомобиля наружный воздухозаборник, резонно полагая, что зимой температура окружающего воздуха и так достаточно низкая. Кроме того, нет опасности попадания снега, который может растаять и превратиться в воду.

Некоторые воздухозаборники имеют воздуховоды, состоящие из двух частей. В любой момент переднюю трубу, выходящую наружу, можно отсоединить и переставить воздушный фильтр на конец второй трубы, находящейся внутри моторного отсека.

Для того чтобы пользоваться воздухозаборником холодного воздуха круглый год, наилучшим решением будет конструкция входного воздуховода с обводным клапаном. Когда воздушный фильтр оказывается забитым грязью или водой, клапан открывается, и воздух по обводной трубе поступает в двигатель. Обводная труба имеет свой воздушный фильтр и забирает воздух из моторного отсека.

Обводной клапан можно устанавливать только на двигателях без наддува.

Корпус дроссельной заслонки. Тюнинг системы впуска не ограничивается заменой только входного воздуховода. Необходимо критически проанализировать все, что находится между впускным воздуховодом и впускными клапанами двигателя. На этом участке также нужно свести к минимуму сопротивления движению воздушного потока, прежде всего, это касается корпуса дроссельной заслонки карбюратора.

Модификация впускного тракта потребует замены корпуса дроссельной заслонки. Не имеет практического смысла растачивать внутреннюю полость корпуса. В продаже имеются тюнинговые корпуса дроссельных заслонок разных размеров, отличающихся от стандартных корпусов только диаметрами расточек. Это позволяет изменять проходное сечение корпуса дроссельной заслонки нужным образом.

Однако не следует устанавливать корпус дроссельной заслонки наибольшего диаметра, даже если корпус внешне выглядит наиболее привлекательным из-за полировки и анодирования поверхности. Достаточно ограничиться корпусом с проходным сечением лишь не намного большим, чем у стандартной конструкции. Практика показывает, что при установке корпуса дроссельной заслонки слишком большого диаметра двигатель не сможет устойчиво работать на малых оборотах.

Если все-таки принято решение максимально увеличить проходное сечение корпуса дроссельной заслонки, то необходимо будет снять впускной коллектор и увеличить диаметр входного отверстия коллектора до диаметра корпуса дроссельной заслонки. Иначе не будет никакой пользы от установки большого корпуса дроссельной заслонки, если его выход перекрыт меньшим входным отверстием стандартного коллектора.

Можно рассмотреть вариант вставки между корпусом дроссельной заслонки и впускным коллектором специальной воздушной камеры. Такие тюнинговые камеры также продаются в автомагазинах. Во впускной системе при этом прибавится не-

3. Модификация двигателя

много дополнительного объема, однако такие камеры понадобятся, если предстоит модификация топливной системы, предполагающая добавление окислов азота в топливовоздушную смесь.

Еще одним примером конструктивного решения может служить применение индивидуальных дроссельных заслонок на каждый цилиндр. При этом каждый корпус дроссельной заслонки снабжается своим индивидуальным воздухозаборником. Поверх воздухозаборников устанавливается общая воздушная камера, обеспечивающая равные условия для работы всех цилиндров.

Впускной коллектор. Последним объектом впускного воздушного тракта является впускной коллектор. Впускные коллекторы рассчитаны на определенную мощность двигателя и диапазон изменения частоты вращения коленчатого вала. Впускной коллектор двигателя повышенной мощности должен пропускать гораздо больший воздушный поток. Он должен быть соединен с более крупным корпусом дроссельной заслонки и, следовательно, должен иметь большее входное отверстие. Большое значение имеют проходные сечения и длина патрубков. Внутренние поверхности коллектора должны быть сглажены и иметь плавные переходы, чтобы создавалось минимальное сопротивление воздушному потоку.

В двигателях с внешним смесеобразованием процесс подготовки горючей смеси начинается в карбюраторе. При таком способе смесеобразования очень важно обеспечить не только необходимый качественный состав горючей смеси, но и равномерное наполнение ею цилиндров двигателя. По этой причине впускная система карбюраторного двигателя должна иметь не только пространственную симметрию, но и симметрию во времени. Последнее требование означает, что проходящая через дроссельную заслонку порция горючей смеси должна подходить к впускным каналам каждого цилиндра за одинаковое время. Следовательно, конфигурация впускного коллектора играет важную роль.

На рис. 3.5 приведены возможные схемы расположения впускных трубопроводов. Наиболее распространенной является схема с пространственной симметрией (рис. 3.5, а).

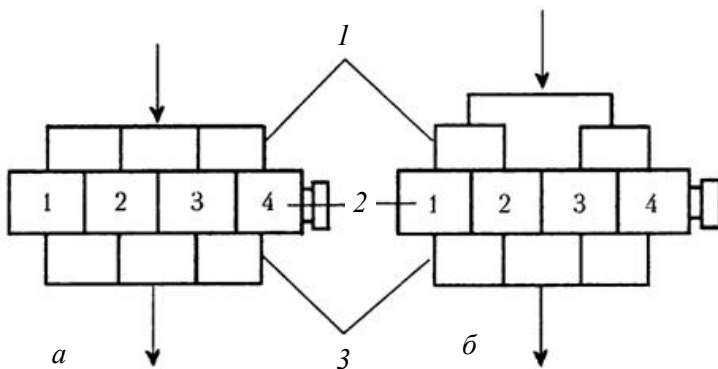


Рис. 3.5. Схемы впускных коллекторов:

а – с пространственной симметрией; б – с пространственно-временной симметрией; 1 – впускной коллектор; 2 – блок цилиндров двигателя; 3 – выпускной коллектор

При ее использовании в цилиндры 2 и 3 поступает более обогащенная смесь, что особенно характерно при работе двигателя на частичных нагрузках. Это обусловлено тем, что при недостаточно высокой скорости воздушного потока на внутренних стенках впускного коллектора за карбюратором образуется пленка топлива. Эта пленка, особенно при низкой температуре окружающей среды, не всегда успевает испариться и достигает впускных клапанов в головке цилиндров – в первую очередь тех, расстояние до которых меньше.

В случае применения впускного коллектора с пространственно-временной симметрией (рис. 3.5, б) поступающая в цилиндры двигателя горючая смесь при его работе на частичных нагрузках также может существенно отличаться по составу. Причина этого явления заключается в том, что при частичном

3. Модификация двигателя

открытии дроссельной заслонки происходит отклонение потока горючей смеси от прямолинейной траектории. В результате такого отклонения наиболее обогащенная смесь поступает в те цилиндры, в сторону которых поток отклоняется. Уменьшить влияние положения дроссельной заслонки на распределение смеси по цилиндрам можно путем предварительного подогрева смеси от стенок впускного тракта и изменением направления потока топливовоздушной смеси.

Подогрев стенок ускоряет процесс испарения бензина и способствует образованию смеси равномерного состава. Обычно подогрев стенок впускного тракта осуществляется или жидкостью системы охлаждения двигателя, или за счет теплоты выпускного коллектора, когда системы впуска и выпуска располагаются с одной стороны блока цилиндров.

Изменение направления воздушного потока в одной из моделей автомобилей фирмы BMW осуществлялось следующим образом. После воздушной заслонки карбюратора воздух поступал в центральную часть впускного коллектора, расположенного над клапанными форсунками (инжекторами), откуда распределялся по цилиндрам через впускные патрубки определенной длины, изменявшие направление воздушного потока на 180° .

3.3. Наддув двигателя

3.3.1. Общие представления о наддуве

На современных автомобилях наддув двигателей выполняется различными способами, для реализации которых применяются нагнетатели и турбокомпрессоры. Нагнетатели – обычные одноступенчатые поршневые или лопастные компрессоры, имеющие механический привод от коленчатого вала двигателя. Турбокомпрессоры – это центробежные или осевые компрессоры, работающие в паре с турбиной.

Наддув двигателей с помощью нагнетателей с механическим приводом от коленчатого вала двигателя известен с 30-х гг. XX в. Нагнетатели применялись на самолетах с поршневыми двигателями и на гоночных автомобилях.

Поскольку нагнетатель с механическим приводом кинематически связан с коленчатым валом двигателя, он вступает в работу сразу же после запуска двигателя. Это дает повышение крутящего момента на коленчатом валу при его малой частоте вращения, что улучшает внешнюю скоростную характеристику двигателя на малых и средних оборотах вала. Повышение крутящего момента значительно улучшает тягово-скоростные свойства автомобиля в начальный период движения. Управление автомобилем с механическим наддувом дает водителю такое ощущение, будто под капотом скрыт большой двигатель, но с приемлемой топливной экономичностью.

Большинство нагнетателей, входящих в наборы для тюнинга двигателей, имеют удачные конструкции, хорошо отработанные в течение многих лет. Некоторые из них, например нагнетатели фирмы Eaton, применяются многими изготовителями автомобилей для наддува их двигателей. Разновидностью нагнетателя объемного типа является винтовой нагнетатель. Два его ротора в виде больших винтов с правой и левой навивкой входят друг с другом в зацепление.

Другой тип нагнетателя – центробежный. В его круглом корпусе расположено колесо с лопатками. Колесо приводится во вращение коленчатым валом двигателя с помощью клинового ремня. Между ременным приводом и компрессором установлена зубчатая передача, которая повышает скорость вращения вала компрессора по отношению к скорости вращения коленчатого вала. Нагнетатели этого типа не являются объемными, поэтому не могут создать высокого давления наддува при малой частоте вращения вала двигателя. Нагнетатели центробежного типа требуют для своего привода меньше мощности, чем объемные, по-

3. Модификация двигателя

этому добавляют двигателю больше мощности, чем объемные. Но эта прибавка мощности достигается только при высокой частоте вращения вала двигателя. Это нужно учитывать при выборе типа нагнетателя.

Большинство хороших тюнинг-наборов с нагнетателями содержат все, что нужно для их установки на двигатель. В набор входят: нагнетатель, впускной коллектор (при необходимости), приводной ремень, крепеж, необходимые электронные блоки для управления впрыском топлива и опережением зажигания. В некоторые наборы входят: топливный насос высокой производительности и регулятор давления топлива, чувствительный к давлению наддува. В состав набора также могут входить: шланги, жгуты проводов, входной воздухопровод, промежуточный теплообменник, а также детали, которые придется заменить в моторном отделении, чтобы разместить в нем нагнетатель.

Одним из недостатков нагнетателей с механическим приводом является потребление части мощности двигателя с помощью цепной, зубчатой или ременной передачи. По этой причине при одинаковом давлении наддува двигатель с нагнетателем несколько уступает в экономичности двигателю с турбокомпрессором.

Турбокомпрессор работает на ином принципе. Для привода турбокомпрессора используется энергия отработавших газов. Работу турбокомпрессора можно пояснить с помощью схемы, изображенной на рис. 3.6.

Турбокомпрессор состоит из двух колес с лопатками центробежной радиальной турбины и одноступенчатого компрессора (центробежного нагнетателя), установленных на одном валу (отсюда и название – турбокомпрессор). При открытом выпускном клапане 10 поршень 2, двигаясь вверх, выталкивает отработавшие газы из цилиндра 1 в газоотводящий патрубок 9. Газы с большой скоростью поступают через сопловой аппарат на лопатки рабочего колеса 8 турбины. Ударяясь о лопатки газовой турбины, они приводят ее во вращение вместе

с валом 6, а затем по трубопроводу выходят в атмосферу. Скорость вращения ротора очень высока и может достигать 100 000 об/мин.

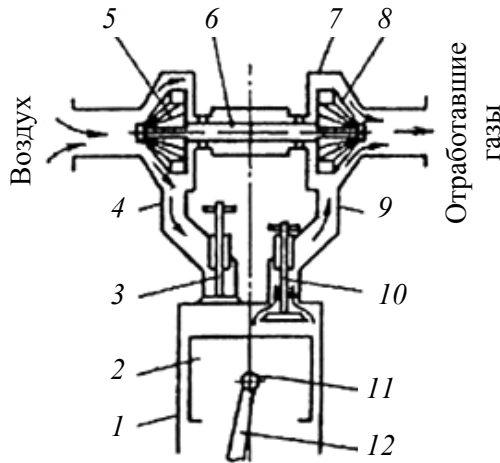


Рис. 3.6. Схема работы автомобильного турбокомпрессора:

1 – цилиндр ДВС; 2 – поршень; 3 – впускной клапан; 4 – впускной трубопровод; 5 – колесо центробежного компрессора; 6 – вал турбокомпрессора; 7 – корпус турбокомпрессора; 8 – колесо (ротор) турбины; 9 – газоотводящий патрубок; 10 – выпускной клапан; 11 – поршневой палец; 12 – шатун

Вместе с валом вращается и рабочее колесо 5 центробежного компрессора, который засасывает воздух через воздухоочиститель и нагнетает его под избыточным давлением по впускному трубопроводу 4 в цилиндр двигателя. Наполнение цилиндра воздухом возрастает, и для повышения мощности двигателя при сохранении прежнего значения коэффициента избытка воздуха α необходимо соответственно увеличить цикловую подачу топлива.

Чем выше нагрузка двигателя, тем больше давление выхлопных газов, которые быстрее разгоняют ротор турбины

3. Модификация двигателя

и еще больше прибавляют мощности двигателю. При увеличении частоты вращения коленчатого вала двигателя также образуется больше выхлопных газов, и они, в свою очередь, заставляют вращаться быстрее ротор турбокомпрессора, увеличивая мощность двигателя.

Для сжатия свежего заряда турбокомпрессор использует часть энергии отработавших газов, которая в двигателях без наддува безвозвратно теряется. Однако, будучи установленным в выпускной системе, турбокомпрессор создает дополнительное сопротивление потоку отработавших газов, для преодоления которого все же требуется затратить некоторую часть эффективной мощности двигателя. Тем не менее, у двигателя с турбонаддувом эффективный КПД и топливная экономичность несколько выше, чем у двигателя с нагнетателем, имеющим механический привод.

Для эффективной работы нагнетателя решающее значение имеет надежность опор вала турбокомпрессора. Работают они при очень высокой температуре и вращаются с очень большой скоростью. Подавляющее большинство выпущенных промышленностью турбонагнетателей имеют опоры с подшипниками скольжения. Для таких опор требуется большой расход масла для их смазки и охлаждения. Однако последние поколения турбокомпрессоров уже снабжаются подшипниками качения. На некоторых современных турбокомпрессорах установлена система водяного охлаждения подшипниковых узлов, совмещенная с системой охлаждения двигателя.

Но двигатели с турбокомпрессором значительно проигрывают в приемистости двигателям с нагнетателями, имеющими привод от коленчатого вала.

При воздействии на педаль акселератора производительность нагнетателей с механическим приводом изменяется практически мгновенно. Это обеспечивает быструю ответную реакцию двигателя на изменение нагрузки, следствием чего является хорошая приемистость автомобиля, т. е. его способность быстро

увеличивать скорость движения. Кроме того, двигатель с таким нагнетателем обладает более выпуклой внешней скоростной характеристикой, поэтому имеет больший крутящий момент при низкой частоте вращения коленчатого вала.

Именно по этой причине такие нагнетатели наиболее часто используются при тюнинге двигателей тех автомобилей, к динамичности которых предъявляются повышенные требования. Известно, что 8-цилиндровый V-образный бензиновый двигатель E430 автомобиля Mercedes при дооборудовании его нагнетателем с механическим приводом увеличил мощность на 24 %, которая составила 255,4 кВт (347 л. с.). Максимальный крутящий момент вырос на 27 % и достиг значения 510 Нм.

Реакция турбокомпрессора на изменение положения педали акселератора более замедленная. Так, с момента изменения положения педали в режиме холостого хода давление воздуха в 1,5 бар механический нагнетатель обеспечивает за 0,25 с, а турбокомпрессор – только за 2,15 с. Такая низкая приемистость объясняется отсутствием механической связи ротора турбокомпрессора с коленчатым валом двигателя и очень большой инерционностью ротора, который имеет частоту вращения 100 000 об/мин и более. Кроме того, при малых и средних нагрузках двигателя энергии отработавших газов часто бывает недостаточно для обеспечения необходимого давления наддува, что затрудняет получение повышенного крутящего момента.

Однако современные производители автомобилей используют турбокомпрессоры довольно широко. Наиболее известными в мире производителями турбокомпрессоров для легковых автомобилей является немецкая фирма KKK (Kuhle, Kopp und Kausch), американская фирма Garrett и японская фирма IHI. Эти фирмы поставляют турбокомпрессоры различных типоразмеров и практически для любого диапазона мощности. Турбокомпрессоры для автомобильных двигателей имеют относительно небольшие габариты и небольшую массу.

3.3.2. Проблемы, создаваемые наддувом

Процессы сжатия воздуха в нагнетателе либо в турбокомпрессоре осуществляются очень быстро, поэтому протекают практически адиабатно, т. е. без теплообмена с окружающей средой. В результате температура воздуха в конце сжатия значительно возрастает. Дополнительно температура повышается также за счет теплоты, которая возникает от трения потока воздуха о стенки воздуховода, корпус дроссельной заслонки и впускной коллектор. Тепла образуется еще больше, если воздушный поток обтекает необработанные литые поверхности с большой шероховатостью, например, внутри штатного впускного коллектора. Любые сопротивления на пути движения газа приводят к потерям кинетической энергии потока, которые превращаются в теплоту.

В турбокомпрессоре воздух нагревается еще больше, чем в объемном нагнетателе, потому что в турбине компрессора постоянно находятся очень горячие выхлопные газы. Если посмотреть испытания двигателя с турбокомпрессором под полной нагрузкой при отсутствии освещения, то можно увидеть, что корпус турбины и выпускного коллектора раскалены до темно-красного цвета. Конечно же, часть этого тепла передается компрессору и находящемуся в нем воздуху. Причем не следует забывать, что раскаленные детали турбонагнетателя являются источником повышенной пожарной опасности.

Сильный нагрев турбокомпрессора является его главным недостатком. К тому же неправильный выбор размера турбокомпрессора может усугубить проблему. Если турбокомпрессор подобран неправильно, то скорость вращения ротора его турбины может возрасти до величины, превышающей 100 000 об/мин. В результате производительность компрессора превысит необходимую потребность цилиндров двигателя, и возникнет обратное движение воздуха во впускном коллекторе и воздуховодах. Это приведет к повреждению компрессора.

Правильный выбор типоразмера турбокомпрессора в соответствии с конкретными параметрами двигателя и его физическими потребностями предотвратит опасность разрушения и обеспечит необходимый расход воздуха без превышения скорости вращения ротора.

Необходимо, по возможности, оградить воздух от нагретых элементов турбины. Хотя турбина работает за счет горячих выхлопных газов, следует предусмотреть меры, позволяющие теплу выхлопных газов оставаться в турбине и не передаваться воздуху в компрессоре и в моторном отделении. По этой причине наиболее горячие части турбокомпрессора конструкторы стараются расположить поближе к радиатору, т. е. к набегающему потоку холодного воздуха.

Для еще лучшей изоляции тепла выхлопных газов корпус турбины закрывают тепловым экраном. В продаже имеются тюнинговые тепловые экраны, выполненные в виде многослойного изделия из высокотемпературной теплоизоляции со стенками из тонких металлических листов. Некоторые из них выглядят как формованная фольга, другие же изящно спрофилированы из полированной нержавеющей стали и служат достойным дополнением к внешнему тюнингу двигателя.

Повышение температуры воздуха на входе в цилиндры – очень нежелательная проблема. Нагрев может привести к тому, что масса воздуха (а значит, и кислорода) в цилиндрах двигателя будет меньше, чем при отсутствии нагрева. Поэтому для увеличения коэффициента наполнения η_v цилиндров двигателя, формула (2.7), воздух перед его поступлением в цилиндры приходится охлаждать в специальном теплообменнике.

Теплообменники для охлаждения наддувочного воздуха стали неотъемлемой частью большинства двигателей с наддувом. Они бывают двух типов. В одних охлаждение наддувочного воздуха производится путем обдувания поверхности теплообменника набегающим потоком воздуха. В других функцию

3. Модификация двигателя

охлаждающей среды выполняет жидкость системы охлаждения двигателя.

Самый распространенный и эффективный способ снижения температуры наддувочного воздуха – использование промежуточного теплообменника. Он представляет собой типичный трубчатый радиатор, который обычно располагают в окне под передним бампером автомобиля в зоне наиболее холодного набегающего воздуха. Воздух из нагнетателя проходит через этот теплообменник и далее поступает во впускной воздуховод. Поскольку теплообменник расположен в промежутке между компрессором и входом в двигатель, он называется **промежуточным теплообменником**.

В большинстве случаев на дорожных автомобилях применяются промежуточные теплообменники типа «воздух-воздух». Охлаждаемый воздух проходит в теплообменнике внутри покрытых ребрами (для увеличения площади теплообмена) трубок подобно охлаждающей жидкости в радиаторе двигателя. Набегающий поток воздуха обдувает наружную поверхность теплообменника и охлаждает воздух, движущийся внутри трубок. Чем выше скорость автомобиля, тем эффективнее работает теплообменник. Если на выходе из компрессора воздух имеет температуру 120–150 °С, то, проходя через теплообменник, он снижает температуру на 50–80 °С.

И все же температура наддувочного воздуха на входе в цилиндры двигателя больше, чем у двигателя без наддува. Это, несомненно, снижает плотность свежего заряда, что способно снизить эффективную мощность двигателя. Но поскольку плотность воздуха на входе в цилиндры зависит не только от температуры, но и от давления, которое создает нагнетатель или турбокомпрессор, то в соответствии с формулой (3.1) плотность воздуха ρ_a и, соответственно, мощность двигателя будут повышаться при увеличении соотношения между абсолютным давлением наддувочного воздуха p_a и его абсолютной температурой T_a , т. е. при возрастании величины отношения p_a/T_a .

Не следует забывать, что при увеличении плотности свежего заряда воздуха увеличивается количество кислорода, способного участвовать в процессе горения органического топлива. Поэтому, чтобы не изменился коэффициент избытка воздуха α , необходимо увеличить подачу топлива в соответствии с формулой (2.8), для чего потребуется выполнить регулировку топливной аппаратуры и угла опережения зажигания или впрыска топлива.

Наддув является не таким уж очевидным способом повышения мощности, как может показаться вначале. Следует различать два вида тюнинга двигателя посредством наддува. Первый, сравнительно простой, вид заключается в увеличении мощности двигателя, система наддува которого уже была предусмотрена в его конструкции заводом-изготовителем. Второй, более сложный, вид состоит в создании системы наддува для двигателя, конструкция которого не имеет наддува изначально.

Первый вариант. Повысить мощность двигателя, имеющего заводскую систему наддува, можно путем увеличения давления наддува. С этой целью придется модифицировать имеющийся нагнетатель или турбокомпрессор либо заменить его другим, более эффективным. Определяющим критерием при этом является величина приращения мощности двигателя. Практика показывает, что при повышении давления наддува на 0,1 бар мощность двигателя, не имеющего теплообменника, следует увеличить не более чем на 10 %. Это связано с возможностью возникновения детонации бензинового двигателя и перегрузки деталей кривошипно-шатунного механизма.

Однако давление наддува можно увеличить примерно на 0,2 бар, если дополнительно установить промежуточный теплообменник для охлаждения наддувочного воздуха перед поступлением его в цилиндры двигателя. Можно заменить уже существующий штатный теплообменник на другой большего размера и пропускной способности.

3. Модификация двигателя

При форсировании двигателя за счет наддува неизбежно возрастет тепловая нагрузка на детали цилиндро-поршневой группы. Возрастет и механическая нагрузка на трансмиссию вследствие увеличения крутящего момента на коленчатом валу. Поэтому, если не принять меры по более эффективному охлаждению наддувочного воздуха и усилению деталей трансмиссии, то даже достаточно мощные двигатели следует форсировать лишь незначительно (на 10–15 %). С целью сохранения моторесурса не рекомендуется эксплуатировать такие двигатели длительное время и с полной нагрузкой.

В дизельных двигателях в связи с особенностями смесеобразования (в цилиндрах сжимается чистый воздух, а не готовая к сгоранию горючая топливовоздушная смесь) проблема детонации отсутствует. При значительном увеличении тепловой нагрузки на поршни двигателя проблема может быть решена за счет дополнительного опрыскивания днища каждого поршня моторным маслом через специальные форсунки, а также установкой жаростойких клапанов.

Система охлаждения двигателя также должна обеспечивать отвод более значительного количества теплоты. Это достигается установкой жидкостного радиатора большего размера, а у двигателей с воздушным охлаждением – увеличением количества охлаждающего цилиндры воздуха, что потребует замены крыльчатки вентилятора. В зависимости от степени форсирования двигателя может потребоваться и более эффективное охлаждение моторного масла. Все это вызывает необходимость соответствующей доработки систем смазки и охлаждения двигателя.

Второй вариант. Создание системы наддува для двигателя, который ее не имеет потому, что она не была запроектирована конструктором, требует специальных технических знаний и принятия оригинальных конструкторских решений. Большинство принимаемых технических решений может быть реализовано только на фирме, занимающейся тюнингом профессио-

нально. Трудности заключаются не только в том, что не всегда достаточно просто, например, выбрать и настроить подходящий турбокомпрессор или нагнетатель. Некоторые детали придется конструировать и изготавливать заново или же кардинально изменять конструкцию штатных деталей.

Наряду с отдельными деталями конструкции, наиболее часто подвергаются изменениям либо заново проектируются и изготавливаются следующие узлы и агрегаты двигателя и автомобиля: сцепление; система выпуска отработавших газов; система впуска воздуха; впускной тракт системы питания, включая приготовление горючей смеси; системы охлаждения и смазки; система зажигания, включая свечи зажигания. Выполняются и те конструктивные изменения, которые необходимы для тюнинга ДВС, имеющих заводскую систему наддува.

Конструкторы современных автомобильных двигателей стремятся повышать их степень сжатия ϵ , чтобы повысить термический КПД, мощность и топливную экономичность. И все же верхнее значение степени сжатия не может быть безгранично высоким. В бензиновых двигателях степень сжатия ограничена опасностью возникновения детонации. Удовлетворяющая этому условию граница значений ϵ называется *границей детонации*. Граница детонации зависит прежде всего от качества бензина, которое характеризуется его октановым числом. Но влияют и некоторые параметры конструкции, например форма камеры сгорания, количество запальных свечей на один цилиндр и т. п.

Степень сжатия у бензиновых двигателей без наддува, эксплуатируемых в Центральной Европе, составляет величину $\epsilon = 7-12$. Для нижнего значения степени сжатия применяется бензин марки А-76, а для верхнего значения требуется бензин Super с октановым числом не менее 98. В России этому требованию соответствует бензин марки АИ-98.

В дизельных двигателях опасность детонации отсутствует, поэтому легковые автомобили оснащаются дизельными двига-

3. Модификация двигателя

телями со степенью сжатия $\varepsilon = 19\text{--}25$. Более высокие значения ε имеют двигатели с предкамерным (форкамерным) и вихрекамерным смесеобразованием, где поверхность камеры сгорания увеличена. Верхние значения указанного диапазона изменения степени сжатия, как показывают формулы (2.3) – (2.6), являются основной причиной высокой экономичности дизельных двигателей. Однако дальнейшее увеличение степени сжатия не дает существенного выигрыша в экономичности, но предъявляет более высокие требования к прочности конструкции. Поэтому верхнее значение степени сжатия у дизелей определяется в основном потребностью создавать необходимую для самовоспламенения топлива температуру воздуха в конце процесса сжатия.

В случае применения наддува бензиновых двигателей, ранее не имевших штатной системы наддува, общая степень сжатия топливовоздушной смеси увеличивается до значения $\varepsilon_0 = \varepsilon \varepsilon_k$, где ε – степень сжатия в поршневой части двигателя, а ε_k – степень сжатия в компрессоре. Если не принять специальных мер, то граница детонации будет нарушена. Чаще всего приходится снижать степень сжатия в поршневой части двигателя.

Например, если двигатель без наддува имеет степень сжатия $\varepsilon = 10$ (это двигатель японского автомобиля, работающий на бензине с октановым числом 100), то при наддуве воздуха до избыточного давления $p_a = 1,3$ бар геометрическую степень сжатия следует уменьшить до значения $\varepsilon = 8,3$. А в случае повышения давления наддува до $p_a = 1,8$ бар снижение степени сжатия должно быть еще более значительным: $\varepsilon = 6,6$.

Важным фактором, позволяющим повысить общую степень сжатия без риска возникновения детонации, является эффективное охлаждение наддувочного воздуха. Например, если двигатель с системой наддува, но без промежуточного теплообменника при степени сжатия $\varepsilon = 8,0$ работает на границе детонации, то при оснащении его эффективным теплообменником степень сжатия удастся повысить до значения $\varepsilon = 9,0$.

Ориентировочно можно допускать следующие величины давления наддува в зависимости от назначения двигателя:

- серийные дорожные автомобили: $p_a = 1,4\text{--}1,8$ бар;
- автомобили спортивные и для ралли: $p_a = 1,8\text{--}2,5$ бар;
- спортивные автомобили «Формулы-1» и легковые автомобили, предназначенные для установления рекордов скорости: $p_a = 2,8\text{--}3,4$ бар.

В настоящее время существует тенденция в серийных автомобилях устанавливать бензиновые двигатели с высокой степенью сжатия и невысоким давлением турбонаддува, тогда как в гоночных автомобилях за счет различных дополнительных мероприятий (например, впрыскивания небольших порций воды во впускной трубопровод) стремятся к все более высоким давлениям наддува.

И не нужно забывать: чем больше должна быть мощность двигателя, тем выше затраты на проведение работ по его тюнингу.

3.3.3. Волновой наддув

Для лучшего наполнения цилиндров свежим зарядом очень важно использовать возникающие во впускной системе волновые явления. Что и делается на практике.

Волновые явления возникают как во впускных, так и в выпускных трубопроводах в результате циклического поступления атмосферного воздуха в цилиндры двигателя при их наполнении и, соответственно, при выпуске отработавших газов из этих же цилиндров.

Когда впускная система является общей для нескольких цилиндров, то волновые (импульсные) явления во впускном патрубке одного цилиндра сказываются на поведении воздушного потока во впускных патрубках других цилиндров. Поэтому крайне важной оказывается длина впускного трубопровода, который играет роль своеобразного резонатора волн давления. Ус-

3. Модификация двигателя

тановлено, что короткие впускные трубопроводы смещают максимум коэффициента наполнения η_v в область высоких частот вращения коленчатого вала. Длинные же впускные трубопроводы обеспечивают хорошее наполнение при низких частотах.

В качестве эффективной длины считается размер впускного трубопровода от воздушного коллектора до впускного клапана в головке цилиндров. Диаметр впускного трубопровода на пути к впускным клапанам должен монотонно уменьшаться, создавая коническую форму трубопровода с целью увеличения скорости воздушного потока. Длина и поперечное сечение впускного трубопровода зависят от рабочего объема отдельного цилиндра и от желаемой мощности. При этом неоспоримым является следующее основное требование: чем меньше объем цилиндра, тем меньше объем, а следовательно, длина и поперечное сечение впускного трубопровода.

С учетом этих рекомендаций двигателя гоночных автомобилей, требующие предельных мощностей, при тюнинге снабжаются относительно короткими впускными трубопроводами. Двигателям грузовых автомобилей, для которых более важным является получение больших крутящих моментов на коленчатом валу при низкой частоте его вращения, требуется установка тюнинговых трубопроводов большей длины. Однако при высоких частотах вращения коленчатого вала длинные впускные трубопроводы замедляют темп нарастания мощности двигателя, а крутящий момент может даже значительно снизиться.

Таким образом, перед тюнингом впускной системы вначале предстоит решить дилемму: или хороший крутящий момент при малых частотах вращения коленчатого вала и пониженная мощность двигателя, или высокая мощность двигателя и пониженный крутящий момент при низких частотах вращения коленчатого вала.

Как правило, в двигателях гоночных автомобилей отказываются использовать волновые процессы во впускных трубо-

проводах и индивидуально настраивают впускной патрубок каждого цилиндра. При этом заборник наружного воздуха располагают снаружи кузова автомобиля или используют настолько большой впускной коллектор, в котором цикличность работы двигателя не вызывает значительных колебаний воздушного потока. Таким образом, короткая длина впускных трубопроводов гоночных автомобилей – залог настройки этих двигателей на максимальную мощность.

Для двигателя дорожного легкового автомобиля идеальным был бы впускной трубопровод переменной длины, который позволил бы развивать повышенную мощность при высокой частоте вращения коленчатого вала (длина трубопровода минимальна) и максимальный крутящий момент в диапазоне низких и средних частот вращения вала двигателя (длина трубопровода увеличена). Следовательно, необходимы впускные трубопроводы переменной длины, которую можно менять до получения оптимальной величины в соответствии с любой частотой вращения коленчатого вала.

Напрашивается конструктивное решение, аналогичное устройству тромбона – духового музыкального инструмента, в котором для плавного изменения высоты звука две трубы вдвигаются одна в другую (или выдвигаются).

В качестве примера на рис. 3.7 и 3.8 показаны схемы систем впуска с регулируемой длиной трубопроводов для 6-цилиндровых двигателей с различным расположением цилиндров.

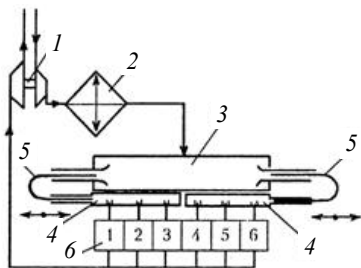


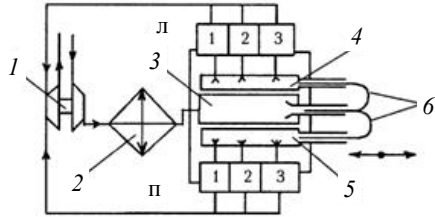
Рис. 3.7. Схема системы впуска одноблочного дизельного двигателя с волновым наддувом:

1 – турбокомпрессор; 2 – промежуточный теплообменник; 3 – ресивер; 4 – объемный резонатор; 5 – телескопическое колено волнового трубопровода; 6 – блок цилиндров двигателя

3. Модификация двигателя

Рис. 3.8. Схема системы впуска двух-
блочного дизельного двигателя
с волновым наддувом:

1 – турбокомпрессор; 2 – промежу-
точный теплообменник; 3 – ресивер;
4 – резонатор левого (Л) блока
цилиндров; 5 – резонатор правого (П)
блока цилиндров; 6 – телескопиче-
ские колена волновых трубопроводов



В приведенных схемах один резонатор объединяет группу из трех цилиндров, вспышки в которых следуют равномерно через 240° поворота коленчатого вала. Длина и поперечные сечения впускных патрубков, берущих начало из резонаторов, обычно принимаются такими же, как и в штатной системе впуска. Для уменьшения сопротивления потока воздуха начальная часть впускных патрубков выполняется в форме раструба.

Объем резонатора и длина резонаторного трубопровода существенно влияют на настройку волновой системы. При этом чувствительность системы на изменение длины резонансного трубопровода в 1,5–2,0 раза выше, чем на изменение объема резонатора. По этой причине целесообразно выполнять резонатор в виде части штатного впускного коллектора.

Однако реализовать такие постоянно регулируемые впускные системы для автомобильных двигателей довольно трудно из-за сложности исполнительного механизма. Поэтому на практике используют более простые впускные системы с перепуском части наддувочного воздуха на вход турбины, а также двухступенчатые впускные трубопроводы различной длины или, соответственно, с разными поперечными сечениями.

Выбор формы впускного трубопровода зависит от особенностей конструкции двигателя. Очень существенным обстоятельством является количество его цилиндров, т. к. оно определяет форму волны давления и силу пульсаций во впускной системе. На рис. 3.9 показана схема волнового наддува, при

которой энергия, необходимая для регулирования расхода наддувочного воздуха через турбину, создается в результате пульсаций газа на впуске и выпуске. Использование такой схемы наддува значительно улучшает приемистость двигателя и автомобиля в целом.

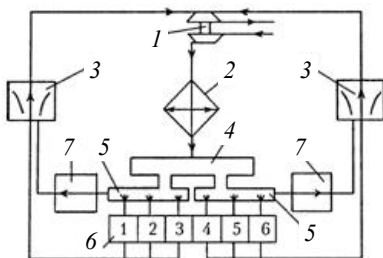


Рис. 3.9. Схема системы впуска с волновым наддувом и перепуском наддувочного воздуха:

1 – турбокомпрессор; 2 – промежуточный теплообменник; 3 – эжектор; 4 – ресивер; 5 – резонаторы; 6 – блок цилиндров двигателя; 7 – возвратные клапаны

Длина и объем резонаторов 5 подбираются с учетом наиболее характерных режимов работы двигателя. При выходе двигателя на режим номинальной мощности возвратные клапаны 7 автоматически закрываются. Крутящий момент значительно возрастет в том случае, если возникающие при закрытии впускных клапанов ударные волны пульсирующего воздушного потока удастся использовать для дозарядки других цилиндров. Чем больше цилиндров объединяется в один впускной коллектор, тем менее значительным оказывается эффект волновой дозарядки, поскольку пульсации в коллекторе выравниваются.

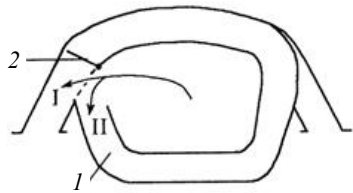
Наиболее эффективно подобная впускная система работает у 3-цилиндрового двигателя, т. к. здесь одновременно с закрытием одного впускного клапана начинает открываться другой.

Фирмы-изготовители предлагают и другие конструктивные решения впускной системы. Например, впускные трубопроводы двигателя V6 фирмы Audi имеют дискретно изменяемую с помощью специальных заслонок длину и неодинаковые поперечные сечения. Схема такого впускного коллектора показана на рис. 3.10.

3. Модификация двигателя

Рис. 3.10. Схема коллектора с дискретно изменяемой длиной трубопроводов:

1 – впускной коллектор; 2 – заслонки переключения длины впускных трубопроводов; I – короткий трубопровод; II – длинный трубопровод

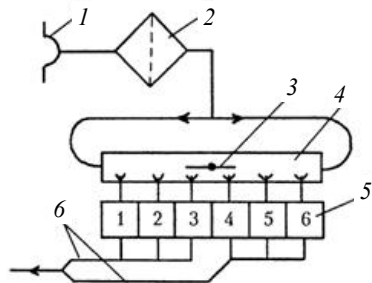


Воздух после воздушного фильтра поступает в центральную часть впускного коллектора. При положении заслонок 2, обозначенном пунктирной линией, работают длинные впускные трубопроводы II протяженностью около 780 мм и поперечным сечением примерно 800 мм^2 , которые обеспечивают высокий крутящий момент в зоне низкой частоты вращения коленчатого вала. При частоте 4000 об/мин заслонки 2 перекрывают сечения длинных трубопроводов (на рис. 3.10 положение заслонок показано сплошной линией) и открывают воздуху путь в короткие трубопроводы I. Теперь короткие трубопроводы I с поперечным сечением 1200 мм^2 и длиной около 380 мм позволяют создать высокую максимальную мощность ДВС.

Более простое по конструкции, но достаточно эффективное решение используется на некоторых рядных 6-цилиндровых двигателях (рис. 3.11).

Рис. 3.11. Схема системы впуска с разделяемым впускным коллектором:

1 – воздухозаборник; 2 – воздушный фильтр; 3 – разделяющая заслонка; 4 – впускной коллектор; 5 – блок цилиндров двигателя; 6 – выпускные коллекторы



Во впускном коллекторе такого двигателя установлена разделяющая заслонка, которая при низкой частоте вращения

коленчатого вала закрывается и делит коллектор на две части. При этом каждая часть впускной системы 6-цилиндрового двигателя обслуживает всего три цилиндра, в результате чего возникает волновой эффект, имеющий место в 3-цилиндровом двигателе. Таким образом, благодаря возникающему резонансному наддуву при закрытой разделительной заслонке обеспечивается увеличение крутящего момента.

Управление разделительной заслонкой может осуществляться электромагнитным клапаном по сигналу блока управления либо исполнительным механизмом, срабатывающим в зависимости от величины разрежения во впускном коллекторе. Подобная система одинаково эффективна на двигателях как с двумя, так и с четырьмя клапанами на цилиндр.

3.4. Тюнинг выпускной системы

Система выпуска отработавших газов содержит следующие конструктивные элементы: выпускной коллектор, выхлопную трубу (или несколько) и глушитель (рис. 3.12), перед которым может быть встроен каталитический нейтрализатор отработавших газов, предназначенный для снижения их токсичности.

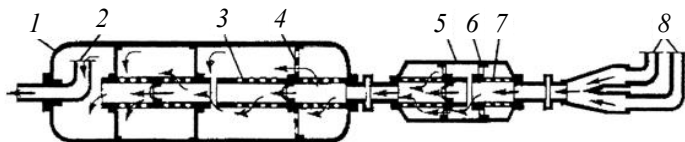


Рис. 3.12. Схема глушителя отработавших газов:

1 – основной глушитель; 2, 3, 7, 8 – трубы; 4, 6 – перегородки; 5 – дополнительный глушитель (резонатор)

3.4.1. Противодавление

Любой двигатель должен освобождаться от продуктов сгорания рабочей смеси. Он должен вытолкнуть из себя отработавшие

3. Модификация двигателя

газы после того, как они в цилиндре совершили полезную работу расширения. Для этой цели предназначена выпускная система, которая должна быстро удалить эти газы. Всякое сопротивление потоку выхлопных газов снижает эффективность работы двигателя. Если где-то в выпускной системе возникло местное сопротивление, волна давления газов может отразиться от этого сопротивления назад, затрудняя завершение четырехтактного рабочего цикла двигателя. Такое явление называется *противодавлением* выпускной системы. Противодавление есть в любой системе. Даже прямая гладкая труба оказывает сопротивление потоку газа.

Избавление двигателя от этой проблемы является основной задачей разработчиков высокоэффективных выпускных систем. При этом они вынуждены искать ответы на целый букет взаимосвязанных вопросов: уменьшение шума при выпуске отработавших газов до уровня, не превышающего установленных санитарных норм; снижение количества токсичных компонентов в отработавших газах до значений, не превышающих предельно допустимых концентраций; обеспечение минимальных потерь энергии отработавших газов на пути от выпускных клапанов до окружающей среды; хорошую очистку и продувку цилиндров двигателя. Вместе с тем система выпуска должна иметь относительно простую конструкцию; быть технологичной в изготовлении и при техническом обслуживании; иметь небольшую металлоемкость и приемлемую стоимость.

Любой автомобиль должен иметь выпускную систему, которая снижает шум до приемлемого уровня. Однако любое мероприятие, снижающее шум, создает противодавление. Поэтому уменьшение шума и увеличение мощности двигателя всегда требуют взаимоисключающих конструктивных решений. Вся трудность конструирования высокоэффективной выпускной системы заключается в поиске компромисса.

Например, шум двигателя можно свести к минимуму, устанавливая на выхлопной трубе не один, а несколько глушителей

лей. Шум исчезнет, но противодавление, которое создадут эти глушители, вообще не даст двигателю работать. И наоборот – если удалить все глушители и другие местные сопротивления в выпускной системе двигателя, его мощность заметно повысится, но шум значительно усилится. Глушитель отнимает у двигателя значительную долю мощности.

Но даже если удалены все мыслимые сопротивления потоку выхлопных газов, возможности повышения мощности не совсем исчерпаны. Можно использовать еще одно свойство газового потока, которое позволит улучшить очистку цилиндров от отработавших газов. Это свойство связано с инерционностью газового потока. Правильно сконструированная выпускная система может не просто позволять отработавшим газам выходить наружу из цилиндров двигателя, она может их отсасывать! Для этого в многоцилиндровом двигателе необходимо установить соответствующую конструкцию из труб необходимой длины и конфигурации и расположить ее так, чтобы можно было использовать последовательность выхлопных импульсов.

Рассмотрим действие инерционности газового потока на примере четырехцилиндрового двигателя, имеющего порядок работы цилиндров 1-3-4-2. Если выпускной коллектор устроен так, что труба, по которой движется газ из первого цилиндра, в нужном месте соединяется с трубой, связанной с четвертым цилиндром, то газ из первой трубы, двигаясь мимо конца трубы четвертого цилиндра, уходит по инерции дальше, но создает за собой разрежение, за счет которого высасывается газ из четвертого цилиндра. Отработавший газ покидает четвертый цилиндр быстрее.

При конструировании выпускного коллектора с использованием этого принципа каждый цилиндр будет помогать следующему цилиндру освобождаться от отработавших газов. Такой процесс называется *инерционной продувкой*.

3.4.2. Выпускные коллекторы двигателей, не имеющих системы турбонаддува

Важнейшим компонентом выпускной системы ДВС повышенной мощности является тюнингový трубчатый коллектор, заменяющий стандартный литой выпускной коллектор. Необходимость замены серийного коллектора обусловлена тем, что при модификации двигателя, направленной на повышение его мощности, возрастает поток выхлопных газов, и сопротивление выпускного тракта значительно увеличивается. В случае установки системы наддува двигателя замена выпускного коллектора является обязательной.

Конкретная величина добавки мощности, которой можно достичь заменой коллектора, зависит от исходной конструкции выпускной системы. Если стандартная выпускная система имеет литой коллектор с шероховатой проточной частью и крутыми изгибами, вставки из изогнутых гофрированных труб, то она обладает очень большим сопротивлением. Ее замена на тюнингový коллектор может добавить 3–5 л. с. (2,2–3,6 кВт).

Конструкция коллектора не подчиняется строгой науке, ее чаще всего подбирают методом проб и ошибок. Основная идея состоит в том, чтобы подобрать рациональные диаметр и длину труб, а также качественно соединить их в нужных местах. Хорошая выпускная система должна иметь минимальное количество изгибов труб.

Установка нового коллектора не вызывает проблем. Большинство тюнингových коллекторов имеют те же присоединительные размеры, что и штатные коллекторы. Используются те же детали крепления. На моделях с каталитическим нейтрализатором могут различаться лишь места расположения кислородных датчиков.

Желательно, чтобы на новом коллекторе были толстые фланцы, тогда они не покораблятся и не потекут. Если трубы толстостенные, то они не скоро проржавеют, да и звук от них лучше,

чем от тонкостенных. Не будет лишним обратить внимание на результат прокладки выхлопных труб под днищем автомобиля. Ведь нужно при этом еще и обеспечить достаточный дорожный просвет, что при езде по российским дорогам очень важно.

Если удастся сохранить стандартный дорожный просвет, то пригодится тюнинговый коллектор любой конструкции. Тюнинговые выпускные коллекторы также имеют разнообразный внешний вид и стоимость. Есть выбор даже в пределах одной и той же конструкции. Наименее дорогим является коллектор из гладких стальных труб, которые можно самостоятельно покрасить в любой цвет. Затем по мере нарастания стоимости идут коллекторы заводской окраски, коллекторы с высокотемпературным покрытием и коллекторы из нержавеющей стали. Последние обладают наибольшей долговечностью, а полированная нержавеющая сталь еще и красива. Иногда можно встретить выпускные коллекторы даже с хромированной поверхностью.

На гоночных автомобилях выхлопная система выполняется из труб одинаковой длины, потому что для высоких оборотов вала двигателя только они и годятся. На некоторых спортивных моделях трубчатый коллектор является основным и единственным оборудованием выпускной системы.

3.4.3. Выпускные коллекторы двигателей с турбонаддувом

Лучшим типом коллектора для двигателя с турбонаддувом является литой коллектор, хотя он и не выглядит так же красиво, как конструкция из круглых полированных труб. Зато он обладает более значительным термическим сопротивлением и способен удерживать больше тепла внутри, уменьшая нагрев поступающего во впускной тракт воздуха. Кроме того, он лучше выдерживает циклы нагрева и охлаждения и при этом не трескается, как коллектор, сваренный из труб.

Желательно дополнительно изолировать коллектор с помощью высокотемпературного покрытия. Фирмы, производящие

теплоизоляционные покрытия, предлагают материалы на основе керамики, которые выдерживают температуру до 1100 °С.

Можно сварить выхлопные патрубки из труб одинаковой длины, что практикуется на гоночных автомобилях, на которых установлены двигатели с турбонаддувом. Это поможет сэкономить несколько лошадиных сил. Но сварные выпускные коллекторы из труб имеет смысл делать только в тех случаях, когда существует необходимость выравнивания протяженности газовых потоков или когда нет подходящих литых коллекторов.

Хорошие коллекторы такого типа стоят довольно дорого. Такие коллекторы должны быть сделаны из жаропрочной стали, иначе они не выдержат действующих тепловых нагрузок. А сварные швы в коллекторе тормозят газовый поток.

3.4.4. Глушители и каталитический нейтрализатор

То, что находится за коллектором, тоже оказывает существенное влияние на мощность двигателя. После выхода отработавших газов из выпускного коллектора они должны преодолеть еще несколько преград. У автомобиля, имеющего двигатель с турбонаддувом, сразу за коллектором установлен турбокомпрессор. Но о нем поговорим позже.

У двигателя без наддува первым на своем пути газы встретят каталитический нейтрализатор, обычно прикрепляемый к приемной трубе выпускной системы. Для большинства современных автомобилей каталитический нейтрализатор – это основной элемент выпускной системы, т. к. без системы нейтрализации вредных выбросов автомобиль не допускается к эксплуатации. Каталитический нейтрализатор служит для уменьшения токсичных компонентов в отработавших газах. Специфика современных каталитических нейтрализаторов, выпускаемых промышленностью, состоит в том, что эффективную нейтрализацию токсичных компонентов они осуществляют лишь при значении коэффициента избытка воздуха $\alpha = 0,994 \pm 0,003$, т. е.

при обогащенной топливовоздушной рабочей смеси ($\alpha < 1$). А наилучшая топливная экономичность двигателя имеет место при работе на обедненных смесях при коэффициенте избытка воздуха $\alpha = 1,05\text{--}1,15$.

С целью определения количества кислорода, содержащегося в отработавших газах, и возможной коррекции состава топливовоздушной смеси, обеспечивающего эффективную работу каталитического нейтрализатора, в выпускном тракте устанавливается датчик обратной связи, так называемый *лямбда-зонд* (кислородный датчик). На некоторых автомобилях (например, на японских автомобилях фирмы Toyota) размещают даже два таких датчика: один – на входе в каталитический нейтрализатор, а другой – на выходе из него. Это позволяет блоку электронного управления работой двигателя (БЭУ), т. е. бортовому компьютеру, оценивать эффективность работы каталитического нейтрализатора.

Конструкции современных нейтрализаторов имеют сравнительно небольшое сопротивление газовому потоку. Замена их происходит обычно по причине преклонного возраста, но иногда и из эстетических соображений. Но после форсирования двигателя, особенно с использованием наддува, нейтрализатор целесообразно все же заменить на другой, соответствующий реальной мощности двигателя.

Рынок предлагает разнообразные конструкции нейтрализаторов для двигателей повышенной мощности. Нейтрализаторы выполняют в корпусах из нержавеющей стали, которые и долговечны, и красивы. По размерам новый тюнинговый нейтрализатор должен быть больше, чем штатный. Во всяком случае, его входная и выходная трубы должны быть большего диаметра, чем прежде. Выпускная труба после нейтрализатора должна соответствовать рабочему объему двигателя и уровню его модификации.

В процессе эксплуатации автомобиля необходимо внимательно следить за техническим состоянием нейтрализатора, который способен засориться. Значительно засоренный нейтрализатор

3. Модификация двигателя

существенно увеличивает сопротивление потоку выхлопных газов и может практически закупорить двигатель. Основными причинами засорения нейтрализатора являются: применение некачественного бензина или добавок к нему; износ шатунно-поршневой группы двигателя: поршневые кольца пропускают слишком много масла, и из выхлопной трубы идет черный дым.

Большинство тюнинговых выпускных систем, предлагаемых рынком, имеют все те элементы, которые нужно расположить за нейтрализатором: трубы и необходимое количество глушителей. Система может продаваться разобранной на части для облегчения упаковки, доставки и установки. Ее следует присоединить к заднему концу нейтрализатора.

Стандартный глушитель содержит множество перегородок, которые увеличивают путь для выхлопных газов. Этим способом глушится шум, создаваемый газами при выходе из цилиндров. Однако это же создает повышенные сопротивления газовому потоку, что отнимает у двигателя немалую часть его эффективной мощности. Классический тюнинговый глушитель содержит камеру с прямоточным перфорированным сердечником, который окружен стекловолоконным звукопоглощающим материалом.

Если дорожный просвет автомобиля после модификации системы выпуска оказался меньше стандартного, то имеет смысл установить глушитель овальной формы вместо круглого. При горизонтальном расположении большой оси овала такой глушитель немного приподнимется над поверхностью дороги.

Замена выпускной системы – самый верный путь повышения мощности ДВС. Двигатель очень чутко реагирует на изменение сопротивления в выпускной системе. Не случайно при жалобах клиента СТОА на падение мощности двигателя диагностика начинается в первую очередь с визуальной проверки технического состояния выхлопной трубы. Любая вмятина на ней снижает мощность двигателя, а значительная ее деформация

может свести к минимуму результаты идеального технического обслуживания или тюнинга двигателя.

Примером может служить известная многим водителям ситуация, когда зимой при движении автомобиля задним ходом (например, при развороте) он утыкается в сугроб, и в выхлопную трубу набивается снег. Этого оказывается достаточно, чтобы двигатель заглох. Вновь запустить его можно только после того, как выхлопная труба будет прочищена.

3.5. Инерционная продувка цилиндров двигателя

Выпускной тракт системы выпуска отработавших газов двигателя стремятся выполнить таким образом, чтобы он как можно более полно очищал камеры сгорания от остаточных газов. Остаточные газы – это часть продуктов сгорания, которую не удастся удалить из цилиндра двигателя в процессе выпуска отработавших газов. Остаточные газы ухудшают наполнение цилиндра свежим зарядом при последующем процессе всасывания. Уменьшается эффективная мощность двигателя, ухудшаются топливная экономичность и экологические показатели двигателя.

В зависимости от способа организации движения отработавших газов на участке от выпускных клапанов до входа в турбокомпрессор выпускные системы подразделяются на системы постоянного давления, импульсные, импульсные с преобразователями импульсов, эжекционные однотрубные.

Выпускные системы постоянного давления на современных автомобильных двигателях применяются очень мало. Наибольшее распространение получили импульсные выпускные системы и импульсные выпускные системы с преобразователями импульсов.

3.5.1. Импульсные выпускные системы

При открывании выпускного клапана из цилиндра двигателя под избыточным давлением выходит основной объем продуктов сгорания, когда поршень практически еще не начал движение от НМТ в сторону ВМТ. За этот кратковременный период, называемый предварительным выпуском отработавших газов, в выпускном трубопроводе создается распространяющаяся со скоростью звука волна давления. Эта волна давления, отражаясь от стенок выпускного трубопровода, может помешать предварительному выпуску газов под действием избыточного давления в цилиндре.

Последующая очистка цилиндров от продуктов сгорания будет осуществляться в этом случае лишь за счет выталкивающего движения поршня в направлении ВМТ. При таких условиях количество остаточных газов в цилиндре будет максимальным.

Вследствие циклического характера рабочего процесса поршневого ДВС волны давления после завершения рабочего хода в каждом цилиндре возникают периодически с частотой, пропорциональной частоте вращения коленчатого вала. Следовательно, процесс выпуска отработавших газов носит колебательный характер, сопровождающийся периодическим нарастанием и уменьшением давления газа. Причем давление может становиться меньше избыточного, т. е. может возникать разрежение. Поэтому выпускную систему можно настроить так, чтобы к завершению процесса выпуска отработавших газов из цилиндра во время фазы перекрытия клапанов за выпускным клапаном образовалось разрежение. Это будет способствовать уменьшению количества остаточных газов и повышению мощности двигателя.

Настройка выпускной системы осуществляется путем подбора длины и поперечного сечения выпускных трубопроводов. Результаты предварительного инженерного расчета в обязательном порядке проверяются путем испытания двигателя на стенде.

Практика конструирования выпускных систем показывает, что с увеличением количества цилиндров, использующих один общий выпускной трубопровод, снижается амплитуда давления, возникающая в результате наложения отдельных волн. Поэтому выпускную систему выполняют в виде нескольких расположенных веером трубопроводов, в каждом из которых осуществляется выпуск газа не более чем из трех цилиндров.

С целью предотвращения нежелательного наложения волн давлений потоки отработавшего газа из цилиндров объединяются трубопроводами так, чтобы обеспечить чередование выпусков газа в каждый трубопровод с максимально возможными интервалами. Для этого необходимо обеспечить одинаковую длину выпускных труб. Выполнить это условие удастся при веерообразном расположении выпускных трубопроводов, когда они располагаются один над другим.

В импульсной выпускной системе подвод отработавших газов к турбине турбокомпрессора осуществляется отдельными трубопроводами от каждой группы цилиндров.

3.5.2. Импульсные выпускные системы с преобразователем импульсов

В такой системе трубопроводы, объединяющие выпуск отработавших газов из двух цилиндров, переходят в выполняющую преобразование импульсов Y-образную трубу, два тракта которой через определенное расстояние объединяются в один (рис. 3.13). Эта выпускная система по сравнению с классической импульсной системой позволяет повысить эффективность турбокомпрессора и увеличить ресурс его турбины.

В двигателях с турбонаддувом выход Y-образной трубы соединяется с входом в турбину, а в двигателях без наддува – с трубопроводом, идущим к глушителю. Длина Y-образной трубы оказывает значительное влияние на мощностные показатели двигателя. К тому же оптимальная длина трубы зависит от кон-

3. Модификация двигателя

структивных особенностей системы впуска свежего заряда и фаз газораспределения, обусловленных профилем кулачков распределительного вала.

Рис. 3.13. Выпускной коллектор четырехцилиндрового двигателя с Y-образными трубами, соединенными попарно: трубы соединяются в пары для цилиндров 1 и 4 и 2 и 3.



Поэтому подбор длины этой трубы, при которой двигатель развивает максимальную мощность, нужно выполнять только на испытательном стенде.

В однорядных четырехцилиндровых двигателях интервалы между вспышками в последовательно работающих цилиндрах составляют 180° поворота коленчатого вала. При порядках работы цилиндров 1-3-4-2 и 1-2-4-3 при наличии четырех выпускных каналов необходимо объединять одним выпускным трубопроводом соответственно цилиндры 1 и 4, а также 2 и 3. При этом будет обеспечена равномерность чередования выпусков продуктов сгорания в один трубопровод с интервалом, равным 360° . Схема расположения выпускных трубопроводов показана на рис. 3.14.

У некоторых четырехцилиндровых двигателей оба средних выпускных канала для цилиндров 2 и 3 объединены уже в головке цилиндров.

В отечественных однорядных 6-цилиндровых двигателях порядок работы цилиндров следующий: 1-5-3-6-5-4, а на двигателях фирмы Audi и некоторых двигателях фирмы Mercedes цилиндры работают в последовательности 1-4-3-6-2-5. У всех этих двигателей вспышки следуют равномерно с интервалом 120° . Оптимизация выпуска отработавших газов здесь достигается

применением двух расположенных веером выпускных трубопроводов. Один трубопровод объединяет цилиндры 1 и 3, а другой – соответственно цилиндры 4 и 6. Таким образом, чередование выпуска газа в один трубопровод происходит равномерно с интервалом, равным 240° . Схема расположения выпускных трубопроводов показана на рис. 3.15.

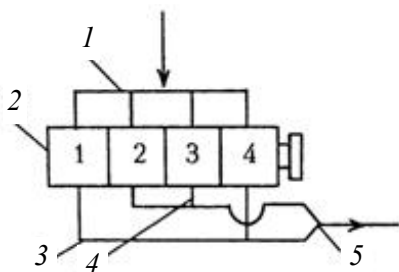


Рис. 3.14. Схема расположения выпускных трубопроводов 4-цилиндрового рядного двигателя: 1 – впускной коллектор; 2 – блок цилиндров; 3 – выпускной трубопровод первого и четвертого цилиндров; 4 – выпускной трубопровод второго и третьего цилиндров; 5 – Y-образная труба

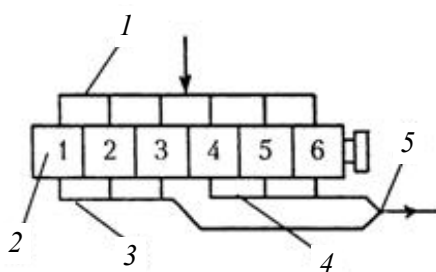


Рис. 3.15. Схема расположения выпускных трубопроводов 6-цилиндрового рядного двигателя: 1 – впускной коллектор; 2 – блок цилиндров; 3 – выпускной трубопровод первого, второго и третьего цилиндров; 4 – выпускной трубопровод четвертого, пятого и шестого цилиндров; 5 – Y-образная труба

Очевидно, что для V-образных и оппозитных (с углом развала блока цилиндров 180°) 12-цилиндровых двигателей, имеющих коленчатый вал с равномерной продольно-симметричной схемой расположения кривошипов, объединение потока газа выпускными трубопроводами на каждом блоке цилиндров может выполняться аналогично.

Несколько сложнее обстоит дело с V-образным 8-цилиндровым двигателем, имеющим крестообразную (несимметричную) схему расположения кривошипов коленчатого вала. При такой схеме расположения кривошипов последовательность ра-

3. Модификация двигателя

боты в левом и правом блоках цилиндров неодинаковая, в связи с чем эти двигатели нельзя рассматривать как два однорядных 4-цилиндровых двигателя. Для оптимальной настройки выпускной системы такого ДВС необходимо направлять трубопровод от цилиндра одного блока к цилиндру другого блока так, чтобы после объединения выпуск каждого из двух цилиндров в общий для них трубопровод происходил через равные и, по возможности, максимальные интервалы времени.

Пусть такой двигатель имеет наиболее часто встречающийся на практике порядок работы цилиндров, показанный в табл. 3.1. Интервалы между вспышками рабочей смеси в цилиндрах двигателя составляют 90° поворота коленчатого вала.

Таблица 3.1

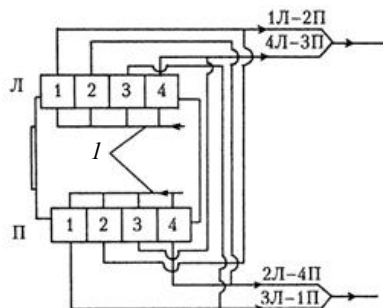
Порядок работы цилиндров V-образного 8-цилиндрового двигателя

Блок цилиндров	Номер цилиндра в блоке							
Левый (Л)	1		4	2		3		
Правый (П)		1			2		3	4

Для выпуска отработавших газов в один выпускной трубопровод цилиндры следует объединить попарно следующим образом: 1Л-2П, 2Л-4П, 3Л-1П, 4Л-3П. Такая схема расположения выпускных трубопроводов показана на рис. 3.16.

Рис. 3.16. Схема расположения выпускных трубопроводов для V-образного 8-цилиндрового двигателя с крестообразной схемой расположения кривошипов коленчатого вала:

I – выпускные коллекторы; Л – левый блок цилиндров; П – правый блок цилиндров



Намного проще выполнить настройку выпускной системы V-образного 8-цилиндрового двигателя с равномерной продольно-симметричной схемой расположения кривошипов коленчатого вала («плоская схема коленчатого вала»). Настроить выпускную систему в этом случае можно отдельно для каждого блока цилиндров.

Особый интерес представляет выпускная система 5-цилиндровых двигателей. Концерны Volkswagen и Audi, например, устанавливают такие двигатели на свои микроавтобусы и некоторые легковые автомобили. В этих двигателях имеет место порядок работы цилиндров 1-2-4-5-3. Следовательно, вспышки рабочей смеси повторяются с интервалом 144° поворота коленчатого вала. В этом случае цилиндры 1 и 4, 2 и 3 можно объединить попарно, обеспечив минимальный интервал между последовательными выпусками в один трубопровод в 288° поворота коленчатого вала. Выпуск из цилиндра 5 можно осуществить в отдельную трубу уменьшенного сечения. На определенном удалении от блока цилиндров все эти трубы соединяются в одну, по которой далее отработавшие газы направляются в глушитель.

Оптимальная настройка импульсных выпускных систем с преобразователем импульсов позволяет увеличить коэффициент наполнения цилиндров η_V практически во всем диапазоне изменения частоты вращения коленчатого вала. По сравнению со стандартной системой выпуска отработавших газов подобная система приводит к возрастанию мощности двигателя в номинальном скоростном режиме до 6 %.

3.5.3. Эжекционные однотрубные выпускные системы

Эти системы с успехом применяются на 4-, 6- и 8-цилиндровых двигателях как с наддувом, так и без него. Они удовлетворяют практически всем необходимым требованиям. Эжекционная система может быть выполнена по одной из схем, приведенных на рис. 3.17.

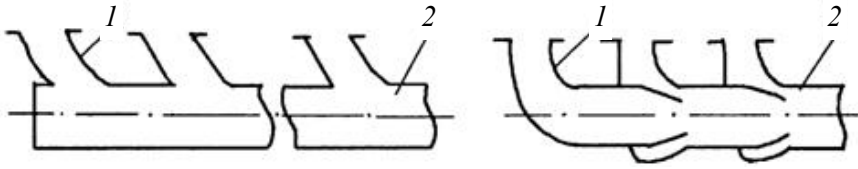


Рис. 3.17. Схемы эжекционной однетрубной выпускной системы:
1 – выпускной патрубок; 2 – выпускной коллектор

Работает система следующим образом. Поток отработавших газов по выпускному патрубку 1 поступает в однетрубный выпускной коллектор 2. Двигаясь по коллектору, поток газов вызывает эжекцию в выпускных патрубках. В свою очередь, потоки газа в выпускных патрубках вызывают эжекцию в выпускном коллекторе. Благодаря эжекции в выпускных патрубках двигателя с турбонаддувом во время перекрытия клапанов происходит понижение давления по сравнению с давлением перед турбиной. При правильно подобранных фазах газораспределения это позволяет улучшить очистку цилиндров от остаточных газов и наполнить их свежим зарядом, что приводит к возрастанию мощности и повышению экономичности двигателя.

У двигателя без наддува благодаря эжекции давление в выпускных патрубках во время перекрытия клапанов становится ниже атмосферного. При этом, как и у двигателя с наддувом, происходит улучшение очистки и наполнения цилиндров.

Эжекционная однетрубная выпускная система имеет существенно меньшие габариты, чем импульсная. Это позволяет уменьшить габариты двигателя в целом, повысить КПД турбокомпрессора и увеличить ресурс турбины.

Обычно настройка выпускной системы двигателя выполняется комплексно с настройкой впускного тракта. При правильно подобранных параметрах впускной и выпускной систем можно добиться очень эффективного наполнения цилиндров свежим зарядом и получить значение коэффициента наполнения $\eta_v > 1$.

3.6. Регулирование давления наддува

Наддув дает потрясающие результаты, но и таит в себе большую опасность выхода из-под контроля водителя. Для защиты автомобильного двигателя с наддувом от возможных поломок, а также для улучшения его внешней скоростной характеристики необходимо регулировать величину давления наддува. Регулирование давления наддувочного воздуха ДВС, имеющих нагнетатели с механическим приводом, осуществляется по сравнительно простой схеме, показанной на рис. 3.18.

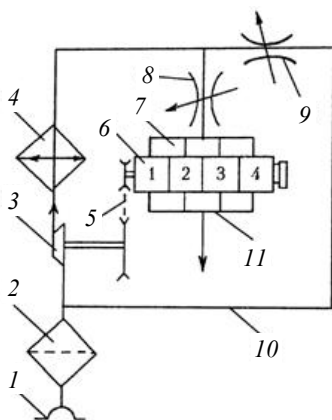


Рис. 3.18. Схема регулирования давления наддува в двигателе с приводом нагнетателя от коленчатого вала:

1 – заборник воздуха; 2 – воздушный фильтр; 3 – нагнетатель; 4 – промежуточный теплообменник; 5 – привод нагнетателя; 6 – блок цилиндров двигателя; 7 – впускной коллектор; 8 – дроссельная заслонка; 9 – заслонка перепускного трубопровода; 10, 11 – выпускной коллектор

При работе бензинового двигателя на частичных нагрузках с высокой частотой вращения коленчатого вала дроссельная заслонка 8 прикрывается. Чтобы исключить при этом излишнее обеднение горючей смеси за счет подаваемого нагнетателем избыточного количества воздуха, заслонка перепускного трубопровода 9, наоборот, приоткрывается, и часть воздуха подается снова на вход нагнетателя 3. Некоторое количество воздуха циркулирует по замкнутому кругу, поэтому КПД нагнетателя при таком способе регулирования снижается, а расход топлива двигателем увеличивается.

3. Модификация двигателя

При турбонаддуве способы регулирования давления наддува более разнообразны: регулирование соплового аппарата турбины, перепуск части наддувочного воздуха на вход турбины, регулирование фазы впуска, охлаждение наддувочного воздуха. При высоком давлении наддува ($p_a = 2,8\text{--}3,4$ бар), что имеет место, например, у двигателей гоночных автомобилей «Формулы-1», действенным способом регулирования является дополнительная камера сгорания, устанавливаемая в выпускном тракте перед турбиной, а также выпуск части наддувочного воздуха в окружающую среду. Но наиболее эффективным является перепуск части отработавших газов в обход турбокомпрессора.

Окончательный выбор типа нагнетателя и способа регулирования давления наддува производится с учетом величины мощности двигателя и возможности обеспечения его надежности.

Типичным недостатком турбокомпрессора в условиях эксплуатации является то обстоятельство, что при малых и средних нагрузках двигателя и низкой частоте вращения коленчатого вала двигателя турбокомпрессор подает слишком мало воздуха, а при полной нагрузке двигателя и высокой частоте вращения его вала турбокомпрессор подает воздуха слишком много. Следствием этого является снижение величины крутящего момента двигателя в диапазоне низких частот вращения коленчатого вала. Часто такой крутящий момент является недостаточным для обеспечения хорошей приемистости автомобиля.

Для автомобилей с бензиновыми двигателями, эксплуатируемых в обычных дорожных условиях, нерегулируемый турбонаддув не должен применяться. Но при спортивных соревнованиях и в целях установления рекордов скорости, когда двигатель эксплуатируется преимущественно при максимальной мощности, этот способ является достаточно эффективным.

Схема наддува ДВС с нерегулируемым турбокомпрессором показана на рис. 3.19.

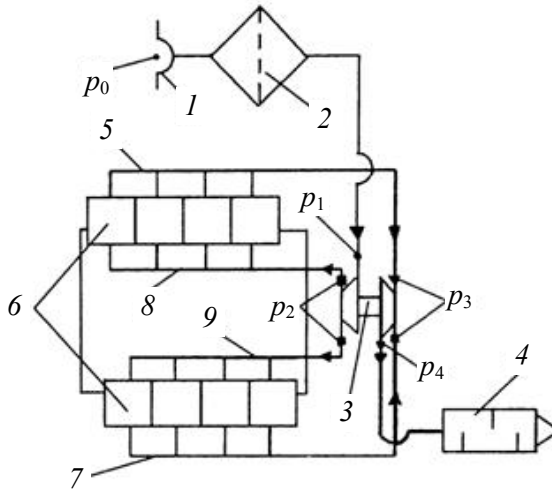


Рис. 3.19. Схема наддува V-образного двигателя с нерегулируемым турбокомпрессором:

1 – воздухозаборник; 2 – воздушный фильтр; 3 – турбокомпрессор; 4 – глушитель; 5 – выпускной коллектор левого блока цилиндров; 6 – блоки цилиндров двигателя; 7 – выпускной коллектор правого блока цилиндров; 8 – впускной коллектор левого блока цилиндров; 9 – впускной коллектор правого блока цилиндров; p_0 – давление окружающей среды; p_1 – давление воздуха на входе в компрессор; p_2 – давление воздуха непосредственно после компрессора; p_3 – давление отработавших газов перед входом в турбину; p_4 – давление отработавших газов на выпуске после турбины

Такая схема, в частности, реализована на отечественном V-образном дизельном двигателе 8ЧН13/14, оснащённом турбокомпрессором ТКР-11. При номинальной частоте вращения коленчатого вала $n_e = 1700$ об/мин и давлении наддува $p_a = 1,5$ бар двигатель развивает мощность 158,2 кВт (215 л. с.).

В двигателях с регулируемым давлением наддува в качестве управляющих параметров для регулирования наддува наиболее часто используется давление воздуха до (p_1) и после (p_2) турбокомпрессора, давления отработавших газов до (p_3) и после (p_4) турбины, а также соотношение названных величин. Места

отбора давлений для использования в качестве управляющих параметров и общепринятые обозначения этих величин приведены на рис. 3.19.

Устройства системы регулирования наддува воздуха имеют различные конструктивные исполнения. Как правило, они выполняются в отдельном корпусе и в зависимости от принятой схемы регулирования могут устанавливаться как в выпускном, так и во впускном тракте двигателя. Корпус исполнительного устройства, предназначенного для установки в выпускном тракте, имеет развитую поверхность теплоотвода (в виде оребрения) для обеспечения эффективного охлаждения. Фирма ККК выполняет это устройство в виде клапана с определенным ходом, а у фирмы Garrett – это встроенная заслонка.

3.6.1. Перепуск выхлопных газов

Устройство для перепуска выхлопных газов следит за величиной давления наддува и при необходимости выпускает часть выхлопных газов в окружающую среду в обход турбины. При слишком значительном повышении давления наддува перепуск выхлопных газов в обход турбины ведет к снижению частоты вращения вала турбины и, следовательно, к уменьшению давления наддува до безопасного уровня.

На большинстве турбокомпрессоров, входящих в штатный комплект двигателя при заводском изготовлении, устройство для перепуска газов встроено в конструкцию турбокомпрессора. Устройство для перепуска выхлопных газов – это основной регулятор наддува. Чем выше мощность турбокомпрессора, тем больше должен быть размер перепускного устройства (рис. 3.20).

Исполнительное устройство включает в себя перепускной (байпасный) клапан, напоминающий по форме клапаны головки цилиндров двигателя. Конец стержня клапана прикреплен к мембране, которая поджимается калиброванной пружиной. Мембрана герметично зажата по всему периметру металличе-

ской крышки, имеющей форму колпака. Перепускной клапан, поджимаемый пружиной (или соответствующая заслонка), находится в закрытом состоянии. Между мембраной и крышкой имеется закрытая полость, в которую подводится управляющее давление. Когда величина этого давления становится достаточной для сжатия пружины, клапан открывается и перепускает часть потока выхлопных газов.



Рис. 3.20. Исполнительные устройства для перепуска отработавших газов в обход турбины

С помощью пружины можно регулировать давление наддува. Чем больше сила нажатия пружины, тем большее давление наддувочного воздуха может быть создано. Но эта возможность регулирования используется только для ограничения максимального давления воздуха, а не для его регулирования в процессе работы двигателя. Поэтому в серийных автомобилях с целью обеспечения безопасности двигателя пружина надежно откалибрована и измерена сила ее предварительного сжатия, а сама пружина опломбирована для устранения возможности вмешательства извне.

У двигателей гоночных и спортивных автомобилей с целью изменения величины максимального давления наддува и, соот-

3. Модификация двигателя

ветственно, мощности двигателя силу сжатия пружины можно варьировать с помощью специального регулировочного винта.

Обычно система перепуска выхлопных газов рассчитана на сравнительно низкий уровень наддува, чтобы обеспечить надежность двигателя. При срабатывании системы перепуска водитель даже не замечает этого. Просто мощность больше не возрастает.

Если в результате тюнинга было увеличено давление наддува по сравнению с заводской установкой, то двигателю потребуется дополнительное топливо и, возможно, некоторое уменьшение угла опережения зажигания. Обе задачи решаются установкой тюнингового электронного контроллера. Он имеет механический регулятор давления топлива в зависимости от давления наддува. При повышении давления наддува он повышает давление в топливной системе, что приводит к увеличению цикловой подачи топлива.

На уровень наддува существенное влияние оказывает эффективность выпускной системы. Иногда заводские конструкторы намеренно создают в ней дополнительное сопротивление для ограничения давления наддува. Замена штатной выпускной системы новой, тюнинговой с увеличенными проходными сечениями и меньшим сопротивлением поможет повысить давление наддува, не выходя за допустимые пределы.

Турбокомпрессоры повышенной мощности, предназначенные для тюнинга, содержат устройства перепуска выхлопных газов, не входящие в их конструкцию. Обычно такое устройство располагается на выпускном коллекторе перед турбиной. Оно значительно больше заводского, но зато легко настраивается на требуемый уровень наддува простым поворотом регулировочного винта на верхней стороне корпуса. Давление наддува можно регулировать и с приборной панели автомобиля с помощью потенциометра, который посылает сигнал на устройство перепуска газов. Для эффективной работы устройство перепуска газов должно быть согласовано с уровнем мощности турбонагнетате-

ля. При мощном турбокомпрессоре слишком маленькое окно перепуска приведет к появлению дополнительного местного сопротивления, и давление наддува может возрасти сверх нормы.

Заводские устройства для перепуска выхлопных газов обычно сбрасывают излишки газа в выпускную систему. Тюнинговые устройства перепуска выпускают газы в окружающую среду, создавая невообразимый шум, хотя каждый из них имеет фланец, к которому можно присоединить выхлопную трубу с глушителем.

Регулирование давления наддува методом перепуска отработавших газов основано на управлении потоком отработавших газов, проходящих через турбину. При полной нагрузке двигателя в обход турбины направляется 20–40 % общего потока отработавших газов. Остальные 60–80 % идут на привод ротора турбины и обеспечивают создание необходимого давления наддува.

В качестве управляющих параметров могут быть использованы: давление газа непосредственно после компрессора p_2 (см. рис. 3.10), давление отработавших газов перед входом в турбину p_3 , отношение давлений p_2/p_1 , p_3/p_1 и p_2/p_4 , где p_1 – давление воздуха на входе в компрессор, p_4 – давление отработавших газов после турбины.

Этот способ регулирования в зависимости от выбора управляющего параметра позволяет выполнить индивидуальную настройку изменения давления наддува. Двигатели с турбонаддувом и регулированием давления наддува перепуском отработавших газов имеют хорошую характеристику крутящего момента и удовлетворительную приемистость. Появляется возможность использовать турбокомпрессор существенно меньших размеров.

На рис. 3.21 показана схема регулирования давления наддува перепуском отработавших газов с использованием в качестве управляющего параметра давление наддува p_2 .

В приведенной схеме с одной стороны мембраны действует давление наддува p_2 , а с другой стороны – давление окру-

3. Модификация двигателя

жающей среды p_0 . Таким образом, давлению наддува p_2 противодействует только усилие калиброванной пружины. Способ является простым и надежным, т. к. для управления используется чистый сжатый воздух, а характер изменения давления наддува определяют только два параметра. Чтобы получить монотонно ниспадающую кривую давления наддува при увеличении мощности двигателя, в современных турбокомпрессорах управляющее давление отбирается на самом входе в компрессор.

На рис. 3.22 показана схема регулирования давления наддува перепуском отработавших газов с использованием в качестве управляющего параметра давление p_3 отработавших газов на входе в турбину.

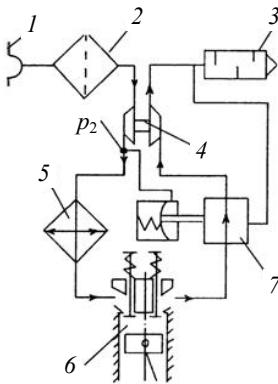


Рис. 3.21. Схема регулирования давления наддува перепуском отработавших газов с использованием в качестве управляющего параметра давления наддува p_2 : 1 – воздухозаборник; 2 – воздушный фильтр; 3 – глушитель; 4 – турбокомпрессор; 5 – промежуточный теплообменник; 6 – цилиндр двигателя; 7 – перепускной клапан; p_2 – давление воздуха непосредственно после компрессора

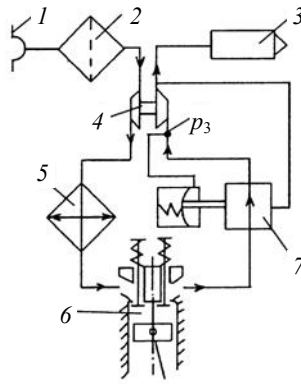


Рис. 3.22. Схема регулирования давления наддува перепуском отработавших газов с использованием в качестве управляющего параметра давления отработавших газов на входе в турбину p_3 : 1 – воздухозаборник; 2 – воздушный фильтр; 3 – глушитель; 4 – турбокомпрессор; 5 – промежуточный теплообменник; 6 – цилиндр двигателя; 7 – перепускной клапан; p_3 – давление отработавших газов на входе в турбину

В приведенной схеме с одной стороны мембраны действует давление отработавших газов p_3 , а с другой стороны – давление окружающей среды p_0 и усилие пружины. Поскольку при большой нагрузке двигателя и высокой частоте вращения коленчатого вала давление отработавших газов перед турбиной возрастает нелинейно, то в исполнительном механизме можно применить пружину с нелинейной характеристикой. Это вызовет резкое увеличение давления наддува в диапазоне средних частот вращения коленчатого вала. Затем при увеличивающемся открытии перепускного клапана давление наддува снизится.

Следствием такого характера изменения давления наддува являются более выпуклые внешние скоростные характеристики двигателя $N_e = N(n_e)$ и $M_e = M(n_e)$ в нижнем диапазоне частоты вращения вала n_e , где N_e – эффективная мощность; M_e – крутящий момент на валу двигателя. Недостатками этого способа регулирования являются снижение КПД турбины при максимальной мощности двигателя и то, что для управления давлением наддува используются горячие, неочищенные и токсичные выхлопные газы. Последние недостатки могут вызвать функциональные отказы перепускного клапана.

На рис. 3.23 показана схема регулирования давления наддува перепуском отработавших газов с использованием в качестве управляющего параметра величины отношение давления наддувочного воздуха к давлению на входе в компрессор, т. е. величины p_2/p_1 .

В приведенной схеме с одной стороны мембраны действует давление наддува p_2 , а с другой стороны – давление на входе в компрессор p_1 и усилие пружины. Поскольку с увеличением нагрузки двигателя и частоты вращения коленчатого вала давление p_1 на входе в компрессор вследствие аэродинамических потерь во впускном трубопроводе понижается, то использование величины p_2/p_1 вместо давления окружающей среды p_0 позволяет создать более высокий перепад давлений по разные стороны

3. Модификация двигателя

мембраны исполнительного механизма. Это дает возможность применить более жесткую пружину, что, в свою очередь, позволяет получить характеристику давления наддува, аналогичную той, которая имеет место при регулировании по давлению p_3 – давлению отработавших газов на входе в турбину. В качестве недостатка следует отметить зависимость характеристики давления наддува от степени загрязненности воздушного фильтра.

На рис. 3.24 представлена схема регулирования давления наддува перепуском отработавших газов с использованием в качестве управляющего параметра отношения давления отработавших газов на входе в турбину p_3 к давлению на входе в компрессор p_1 , т. е. величины p_3/p_1 .

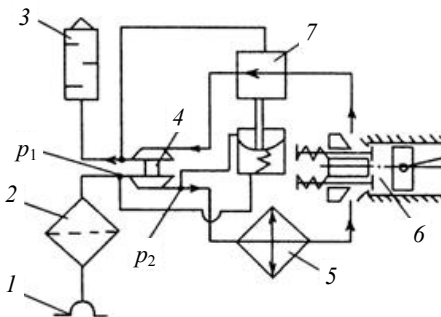


Рис. 3.23. Схема регулирования давления наддува перепуском отработавших газов с использованием в качестве управляющего параметра величины p_2/p_1 :

1 – воздухозаборник; 2 – воздушный фильтр; 3 – глушитель; 4 – турбокомпрессор; 5 – промежуточный теплообменник; 6 – цилиндр двигателя; 7 – перепускной клапан; p_2 – давление наддувочного воздуха непосредственно за компрессором; p_1 – давление воздуха на входе в компрессор

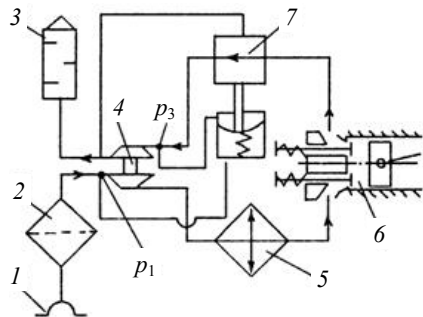


Рис. 3.24. Схема регулирования давления наддува перепуском отработавших газов с использованием в качестве управляющего параметра величины p_3/p_1 :

1 – воздухозаборник; 2 – воздушный фильтр; 3 – глушитель; 4 – турбокомпрессор; 5 – промежуточный теплообменник; 6 – цилиндр двигателя; 7 – перепускной клапан; p_3 – давление отработавших газов на входе в турбину; p_1 – давление воздуха на входе в компрессор

В приведенной схеме с одной стороны мембраны действует давление p_3 , а с другой – давление на входе в компрессор p_1 и усилие пружины. Характеристика наддува вследствие уже названных выше причин аналогична той, что имеет место при регулировании по давлению p_3 . Но при этом имеется возможность использовать еще более жесткую пружину. Кроме недостатков, отмеченных для способа с регулированием давления p_3 , здесь также оказывает влияние загрязненность воздушного фильтра.

На рис. 3.25 представлена схема регулирования давления наддува перепуском отработавших газов с использованием в качестве управляющего параметра величины отношения давления наддувочного воздуха к давлению на выходе из турбины, т. е. величины p_2/p_4 .

В приведенной схеме оба давления p_2 и p_4 действуют с одной стороны мембраны, а с другой стороны мембраны им противодействует усилие пружины. Вследствие перепада давлений p_2/p_4 сжатый воздух через небольшое дросселирующее отверстие перетекает в выпускной трубопровод. Поскольку противодействие газов на выпуске с ростом потока газа увеличивается, то при большой мощности двигателя регулировочный клапан открывается более значительно, чем на средних частотах вращения коленчатого вала. В свою очередь это вызывает уменьшение давления наддува при повышенной частоте вращения вала двигателя.

В итоге получается более выпуклая внешняя скоростная характеристика двигателя $N_e = N(n_e)$ и $M_e = M(n_e)$ при работе двигателя на средних частотах вращения коленчатого вала и улучшается приемистость двигателя и автомобиля по аналогии с тем, что имеет место при регулировании по величине отношения p_3/p_1 .

Описанные выше способы регулирования давления наддува путем перепуска отработавших газов, несмотря на различные вариации управляющих параметров, все же не позволяют в итоге добиться желаемой закономерности изменения давления над-

3. Модификация двигателя

дува. Этот недостаток можно в какой-то мере нивелировать за счет свободно управляемого байпасного клапана.

Свободное управление в данном контексте означает, что кроме давлений газа в системах впуска и выпуска на перепускной клапан могут оказывать управляющее воздействие и другие параметры двигателя. Такими параметрами являются: нагрузка двигателя, определяемая положением дроссельной заслонки (в карбюраторном двигателе) или рейки топливного насоса (в дизеле); частота вращения коленчатого вала; температура наддувочного воздуха; сигналы датчика детонации; температура охлаждающей жидкости в рубашке двигателя и др.

Свободно управляемые байпасные клапаны, получающие сигналы управления от системы контроля за работой двигателя, отвечают современному уровню развития автомобильных двигателей с наддувом.

На рис. 3.26 в качестве примера приведена схема регулирования давления наддува с использованием свободно управляемого байпасного клапана.

Электронный блок управления 15 поддерживает давление наддува на максимальном уровне, при котором детонационное сгорание рабочей смеси не возникает на любых режимах работы двигателя. В случае возникновения детонации электронный блок управления по сигналу датчика детонации 13 подает управляющий сигнал на электромагнитный клапан 9, задавая необходимый режим его работы.

В результате на мембрану перепускного клапана 4 может воздействовать не все полное давление наддува, а лишь некоторая его часть. Перепуск отработавших газов клапаном 4 осуществляется до прекращения детонационного режима сгорания рабочей смеси в цилиндрах двигателя.

Такая схема регулирования позволяет быстро увеличивать крутящий момент на валу двигателя и его эффективную мощность на непродолжительное время (16–45 с в зависимости от

типа двигателя), что необходимо для резкого ускорения автомобиля при разгоне.

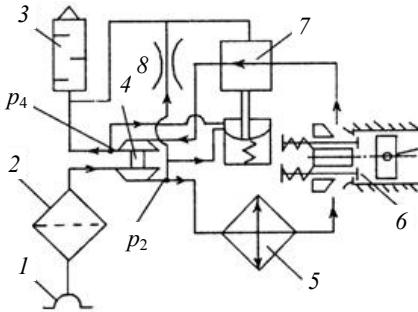


Рис. 3.25. Схема регулирования давления наддува перепуском отработавших газов с использованием в качестве управляющего параметра величины p_2/p_4 :
1 – воздухозаборник; 2 – воздушный фильтр; 3 – глушитель; 4 – турбокомпрессор; 5 – промежуточный теплообменник; 6 – цилиндр двигателя; 7 – перепускной клапан; p_2 – давление наддувочного воздуха непосредственно за компрессором; p_4 – давление на выходе из турбины

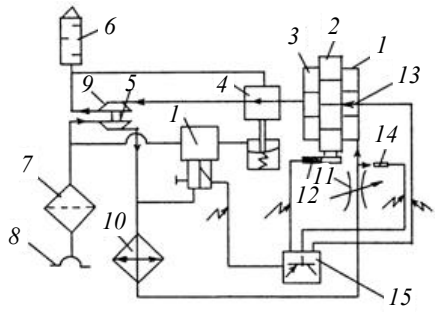


Рис. 3.26. Схема регулирования давления наддува с использованием свободно управляемого байпасного клапана:
1 – впускной коллектор; 2 – блок цилиндров двигателя; 3 – выпускной коллектор; 4 – перепускной (байпасный) клапан; 5 – турбокомпрессор; 6 – глушитель; 7 – воздушный фильтр; 8 – воздухозаборник; 9 – электромагнитный клапан; 10 – промежуточный теплообменник; 11 – дроссельная заслонка; 12 – датчик частоты вращения коленчатого вала; 13 – датчик детонации; 14 – датчик нагрузки двигателя; 15 – электронный блок управления

При резком нажатии на педаль акселератора и таком же резком открытии дроссельной заслонки 11 перепускной клапан закрывается по команде электронного блока управления, вынуждая весь поток отработавших газов проходить через турбину. В результате давление наддува и, следовательно, мощность двигателя резко возрастают. Этот экстремальный режим работы двигателя обозначают английским термином *overboost* – перегрузка.

Безопасность работы двигателя в режиме overboost контролируется датчиками, регистрирующими названные выше параметры и посылающими соответствующие сигналы в электронный блок управления. На некоторых двигателях для защиты от поломок в результате перегрузки режим overboost не включается, если частота вращения коленчатого вала уже достигла номинального значения или если автомобиль движется на первой передаче.

3.6.2. Двухступенчатый турбонаддув

При необходимости достичь очень высокого уровня форсирования двигателя с помощью турбонаддува, при котором давление наддува должно превышать величину $p_a = 3,4$ бар, применяют двухступенчатый турбокомпрессор, поскольку серийный одноступенчатый турбокомпрессор не развивает достаточного давления наддува и не обеспечивает необходимого расхода воздуха. Схема двухступенчатого турбонаддува с перепуском отработавших газов первой ступени показана на рис. 3.27.

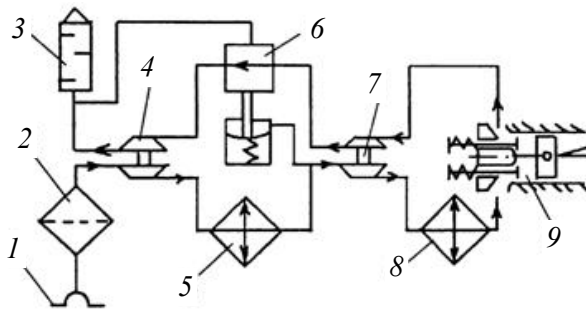


Рис. 3.27. Схема двухступенчатого турбонаддува с перепуском отработавших газов первой ступени:

1 – воздухозаборник; 2 – воздушный фильтр; 3 – глушитель; 4 – турбокомпрессор первой ступени; 5 – промежуточный теплообменник для охлаждения наддувочного воздуха первой ступени; 6 – перепускной (байпасный) клапан; 7 – турбокомпрессор второй ступени; 8 – промежуточный теплообменник для охлаждения наддувочного воздуха второй ступени; 9 – цилиндр двигателя

Турбокомпрессор первой ступени 4 всасывает воздух через воздухозаборник 1 и воздушный фильтр 2. После предварительного сжатия воздуха в первой ступени компрессора температура воздуха повышается, поэтому он вначале охлаждается в промежуточном теплообменнике 5 и затем подается на вход второй ступени компрессора 7. Там он сжимается до более высокого давления ($p_a \geq 3,4$ бар) и снова направляется для охлаждения в промежуточный теплообменник 8. После этого наддувочный воздух подается в цилиндры двигателя. Поскольку объем сжимаемого воздуха уменьшается от ступени к ступени, то для обеспечения необходимого для двигателя расхода воздуха турбокомпрессор первой ступени имеет более значительные размеры по сравнению с турбокомпрессором второй ступени.

Отработавшие газы двигателя направляются сначала к турбине турбокомпрессора второй ступени, а после нее проходят через турбину турбокомпрессора первой ступени и далее – в выпускную систему двигателя. После прохождения через турбокомпрессор второй ступени отработавшие газы часть своей энергии теряют. Снижается и их температура.

Турбокомпрессор первой ступени снабжается клапаном 6 перепуска отработавших газов в обход турбины. В качестве управляющего параметра здесь используется давление наддувочного воздуха на входе во вторую ступень компрессора. Эффективность турбокомпрессора второй ступени при открытии перепускного клапана увеличивается, что связано с уменьшением противодавления на выпуске турбины этой ступени. При дополнении приведенной схемы блоком электронного управления и возложении на перепускной клапан функций свободно управляемого клапана, реагирующего еще и на температуру наддувочного воздуха перед компрессором второй ступени, появляется принципиальная возможность отказаться от охлаждения наддувочного воздуха после первой ступени компрессора.

3.6.3. Перепуск наддувочного воздуха

Второе важное устройство регулирования наддува, которое используется большинством тюнеров, это – **клапан сброса**. В отличие от устройства перепуска выхлопных газов клапан сброса устанавливается со стороны впускного тракта двигателя. Причина заключается в следующем.

При вращении турбины турбокомпрессора с большой скоростью она не может быстро остановиться или хотя бы заметно снизить скорость своего вращения. Если при работе бензинового двигателя быстро закрыть дроссельную заслонку карбюратора, то впускная система все равно останется заполненной воздухом под некоторым давлением. При закрытой дроссельной заслонке турбокомпрессор продолжает нагнетать воздух по инерции. Сжатому воздуху деваться некуда, и он попытается вырваться назад через компрессор, вынуждая колесо турбины вращаться в противоположную сторону. Возникает скачок давления, который может повредить компрессор.

Есть еще одно отрицательное явление – замедление вращения турбины компрессора. Если снова открыть дроссельную заслонку, то давление воздуха мгновенно не восстановится. В результате двигатель резко снизит мощность, т. е. произойдет «провал» мощности. Следовательно, обе эти проблемы возникают всегда при резком закрытии и открытии дроссельной заслонки карбюратора. Но понятно, что это перемещение дроссельной заслонки обусловлено текущим процессом управления автомобилем и связано с переключением передач в трансмиссии.

Для устранения этих недостатков как раз и предназначен клапан сброса давления. Клапан установлен во впускном воздухопроводе двигателя и содержит подпружиненную диафрагму или плунжер, который воспринимает давление наддува и открывается, если давление возрастает. Когда дроссельная заслонка закрывается на время переключения передачи в трансмиссии, клапан сброса выпускает избыточный воздух из системы. После за-

вершения переключения передачи дроссельная заслонка открывается, и давление наддува быстро восстанавливается.

В любом наборе турбонаддува можно использовать как клапан сброса давления воздуха, так и клапан перепуска выхлопных газов. На практике чаще используется клапан сброса, потому что его срабатывание сопровождается характерным шипением. Серьезно модифицированный двигатель всегда можно опознать по тому, слышно ли переключение передач. Если водитель хочет, чтобы все вокруг знало, что на двигателе его автомобиля установлена тюнинговая система турбонаддува, то клапан сброса устанавливается с раструбом на выходе. Раструб работает как мегафон, многократно усиливая звук.

На двигателях многих автомобилей осуществляется перепуск наддувочного воздуха либо на вход впускного тракта двигателя, либо на вход турбокомпрессора. Схема регулирования с перепуском наддувочного воздуха на вход впускного тракта двигателя перед воздушным фильтром приведена на рис. 3.28.

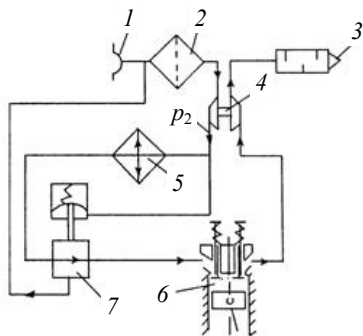


Рис. 3.28. Схема регулирования давления наддува перепуском наддувочного воздуха:

1 – воздухозаборник; 2 – воздушный фильтр; 3 – глушитель; 4 – турбокомпрессор; 5 – промежуточный теплообменник; 6 – цилиндр двигателя; 7 – перепускной клапан; p_2 – давление воздуха непосредственно после компрессора

В качестве управляющего параметра используется величина p_2 – давление воздуха непосредственно после компрессора. При достижении определенного, отрегулированного для каждого двигателя давления наддува p_2 это давление, воздействуя на мембрану, создает усилие, достаточное для сжатия калиброван-

3. Модификация двигателя

ной пружины, препятствующей открытию перепускного клапана. У двигателей обычных дорожных автомобилей после открытия перепускного клапана сжатый воздух выпускается в воздушный фильтр, т. е. во впускной тракт перед компрессором. У двигателей гоночных автомобилей воздух выпускается в окружающую среду.

Недостатком этого способа регулирования турбонаддува является то обстоятельство, что турбина, как и при нерегулируемом давлении наддува, должна подбираться под общий объем отработавших газов. А это не только ограничивает возможности регулирования, но и требует использования турбокомпрессоров относительно больших размеров. Последнее влечет за собой ухудшение приемистости двигателя и автомобиля в целом.

По этой причине такой способ регулирования не находит широкого применения в двигателях с турбонаддувом современных автомобилей. Правда, для диапазона средних частот вращения коленчатого вала также можно создать достаточно высокое давление наддува, однако затем сжатый воздух снова нужно будет перепускать, что приведет к снижению КПД турбокомпрессора.

3.7. Модификация топливной системы двигателя

3.7.1. Мощность и оксид азота

Мощность двигателя можно значительно повысить, выполнив некоторые изменения в системе его питания. Речь идет о простом и дешевом способе получения дополнительной мощности двигателя, заключающемся в добавлении к автомобильному топливу оксида азота – N_2O . Аккуратное использование оксида азота при помощи тщательно отрегулированной аппаратуры дает не просто значительное, а огромное увеличение мощности двигателя (до нескольких десятков и даже сотен киловатт) при минимальных затратах.

Оксид азота (N_2O) – это бесцветный газ без запаха. В отличие от воздуха, который представляет собой механическую смесь 78,09 % азота (по объему) и 20,95 % кислорода (остальное около 1 % – инертные газы), оксид азота является химическим соединением двух молекул азота и одной молекулы кислорода.

Сам оксид азота не горит, но в нем содержится много кислорода. Являясь окислителем, он дает возможность сжечь в двигателе больше органического топлива. При высоком давлении и температуре оксид азота распадается на азот и кислород. Азот, являющийся абсолютно безвредным газом, уйдет в выпускную трубу и вернется в атмосферу, а кислород поможет сжечь дополнительное топливо и повысить за счет этого мощность двигателя.

Оксид азота является галлюциногеном. Он действует на центральную нервную систему человека, вызывая приступы веселья и эйфории, поэтому этот газ называют «веселящим». Технический оксид азота, предназначенный для промышленного использования, слаботоксичен. Химически чистый оксид азота стоматологи раньше использовали для анестезии. Чтобы исключить возможность неконтролируемого использования оксида азота не для технических целей, в некоторых случаях в него специально добавляют сильнодействующий раздражитель. Так что вряд ли можно развеселиться, понюхав этот газ.

Основной тюнинговый набор для использования оксида азота в легковых автомобилях содержит баллон с жидким оксидом азота емкостью примерно 5 л (рис. 3.29), кронштейны для крепления баллона, распылители для топлива и оксида азота, трубопроводы высокого давления в оплетке из нержавеющей стали с внутренним тефлоновым покрытием, фильтр для оксида азота, электромагнитные клапаны, переключатели и разъемы для электрических цепей.

Самый скромный тюнинговый комплект для впрыска оксида азота в цилиндры двигателя способен добавить двигателю

3. Модификация двигателя

от 15 до 50 кВт. Но есть тюнинг-овые комплекты оксида азота, которые могут добавить двигателю до 300 кВт. Чем больше оксида азота впрыскивать в цилиндры двигателя, тем большую мощность он разовьет. Если, конечно, не развалится!



Рис. 3.29. Баллон с жидким оксидом азота

В этом другая, негативная сторона использования оксида азота. Устанавливая форсунки для впрыска оксида азота, прежде всего следует убедиться в том, что не превышены пределы возможностей для форсирования двигателя без риска появления сильнейшей детонации. Типичной причиной разрушения двигателя при использовании оксида азота является небрежная регулировка системы питания.

Емкость с оксидом азота обычно размещают в багажнике, чтобы оберегать ее от прямых солнечных лучей. Емкость (баллон) соединяется с моторным отделением трубопроводом высокого давления. На концевой части трубопровода устанавливается электромагнитный клапан, из которого жидкий оксид азота поступает в распылитель, установленный во впускной системе двигателя.

Управление электромагнитным клапаном осуществляется кнопкой, расположенной где-нибудь на рулевом колесе, на панели приборов или на рычаге коробки передач. При появлении на дороге участка с большим сопротивлением движению, которое автомобилю преодолеть затруднительно, водитель нажимает на эту кнопку. При этом электромагнитный клапан откроется, и жидкий оксид азота начнет вытекать через калиброванное отверстие (жиклер), превращаясь в газ в результате испарения.

Газообразный оксид азота попадает в распылитель, установленный во впускной системе двигателя, где смешивается с топливовоздушной смесью, поступающей в цилиндры ДВС.

Одновременно с оксидом азота в двигатель поступает дополнительное топливо, которое сгорает в результате реакции с кислородом, содержащемся в оксиде азота. Сгоревшее дополнительное топливо создает добавочную мощность 50, 75, 100 и более кВт.

Описанная схема является приблизительной и отражает технический уровень начального периода освоения оксида азота. В современных автомобилях дополнительная система питания оксидом азота не запускается нажатием кнопки. Опасно запускать систему питания оксидом азота, если дроссельная заслонка открыта неполностью. В этом случае жидкий оксид азота может скапливаться во впускном коллекторе двигателя в виде лужицы. Если в это время вдруг возникнет обратная вспышка рабочей смеси, то в коллекторе произойдет взрыв, который оторвет коллектор от блока цилиндров.

Водителю перед запуском системы питания некогда следить за тем, открыта ли дроссельная заслонка полностью. Поэтому изготовители вводят в систему различные блокировки, позволяющие подавать оксид азота только в нужный момент. В большинстве систем для этого используется концевой выключатель, установленный на корпусе дроссельной заслонки, который включает систему только при полном открытии дроссельной заслонки. В некоторых системах для этой же цели применяется штатный датчик положения дроссельной заслонки.

В продаже имеются выключатели, отсекающие подачу оксида азота при уменьшении давления топлива или при нажатии педали акселератора при неработающем двигателе.

Существуют тюнинговые наборы двух типов, отличающиеся принципом подачи топлива и оксида азота – «сухая» и «мокрая». «Сухая» система предусматривает распыление с помощью электромагнита только оксида азота. Распылитель может быть установлен в любом месте впускной системы, чаще всего – перед дроссельной заслонкой. Сухие системы предназначены для двигателей с впрыском топлива. Для увеличения

3. Модификация двигателя

мощности двигателя оксид азота впрыскивается при полностью открытой дроссельной заслонке. С этой целью давление в топливной системе временно повышается, чтобы увеличить подачу топлива. После сброса нагрузки двигателя подача оксида азота прекращается, и давление в топливной системе снова понижается до штатного уровня.

В «мокрой» системе электромагнитные клапаны установлены как на стороне топлива, так и на стороне оксида азота. Оба клапана открываются при активизации системы добавок. В простейшей системе топливо и оксид азота поступают в общую форсунку, которая смешивает топливо с окислителем в камере сгорания. Более сложные системы имеют в каждом цилиндре свою форсунку для оксида азота и одну или несколько отдельно расположенных форсунок для топлива. На мощных двигателях гоночных автомобилей топливо и оксид азота подводятся раздельно к каждому цилиндру. Раздельные форсунки позволяют отрегулировать каждый цилиндр в отдельности для обеспечения достаточной подачи топлива и окислителя и получения наибольшей мощности двигателя.

Тюнинг-набор дополнительной системы питания оксидом азота с регулируемым уровнем прибавления мощности содержит комплект жиклеров, которые дозируют количество топлива и оксида азота, подаваемых в цилиндры двигателя. При монтаже системы необходимо строго следовать инструкции, приложенной к набору, в которой указаны все особенности элементов набора.

Располагая баллон с окислителем в багажнике автомобиля, необходимо ориентировать его вентилем вперед по ходу движения автомобиля для того, чтобы оксид азота подавался нужным образом при ускорении автомобиля. Трубопроводы высокого давления, соединяющие баллон с моторным отделением, прокладываются либо через салон автомобиля под ковровым покрытием пола, либо под днищем кузова.

Трубопровод в моторной перегородке обязательно должен быть уплотнен резиновой втулкой, предохраняющей трубку от протирания о металлические части. Если трубопровод прокладывается под днищем автомобиля, следует расположить его в стороне от горячих и движущихся деталей, причем так, чтобы он не мог зацепиться за дорожные неровности или иные препятствия при движении автомобиля. Электрические провода, связанные с системой подачи оксида азота (подогреватель емкости, датчик давления, дистанционное управление электромагнитным клапаном и пр.), можно прикрепить к трубопроводу.

При монтаже распылителя оксида азота на входе в воздухопровод (он должен быть направлен в сторону дроссельной заслонки) целесообразно установить жиклер с наименьшим отверстием из тех, что имеются в тюнинговом наборе. Необходимо вначале опробовать систему с минимальным уровнем прибавления мощности двигателя. Затем нужно проверить реакцию автомобиля на добавленную мощность.

Следует всегда быть готовым к тому, что увеличение мощности даром не дается. Например, система, рассчитанная на повышение мощности двигателя в 100 л. с. (73,5 кВт), расходует за 10 с при полностью открытой дроссельной заслонке 0,3 л жидкого окислителя. Это одна из причин использования оксида азота для повышения мощности двигателя не постоянно, наряду с обычным автомобильным топливом, а эпизодически. Другой причиной являются очень большие перегрузки почти всех механических элементов двигателя и трансмиссии автомобиля.

Водитель обязан периодически контролировать давление в баллоне, расположенном в багажнике автомобиля. Чтобы для этого каждый раз не открывать крышку багажника, полезно на баллоне установить электрический датчик давления, а индикатор к нему расположить на панели приборов или хотя бы на стойке лобового стекла.

Внимание! Баллон со сжатым оксидом азота является взрывоопасным грузом, перевозка которого регламентируется

специальными правилами. Появляться с таким баллоном в багажнике автомобиля на автомобильных дорогах общего пользования незаконно!

3.7.2. Оксид азота и детонация

Практика эксплуатации форсированных двигателей показывает, что почти во всех случаях повреждения двигателей, использующих оксид азота для повышения мощности, происходят вследствие очень сильной детонации.

Причиной возникновения детонации является появление в цилиндре двигателя при сгорании топлива особых химических соединений – **пероксидов**, скорость сгорания которых чрезвычайно высока и приближается к скорости взрыва. В камере сгорания возникает несколько очагов сверхскоростного горения вместо одного установившегося фронта пламени. Пероксиды образуются при определенных условиях, связанных с нагрузочным и скоростным режимом работы двигателя, а также с величиной коэффициента избытка воздуха α и способом смесеобразования. Следовательно, детонация представляет собой неуправляемый процесс горения, сопровождающийся резким скачком давления и температуры рабочей смеси в камере сгорания. В итоге прожигаются клапаны и днища поршней, возникают повышенные динамические нагрузки на шатуны и подшипники. С внешней стороны детонационное сгорание воспринимается как металлический «стук» в шатунно-кривошипном механизме.

Одним из важных эксплуатационных факторов, провоцирующих возникновение детонации, являются неправильная сборка и настройка системы впрыска оксида азота, а также установка угла опережения зажигания. Для уменьшения вероятности появления детонации следует увеличить угол опережения зажигания, хотя это и приводит к некоторому снижению мощности. В двигателях с наддувом детонация более вероятна, чем в обычных двигателях, из-за большей температуры наддувочного воздуха. Дви-

гатели без наддува реагируют, главным образом, на качество бензина. Каким должен быть оптимальный угол опережения зажигания, можно установить только методом проб и ошибок.

Непременным условием использования оксида азота без детонации является применение топлива с наибольшим октановым числом, которое только имеется в продаже. Октановое число играет решающую роль при использовании оксида азота. При степени сжатия $\varepsilon \geq 10$ бензин должен иметь октановое число как минимум 95 (в Японии применяется бензин с октановым числом, равным 100). Наилучший бензин, который производится в России, имеет октановое число, равное 98.

Если ситуация вынуждает пользоваться низкооктановым топливом, то лучше не применять оксид азота, пока не появится возможность залить в топливный бак бензин более высокого качества. В крайнем случае можно использовать некоторые патентованные добавки для повышения октанового числа бензина. Однако они не должны содержать свинца (тетраэтилсвинца). Применение этилированного бензина запрещено экологами.

Еще раз следует подчеркнуть, что перед установкой тюнингового оборудования для впрыска оксида азота двигатель необходимо привести в идеальное техническое состояние. Повышение давления в цилиндрах может привести к прорыву газов через изношенные поршневые кольца, а попадание масла в камеру сгорания может вызвать немедленную детонацию. Даже на двигателе, находящемся в хорошем техническом состоянии, после длительного использования оксида азота нужно заменить моторное масло и фильтр, потому что рабочая смесь под большим давлением может прорваться в картер двигателя и смешаться с маслом.

К другим причинам, которые могут привести к детонации при использовании оксида азота, относятся неисправность или повышенное гидравлическое сопротивление системы охлаждения, несоответствие характеристики топливного насоса техни-

3. Модификация двигателя

ческим требованиям, загрязнение топливной системы или форсунок, неисправность выпускной системы.

Одной из серьезных ошибок при регулировке системы впрыска оксида азота является обеднение горючей смеси ($\alpha > 1$), что также способствует появлению детонации. Давление в баллоне с оксидом азота оказывает существенное влияние на состав горючей смеси, которая может стать или слишком бедной ($\alpha \gg 1$), или слишком богатой ($\alpha \ll 1$). Большое значение имеет сохранение постоянного давления в баллоне. Изготовитель тюнингового набора обычно указывает в своей инструкции рекомендуемое давление либо диапазон его изменения. Давление в баллоне ниже указанного приводит к обогащению смеси, что немного снижает мощность, но не вредит двигателю. Повышенное давление обедняет смесь, а это грозит двигателю неприятными последствиями.

На изменение состава топливовоздушной смеси влияет даже расположение баллона с оксидом азота. Иногда водители размещают баллон в салоне легкового автомобиля, причем располагают его поперек машины. В таком варианте при ускорении автомобиля рабочая смесь может переобогащаться (недостаточно окислителя).

Давление в баллоне зависит от его температуры. По этой причине в холодную погоду водители пытаются каким-то образом их подогреть. Будет лучше, если тюнеры будут использовать для своевременного подогрева баллона специальные электрические подогреватели, представляющие собой пластиковый бандаж с нагревательным элементом внутри, который оборачивается вокруг баллона. Температура регулируется автоматически, для этого в него вмонтирован специальный датчик температуры. После того как температура достигает заданного значения, нагреватель автоматически отключается.

Для дополнительной защиты двигателя от детонации иногда полезно установить контактный датчик давления топлива. При

понижении давления топлива в системе (например, из-за неисправности топливного насоса или утечек в трубопроводе) контакты датчика размыкаются и прерывают подачу оксида азота.

3.7.3. Оксид азота и турбонаддув

Турбонаддув и оксид азота могут вполне успешно дополнять друг друга, особенно на гоночных автомобилях. Наддув может добавить двигателю огромную мощность, но при этом турбокомпрессор должен быть тщательно подобран под конкретный двигатель для работы при различных скоростных и нагрузочных режимах. Если турбокомпрессор обеспечивает достаточно большой поток воздуха на высокой частоте вращения коленчатого вала двигателя, то из-за большой инерционности он не обеспечит хорошую приемистость при разгоне, начиная с низкой скорости вращения коленчатого вала. Эту особенность специалисты называют лагом турбокомпрессора.

Сочетая турбонаддув с впрыском оксида азота, можно получить наилучшую характеристику двигателя, которая дает максимальную мощность при высокой частоте вращения коленчатого вала двигателя, а при малых и средних скоростях вращения коленчатого вала в двигатель необходимо добавлять строго дозированную порцию оксида азота для повышения крутящего момента и улучшения динамики разгона автомобиля. При точной координации этих двух систем автомобиль хорошо разгоняется при малой частоте вращения коленчатого вала на добавках оксида азота, а после разгона турбины компрессора система впрыска оксида азота отключается, и дальнейшее повышение мощности двигателя происходит только за счет наддува с помощью турбокомпрессора.

Понятно, что наличие одновременно двух средств повышения мощности на одном двигателе (наддув плюс оксид азота) вызывает очень значительное повышение давления газов в цилиндрах. Если усовершенствования некоторых узлов и систем

3. Модификация двигателя

ранее отмечались как самостоятельные факторы, способствующие повышению мощности двигателя, то в случае одновременного применения наддува и оксида азота они становятся обязательно необходимыми системами жизнеобеспечения двигателя.

К таким узлам и системам относятся: впускная и выпускная системы с увеличенными проходными сечениями и с минимизированными аэродинамическими сопротивлениями; система зажигания повышенной мощности; топливная система с насосом самого высокого качества; форсунки увеличенных размеров; блок управления подачей топлива, а также ряд усовершенствований конструкции двигателя, продляющих его ресурс. Возможно понадобятся кованые поршни, шатуны с полированной поверхностью, усиленный коленчатый вал, более прочные шпильки крепления головки цилиндров, новый распредвал и пр.

Повышение мощности создает проблемы также и с передачей этой мощности к ведущим колесам автомобиля. Может потребоваться замена некоторых деталей и узлов трансмиссии, например ведущих валов, фрикционного сцепления. Необходимо будет выполнить поверочный тяговый расчет автомобиля с целью определения изменившихся параметров трансмиссии – передаточного числа главной передачи, количества ступеней коробки передач, закономерностей распределения ее передаточных чисел и др. Следует также проверить расчетом условия сцепления ведущих колес с опорной поверхностью. Необходимо понять, смогут ли ведущие колеса реализовать увеличившуюся мощность или они просто будут буксовать.

3.7.4. Топливная система

Электронные системы впрыска топлива. В системах питания современных автомобильных двигателей с принудительным зажиганием карбюраторы все более уступают свое место системам питания с электронным управлением процессами дозирования и впрыскивания топлива в цилиндры двигателя.

Электронные системы намного точнее учитывают малейшие изменения в тепловом состоянии двигателя, в нагрузочных и скоростных режимах работы, в состоянии окружающей среды и т. п. Однако электронные системы впрыска бензина являются более сложными, чем карбюраторные, поэтому требуют более высокой квалификации обслуживающего персонала.

Впрыск бензина позволяет более точно распределять топливо по цилиндрам из-за отсутствия добавочного сопротивления потоку воздуха на впуске в виде карбюратора и диффузоров. Обеспечивается более высокий коэффициент наполнения цилиндров η_v , способствующий повышению мощности двигателя. При впрыске допускаются большие углы перекрытия клапанов. Лучшая продувка цилиндров и лучшая равномерность состава горючей смеси по цилиндрам снижают температуру деталей, что, в свою очередь, позволяет применять бензин с меньшим октановым числом (на 2–3 единицы) либо увеличивать степень сжатия без опасности возникновения детонации.

Существуют топливные электронные системы впрыска с непрерывным и прерывистым способами подачи топлива.

На рис. 3.30 приведена схема топливной системы с электронным управлением для периодического впрыскивания топлива во впускной трубопровод двигателя. Топливо подается в магистраль 23 топливным насосом 4, в который оно поступает по трубопроводу 3 из топливного бака 1 через топливный фильтр 2.

Постоянное давление топлива в системе (0,2 МПа) поддерживается редукционным клапаном 21, перепускающим топливо в бак 1 по трубопроводу 22. Циркуляция топлива в системе позволяет избежать образования паровых пробок. Из топливной магистрали топливо поступает к форсункам 5 с электромагнитным приводом, установленным в патрубках перед впускными клапанами. При повышении давления в системе выше допустимого (0,25 МПа) топливо перепускается в бак 1 по трубопроводу 24.

3. Модификация двигателя

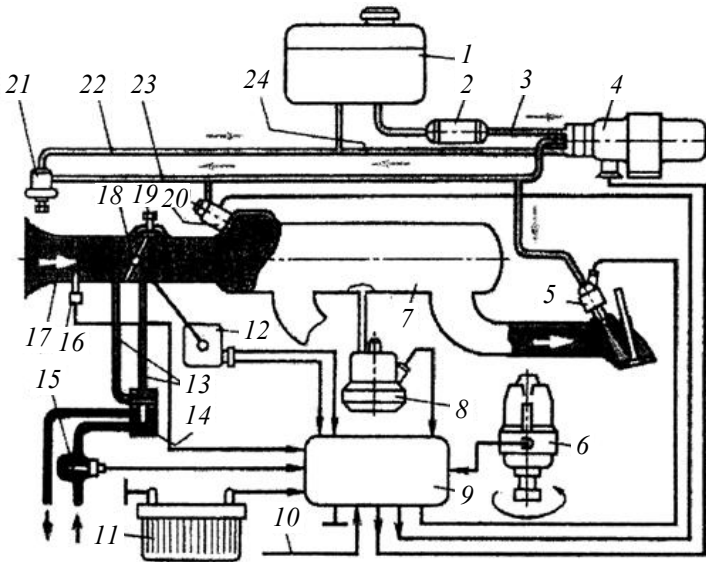


Рис. 3.30. Схема топливной системы с электронным управлением для периодического впрыскивания топлива во впускной трубопровод: 1 – топливный бак; 2 – топливный фильтр; 3 – трубопровод; 4 – топливный насос; 5 – форсунка с электромагнитным приводом; 6 – датчик частоты вращения; 7 – впускная труба; 8 – датчик разрежения во впускном трубопроводе; 9 – электронный блок формирования управляющих импульсов; 10 – провод ключа зажигания; 11 – аккумуляторная батарея; 12 – регулятор подачи дополнительного воздуха; 13 – соединительные каналы; 14 – датчик положения дроссельной заслонки; 15 – датчик температуры охлаждающей воды; 16 – датчик температуры поступающего воздуха; 17 – впускной патрубок; 18 – дроссельная заслонка; 19 – регулировочный винт воздушного канала холостого хода; 20 – пусковая электромагнитная форсунка; 21 – редукционный клапан; 22, 24 – возвратные трубопроводы; 23 – топливная магистраль

Расход воздуха регулируется дроссельной заслонкой 18, расположенной во впускной трубе 7. Электропитание электронной системы осуществляется от аккумуляторной батареи 11 и включается замком зажигания. Управляющие импульсы тока подаются на форсунки 5 от электронного блока 9 формирования

управляющих импульсов при замыкании контактов датчика 6 частоты вращения при определенных углах поворота коленчатого вала двигателя. Длительность управляющих импульсов корректируется в зависимости от температуры охлаждающей жидкости (датчик 15) и температуры поступающего воздуха (датчик 16).

Экономайзерный эффект достигается применением диафрагменного устройства в датчике 8, изменяющего характеристику датчика при изменении уровня вакуума во впускном трубопроводе. В датчике 14 имеется контактная пара, подающая сигнал отключения подачи топлива при закрытии дроссельной заслонки. Отключение системы происходит также при повышении частоты вращения коленчатого вала двигателя выше установленной нормы. Для обеспечения устойчивого режима холостого хода двигателя предусмотрено регулирование количества воздуха, поступающего в топливную систему, в зависимости от температуры жидкости в системе охлаждения двигателя. Для этой цели служит регулятор 12 подачи дополнительного воздуха, соединенный с впускной системой каналами 13. Пусковая электромагнитная форсунка 20 установлена во впускном трубопроводе.

На рис. 3.31 показана схема постоянного впрыска топлива. Эта система K-Jetronic фирмы Bosch представляет собой механическую систему постоянного впрыска топлива и включает в себя: топливный бак, топливный электронасос, накопитель топлива, топливный фильтр, расходомер воздуха с напорным диском, дозатор-распределитель топлива, регулятор давления топлива, регулятор управляющего давления воздуха, форсунки, пусковую электромагнитную форсунку.

Количество впрыскиваемого топлива строго пропорционально количеству поступающего воздуха, следовательно, коэффициент избытка воздуха равен единице ($\alpha = 1$). При работе двигателя топливный электронасос забирает топливо из бака и подает его под давлением 0,5 МПа через накопитель и фильтр к дозатору-распределителю. Далее топливо поступает к форсункам, установлен-

3. Модификация двигателя

ным перед впускными клапанами во впускном трубопроводе. Форсунки (рис. 3.32) распыляют топливо непрерывно.

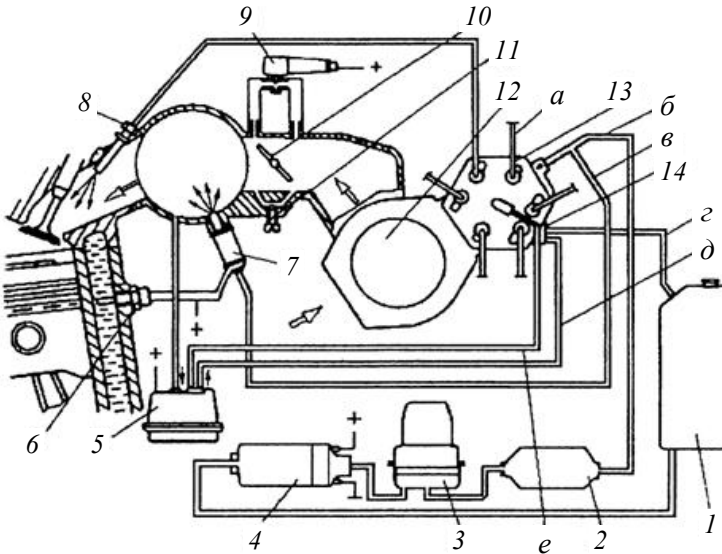


Рис. 3.31. Система постоянного впрыска топлива:

1 – топливный бак; 2 – топливный фильтр; 3 – накопитель топлива; 4 – топливный насос; 5 – регулятор управляющего давления; 6 – термореле; 7 – пусковая электромагнитная форсунка; 8 – форсунка впрыска; 9 – клапан добавочного воздуха; 10 – дроссельная заслонка; 11 – регулировочный винт системы холостого хода; 12 – расходомер воздуха; 13 – дозатор-распределитель; 14 – регулятор давления топлива: а – канал подвода топлива к рабочим форсункам; б – канал подвода топлива к дозатору-распределителю; в – канал подвода топлива к пусковой форсунке; з – канал слива топлива в бак; д – канал толчкового клапана; е – канал управляющего давления

Если при карбюраторном способе приготовления горючей смеси дроссельная заслонка регулирует количество подаваемой в цилиндры готовой горючей смеси, то при системе впрыска дроссельная заслонка регулирует только подачу чистого воздуха. Для того чтобы установить необходимое соотношение между ко-

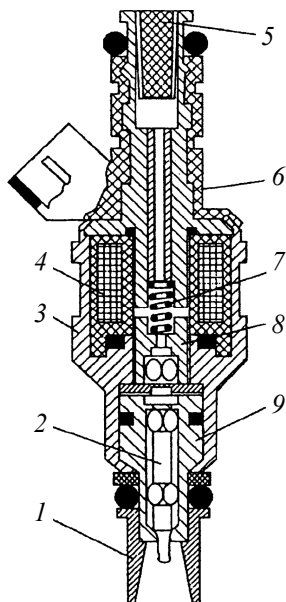


Рис. 3.32. Форсунка с электронным управлением:

1 – игла распылителя; 2 – игла запорного клапана; 3 – корпус форсунки; 4 – обмотка катушки электромагнита; 5 – фильтр; 6 – крышка; 7 – пружина; 8 – сердечник электромагнита; 9 – корпус распылителя

личеством поступающего воздуха и количеством впрыскиваемого бензина, используется расходомер воздуха с напорным диском и дозатор-распределитель топлива.

При пуске холодного двигателя электронасос быстро повышает давление топлива. Если температура двигателя менее 35°C , то термореле включает пусковую форсунку с электромагнитным управлением, и она впрыскивает дополнительное количество топлива. Одновременно включается добавочный клапан воздуха. Этим обеспечивается надежный пуск холодного двигателя и устойчивая его работа на холостом ходу. Продолжительность работы пусковой форсунки определяет термореле. При температуре двигателя выше 35°C она отключается.

При работе двигателя на частичных нагрузках состав горючей смеси изменяется. Смесь обогащается или обедняется. Для поддержания необходимого состава горючей смеси на раз-

личных режимах работы двигателя в системе впрыска со стороны верхней части плунжера в распределитель подводится топливо под управляющим давлением.

Если давление большое, то сопротивление перемещению плунжера увеличивается, и смесь обедняется. В противном случае сопротивление перемещению плунжера уменьшается, и смесь обогащается. При резком открытии дроссельной заслонки обогащение смеси обеспечивается моментальной реакцией напорного диска.

Регулирование топливной системы. Повышение мощности двигателя должно сопровождаться соответствующим увеличением количества топлива, подаваемого в цилиндры. Эта функция возлагается на топливную систему.

Увеличить расход топлива можно несколькими способами. Можно повысить давление в топливной системе, в результате чего форсунки за каждый цикл будут подавать в цилиндры больше топлива. Но ненамного. Можно увеличить продолжительность открытия форсунок. Тогда в цилиндры тоже будет поступать больше топлива даже при том же давлении. И наконец, последний способ – установить новые тюнинговые узлы топливной системы (форсунки, топливный насос и пр.), которые физически могут подавать большее количество топлива.

Итак, первая модификация топливной системы – установка настраиваемого регулятора давления топлива. Промышленно выпускаются тюнинговые регуляторы, которые можно просто установить вместо штатного с тем же вакуумным управлением, но с регулировочным винтом для настройки (рис. 3.33). Вращением этого винта можно изменять давление в топливной системе нужным образом.

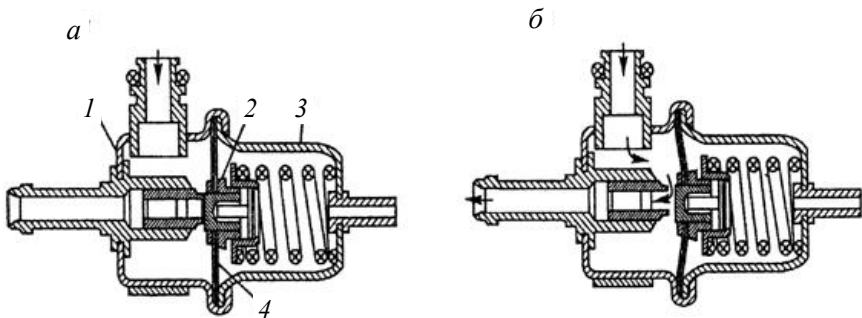


Рис. 3.33. Регулятор давления топлива:

а – клапан закрыт; *б* – клапан открыт; 1 – корпус; 2 – клапан; 3 – крышка; 4 – диафрагма

Регулятор давления топлива поддерживает давление в топливопроводе и в форсунках работающего двигателя в пределах 0,28–0,33 МПа, что необходимо для приготовления горючей смеси требуемого качества на всех режимах его работы. Внутренняя полость регулятора разделяется диафрагмой 4 на две полости – вакуумную и топливную. Вакуумная полость находится в крышке 3 регулятора и связана с ресивером. Топливная полость находится в корпусе 1 регулятора и связана с топливным баком.

При закрытии дроссельной заслонки 18 (см. рис. 3.30) разрежение в ресивере увеличивается, клапан регулятора открывается при меньшем давлении топлива и перепускает избыточное количество топлива по сливному топливопроводу в топливный бак 1. При этом давление топлива в топливопроводе 23 двигателя снижается. После открытия дроссельной заслонки вакуум в ресивере уменьшается, клапан регулятора открывается уже при большем давлении топлива. В результате давление топлива в топливопроводе двигателя вновь повышается.

Давление необходимо контролировать. Для этого следует установить достаточно точный манометр или датчик давления с индикатором. Иногда манометр монтируют прямо в моторном отделении на топливном фильтре. Существуют манометры, которые можно ввернуть прямо в топливную рампу на место клапана. Тюнинговые топливные рампы обычно имеют отдельное резьбовое отверстие, в которое можно ввернуть манометр. Лучше всего иметь манометр в салоне, чтобы контролировать давление во время движения автомобиля, однако наличие топливопровода в салоне небезопасно.

При установке нового регулятора не следует забывать, что топливная система на двигателях с впрыском топлива всегда находится под избыточным давлением. Поэтому перед разъединением топливных магистралей вначале необходимо сбросить давление в системе. Один из способов состоит в том, чтобы вытащить предохранитель топливного насоса и дать двигателю по-

3. Модификация двигателя

работать, ожидая, пока топливо закончится. После сброса давления топлива для безопасности следует обесточить электрическую систему автомобиля, отсоединив отрицательную клемму аккумуляторной батареи.

При увеличении давления топлива в системе форсунки испытывают дополнительную нагрузку, которая сокращает их ресурс. Практика показывает, что давление целесообразно повышать процентов на десять, не более. Если стандартное давление в топливной системе составляет 3 бар, то повысить его можно смело до значения 3,3 бар. При необходимости надо удалить штатные форсунки и установить тюнинговые форсунки повышенной подачи.

Если в двигателе установлена дополнительная система наддува или тюнинговая аппаратура для добавки оксида азота, которая требует увеличения давления топлива, то следует установить параллельный регулятор давления с отдельным трубопроводом для возврата топлива в бак. Для топливных трубопроводов высокого давления обязательно применение шлангов только с металлическим кордом, рассчитанным на высокое давление.

После повышения давления в топливной системе двигатель необходимо испытать при работе на разных нагрузочных и скоростных режимах, оптимизируя величину давления топлива. Если подача топлива избыточна, двигатель станет «захлебываться» на малых оборотах. Значительную помощь при регулировке топливной системы может оказать газоанализатор, особенно при испытаниях на динамометрическом стенде.

Производительность топливной системы. Цикловая подача топлива в цилиндры двигателя и, следовательно, производительность топливного насоса зависят от того, каковы степень наддува или расход оксида азота. При не очень значительной модификации двигателя подачу нужного количества топлива обеспечит штатный топливный насос. Можно лишь заменить топливную рампу, от которой питаются форсунки.

Обычно топливные ramпы для тюнинга изготавливаются из алюминиевого сплава, и их наружные поверхности полируются или анодируются, что является прекрасным дополнением к внешнему тюнингу двигателя. Целесообразно заменить топливную ramпу на новую в том случае, когда тюнинговая ramпа имеет больший размер по сравнению со штатной. Достоинством тюнинговой ramпы, кроме отличного внешнего вида, является большее проходное сечение, поэтому она может подвести к форсункам больше топлива. Как правило, тюнинговая ramпа изготовлена таким образом, что сохранены все стандартные присоединительные размеры, поэтому ее установка не вызывает никаких проблем. Ramпа имеет настраиваемый регулятор давления и фитинг для присоединения манометра. Есть ramпы, изготовленные под стандартные форсунки и под тюнинговые форсунки повышенной производительности.

Еще одной особенностью тюнинговой ramпы является наличие второго выхода, к которому можно подсоединить не только манометр для контроля давления топлива. Этот же дополнительный выход может служить удобным источником топлива под давлением, если двигатель оснащен системой добавки оксида азота и во впускном тракте установлена насадка для впрыскивания смеси топлива с оксидом азота. Ramпа также рассчитана на установку штуцерных соединений, которые позволяют проложить топливные трубопроводы собственного дизайна. Но, что еще более важно, на этих штуцерах можно смонтировать трубопроводы большего диаметра, чем штатные, для увеличения подачи топлива.

Топливные насосы. При значительной модификации двигателя штатный топливный насос может не обеспечить необходимую подачу топлива. На современных автомобилях применяются, как правило, погружные топливные насосы с электрическим приводом. Каждый такой насос смонтирован в одном блоке с топливным сетчатым фильтром и датчиком уровня топ-

3. Модификация двигателя

лива. Вся эта конструкция погружена в топливный бак и находится ниже уровня топлива. Заменить в этом блоке только насос довольно трудно, а иногда просто невозможно.

По этой причине тюнеры при необходимости повысить расход и давление топлива в топливной системе добавляют снаружи еще один насос, выполняющий функцию подкачки. Основной штатный насос остается в топливном баке. Автомобильные гонщики устанавливают снаружи даже два больших насоса с электроприводом. Для двигателей повышенной мощности промышленность выпускает тюнинговые топливные насосы производительностью от 190 до 255 л/ч. Этого достаточно для питания двигателя мощностью 800 л. с. (это почти 588 кВт). Выпускаются также небольшие подкачивающие насосы, которые можно встраивать прямо в нагнетательный трубопровод.

На рис. 3.34 показан центробежный роликовый насос с приводом от электродвигателя, который смонтирован совместно с насосом в одном герметичном корпусе.

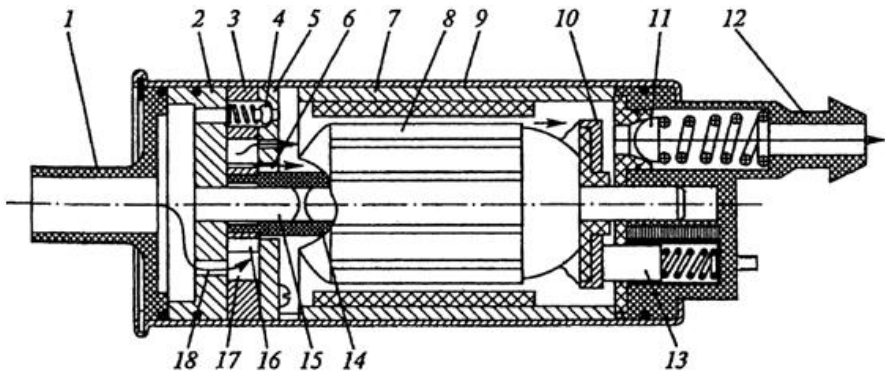


Рис. 3.34. Топливный насос:

1, 12 – штуцеры; 2 – основание насоса; 3 – статор; 4, 11 – предохранительный и обратный клапаны; 5 – крышка насоса; 6, 18 – каналы; 7, 9 – корпуса; 8 – якорь электродвигателя; 10 – коллектор; 13 – щетка; 14 – муфта; 15 – вал; 16 – цилиндрический сепаратор; 17 – ролик

При работе насоса топливо поступает через штуцер 1 и канал 18 к вращающемуся сепаратору 16, переносится роликами и через выходные каналы 6 подается в полость электродвигателя и далее через клапан 11 и штуцер 12 в топливопровод, подводящий топливо к топливному фильтру. Топливо, проходя через электродвигатель, охлаждает его.

Обратный клапан 11 исключает слив топлива из топливопровода и образование воздушных пробок после выключения насоса. Предохранительный клапан 4 ограничивает давление топлива, создаваемое насосом, при возрастании его свыше допустимого значения (0,45–0,6 МПа).

Насосы эффективнее работают на нагнетание жидкости, чем на ее всасывание, поэтому их лучше устанавливать в задней части автомобиля ближе к топливному баку. Это необходимо делать и в целях безопасности, потому что располагать подкачивающий насос в моторном отделении рядом с очень горячими частями двигателя не рекомендуется. Подкачивающие насосы с электроприводом создают сильный шум. По этой причине их следует закреплять на резиновых прокладках, входящих в тюнинг-комплект.

Регулировка карбюратора. В настоящее время все еще значительное количество автовладельцев эксплуатируют легковые автомобили с карбюраторными двигателями. Система питания карбюраторного двигателя служит для приготовления горючей смеси путем смешивания паров топлива с воздухом в определенных пропорциях и подачи ее в цилиндры двигателя. Процесс смесеобразования называется *карбюрацией*, а прибор для приготовления горючей смеси – *карбюратором*. В систему питания карбюраторного двигателя (рис. 3.35) входят: топливный бак, фильтр-отстойник, топливопроводы, топливный насос, фильтр тонкой очистки топлива, карбюратор, воздухоочиститель, впускной трубопровод.

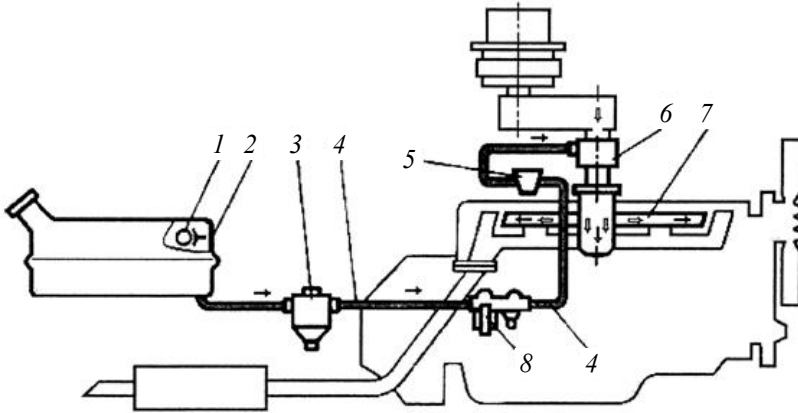


Рис. 3.35. Принципиальная схема топливной системы карбюраторного двигателя:

1 – указатель уровня топлива; 2 – топливный бак; 3 – топливный фильтр-отстойник; 4 – топливопровод; 5 – фильтр тонкой очистки топлива; 6 – карбюратор; 7 – впускной трубопровод; 8 – топливный насос

Наибольшее распространение на автомобильных двигателях получили многокамерные (чаще всего две смесительные камеры) карбюраторы с падающим потоком горючей смеси. Смесительные камеры таких карбюраторов работают параллельно или последовательно. В каждой смесительной камере устанавливают по два диффузора для улучшения испарения топлива и перемешивания его с воздухом (рис. 3.36).

На заводе-изготовителе характеристики топливоподачи всех карбюраторов тщательно контролируются. Тем не менее, не удастся обеспечить абсолютную идентичность всех изделий, потому что стандарт допускает определенные отклонения от номинальных значений, предусмотренных проектом. В результате отдельные образцы карбюраторов могут отличаться друг от друга по расходу топлива на 10–16 %. Следовательно, при эксплуатации двигателя имеется возможность за счет индивидуальной регулировки карбюратора заметно снизить расход топлива.

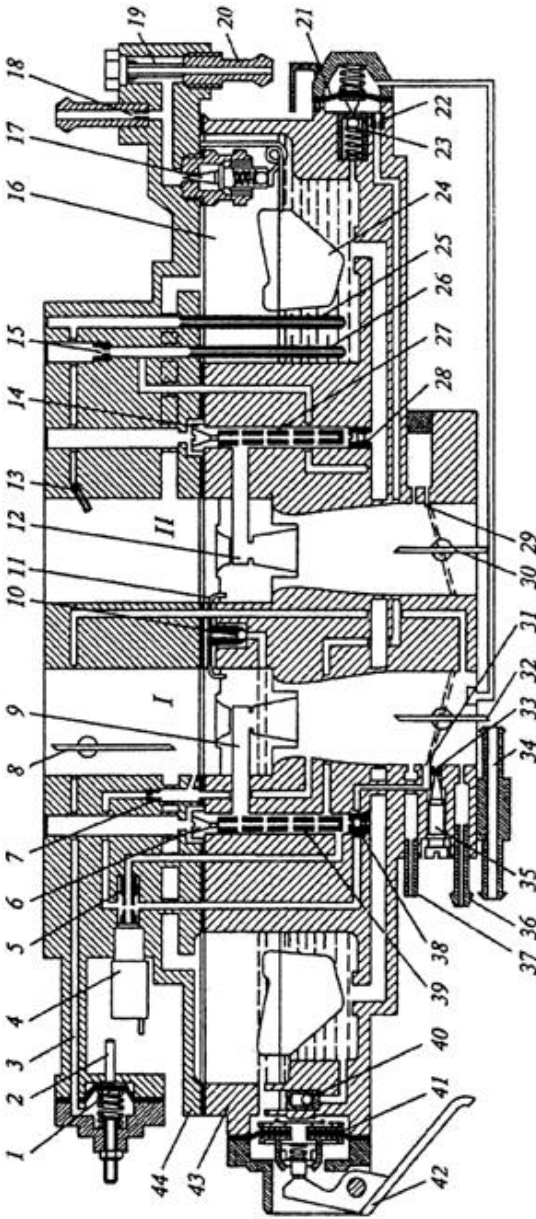


Рис. 3.36. Карбюратор легкового автомобиля:

I, II – первичная и вторичная камеры; 1 – пневматический элемент; 2 – шток; 3 – канал; 4, 10, 17, 23, 40 – клапаны; 5, 22, 25, 26, 28, 38 – топливные жиклеры; 6, 7, 14, 15 – воздушные жиклеры; 8 – воздушная заслонка; 9, 11, 12, 13 – распылители; 16 – поплавковая камера; 18, 20, 36, 37 – патрубки; 19 – фильтр; 21 – экономайзер; 24 – поплавок; 27, 39 – эмульсионные трубки; 29, 33 – выходные отверстия; 30, 32 – дроссельные заслонки; 31 – переходная щель; 34 – блок подогрева; 35 – винт регулировки качества смеси; 41 – диафрагма; 42 – рычаг привода подкачивающего насоса; 43 – корпус; 44 – крышка

3. Модификация двигателя

Индивидуальную регулировку дозирующих систем карбюратора следует проводить в определенной последовательности, чтобы исключить необходимость повторной регулировки ранее отрегулированной системы после вмешательства в регулировку какой-либо другой системы двигателя. Прежде всего, с этой целью нужно осуществлять регулировку главной дозирующей системы первичной камеры, постепенно обедняя смесь. Затем нужно отрегулировать систему холостого хода и лишь после этого проверить работу карбюратора на больших нагрузках с открытием второй камеры.

Чтобы не изготавливать топливные жиклеры с уменьшенной пропускной способностью, обеднения горючей смеси можно достичь увеличением сечения воздушного жиклера. Если при плавном разгоне автомобиля до скорости, превышающей 60 км/ч, после включения прямой передачи и открытия заслонки только первичной камеры карбюратора появляется ощутимая длительная (2–3 с) задержка нарастания скорости вращения коленчатого вала двигателя, это означает, что сечение воздушного жиклера увеличено больше, чем нужно. Поэтому сечение воздушного жиклера следует немного уменьшить. На этом этапе не следует обращать внимание на возможные рывки автомобиля и провалы мощности двигателя при плавном трогании с места и движении на пониженных передачах с минимальной скоростью.

После регулировки главной дозирующей системы следует приступить к проверке и регулировке системы холостого хода карбюратора. Целью индивидуальной регулировки системы холостого хода является обеспечение предельного обеднения горючей смеси как на минимальной частоте вращения коленчатого вала, так и на переходном режиме, когда кромка дроссельной заслонки находится вблизи переходных отверстий, через которые протекает топливо. Причем такую регулировку можно провести с достаточной точностью, располагая лишь тахометром.

Дальнейшая регулировка системы холостого хода заключается в выборе положения подстроечного винта (в тех моделях карбюраторов, где он имеется), который определяет состав смеси на переходном режиме. Доступ к этому винту закрыт заглушкой, установленной заводом-изготовителем. Эту заглушку следует удалить металлическим крючком, предварительно просверлив на ее краю сквозное отверстие диаметром 2–3 мм.

Первоначально регулировка переходного режима производится при работе двигателя на холостом ходу без нагрузки. При этом очень медленно и плавно вручную нужно открывать дроссельную заслонку первичной смесительной камеры, внимательно отслеживая по тахометру характер изменения частоты вращения коленчатого вала двигателя. Постоянное равномерное увеличение частоты вращения коленчатого вала по мере открытия дроссельной заслонки свидетельствует об отсутствии недопустимого переобеднения состава смеси на переходном режиме. Если частота вращения коленчатого вала в одном из положений дроссельной заслонки больше не увеличивается, значит регулировка привела к переобеднению смеси.

Однако такой способ оценки состава смеси на переходном режиме не позволяет обнаружить переобогащение смеси по одной только зависимости изменения частоты вращения коленчатого вала от угла открытия дроссельной заслонки. Поэтому регулировка переходного режима последовательно в несколько приемов должна обеднять горючую смесь, добиваясь появления признаков обеднения (т. е. «провала» в работе двигателя при открытии дроссельной заслонки, который зафиксируется с помощью тахометра), а затем смесь следует минимально обогатить лишь до устранения провала.

Горючую смесь на переходном режиме обедняют с помощью подстроечного винта системы холостого хода. При выворачивании винта из корпуса карбюратора в канал системы холостого хода начинает поступать дополнительное количество воз-

3. Модификация двигателя

духа. При этом следует учитывать, что при изменении положения подстроечного винта изменяется и регулировка состава смеси на минимальной частоте вращения коленчатого вала. Поэтому после каждого очередного поворота подстроечного винта необходимо с помощью винта качества состава смеси при неизменном положении винта количества смеси восстановить первоначальную частоту вращения коленчатого вала, вернувшись тем самым к ранее выбранной регулировке состава смеси на холостом ходу двигателя.

Выбрав оптимальное положение подстроечного винта, при котором устраняются провалы в работе двигателя при повышении частоты вращения коленчатого вала на холостом ходу, т. е. без нагрузки, необходимо проверить работу карбюратора на переходном режиме. Для этого следует плавно тронуться на автомобиле с места и двигаться на нем с небольшой скоростью на каждой из передач трансмиссии. Если в результате такой езды не обнаружится явно выраженных рывков и провалов в работе двигателя, то регулировку системы холостого хода можно считать законченной. Подстроечный винт следует зафиксировать с помощью клея или краски и в дальнейшем его не трогать.

Если в каком-либо режиме работы двигателя с минимально открытой дроссельной заслонкой проявляются неудовлетворительные ездовые качества автомобиля, потребуется корректировка положения подстроечного винта. Его нужно будет завернуть на минимальное количество оборотов, достаточное лишь для исчезновения провалов, не забывая каждый раз корректировать положение винта качества смеси.

В некоторых случаях не удастся обеспечить беспровальную работу двигателя при переходе от малых к средним нагрузкам, даже если подстроечный винт уже завернут до упора. В этом случае требуется немного увеличить диаметр жиклера холостого хода (не более чем на 0,05 мм за один прием), после

чего все описанные операции по регулировке системы холостого хода нужно повторить.

После индивидуальной регулировки главной дозирующей системы и системы холостого хода необходимо приступить к проверке работы карбюратора на больших нагрузках с включенной вторичной смесительной камерой. Основное назначение вторичной камеры – создавать автомобилю хорошую динамику, поэтому ее дозирующие системы должны обеспечивать приготовление обогащенной горючей смеси ($\alpha < 1$). Следует заметить, что в эксплуатации почти не встречаются случаи, когда после оптимизации регулировки первичной камеры было бы необходимо корректировать регулировку вторичной камеры.

И все же иногда при плавном нажатии на педаль акселератора (в течение 1,5–2,0 с) до упора на скорости движения автомобиля 60–80 км/ч в момент начала открытия дроссельной заслонки вторичной камеры отчетливо ощущается «провал» мощности двигателя. Для устранения такого дефекта необходимо увеличить диаметр ее топливного жиклера на 10–20 % по сравнению с серийным. В результате индивидуальной доводки карбюратора удастся полностью реализовать все резервы повышения экономии топлива и обеспечить соответствие действующим нормам содержание окиси углерода в отработавших газах.

Два карбюратора. Практически всегда карбюраторному двигателю при большой частоте вращения коленчатого вала не хватает воздуха и топлива, поэтому качество горючей смеси становится неравномерным, и смесь неравномерно распределяется по цилиндрам. Например, после значительного пробега автомобиля заметно, что у четырехцилиндрового двигателя поршни 2 и 3 цилиндров более темные, т. к. смесь переобогащена, а поршни 1 и 4 цилиндров более светлые, что свидетельствует о наличии обедненной смеси.

Проблему можно решить установкой двух карбюраторов, которые обеспечат более сбалансированную подачу топливо-

воздушной смеси, чем один даже очень хороший карбюратор. Непременным условием является установка однотипных карбюраторов. Для монтажа двух карбюраторов потребуются внести некоторые изменения в конструкцию впускной системы. Для этого понадобятся два новых коллектора, тройники для подачи бензина, вакуумные шланги, детали привода дроссельных заслонок и т. п. Главное, нужно сделать все так, чтобы дроссельные заслонки открывались синхронно.

После этой реконструкции расход топлива сокращается примерно процентов на 10, автомобиль разгоняется гораздо быстрее. Двигатель охотнее работает не только при высокой частоте вращения коленчатого вала, но и при низких частотах.

3.8. Тюнинг системы зажигания

3.8.1. Назначение и устройство

Система зажигания предназначена для подачи электрической искры в цилиндры двигателя с целью своевременного воспламенения рабочей смеси.

Высокое напряжение формируется в специальной *катушке зажигания* путем трансформации тока низкого напряжения от 12-вольтовой аккумуляторной батареи. Такие системы называются *батарейнными* (по источнику тока). Постоянный ток низкого напряжения преобразуется в них в ток высокого напряжения в момент размыкания электрической цепи низкого напряжения с помощью *прерывателя*, привод которого осуществляется от газораспределительного механизма двигателя. Полученное таким путем высокое напряжение распределяется по отдельным цилиндрам двигателя в соответствии с их порядком работы с помощью устройства, называемого *распределителем*. Обычно прерыватель и распределитель имеют совместный привод и объединены в единое устройство – *прерыватель-распределитель*.

Система зажигания, основой которой является прерыватель-распределитель, называется контактной. В последние годы системы зажигания развиваются на основе электроники, что существенно повышает их возможности в сравнении с традиционными батарейными. Широко используются транзисторные и тиристорные схемы, успешно осваиваются так называемые цифровые системы зажигания. Это качественно новые системы, хотя они остаются батарейными по способу их питания током.

Контактная система зажигания. Система содержит катушку зажигания, прерыватель-распределитель, свечи зажигания, провода высокого напряжения и выключатель зажигания. Контактная система зажигания (рис. 3.37, а) состоит из двух электрических цепей: цепи низкого напряжения (первичной) и цепи высокого напряжения (вторичной).

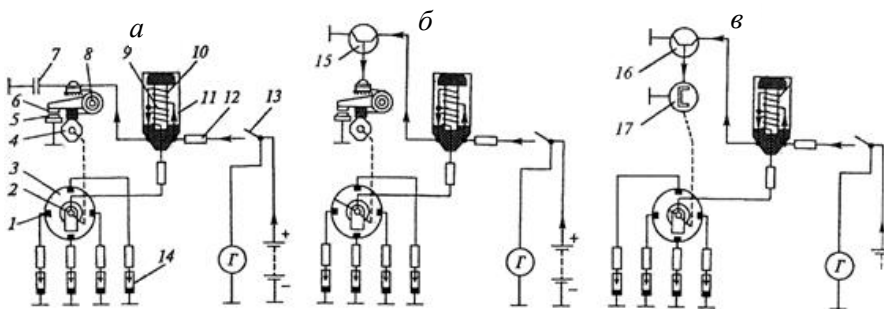


Рис. 3.37. Схемы систем зажигания:

а – контактная; б – контактно-транзисторная; в – бесконтактная; 1 – контакты распределителя; 2 – ротор распределителя зажигания; 3 – распределитель тока; 4 – кулачок; 5, 6 – контакты прерывателя; 7 – конденсатор; 8 – прерыватель; 9, 10 – вторичная и первичная обмотки; 11 – катушка зажигания; 12 – дополнительное сопротивление; 13 – выключатель зажигания; 14 – свеча зажигания; 15 – транзисторный коммутатор; 16 – электронный коммутатор; 17 – бесконтактный датчик

В первичную цепь входят: выключатель зажигания 13, дополнительное сопротивление 12, первичная обмотка 10 катушки

3. Модификация двигателя

зажигания 11, прерыватель 8 цепи низкого напряжения и конденсатор 7. Вторичная цепь включает в себя вторичную обмотку 9 катушки зажигания, распределитель 3 тока высокого напряжения и свечи зажигания.

При замыкании контактов 5 и 6 прерывателя тока низкого напряжения по первичной цепи проходит ток от аккумуляторной батареи или генератора. Проходя по первичной обмотке катушки зажигания, ток создает сильное магнитное поле. При размыкании контактов прерывателя 8 (кулачок 4 набегает выступом на рычажок с контактом 6) ток низкого напряжения прерывается, созданное магнитное поле сворачивается. При резком уменьшении величины магнитного поля, которое пересекает вторичную обмотку катушки зажигания, в ней индуцируется ток высокого напряжения.

Ток высокого напряжения подводится к ротору 2 распределителя зажигания, который вращается вместе с кулачком 4. В момент размыкания контактов прерывателя ток высокого напряжения поступает к одному из контактов 1 распределителя зажигания, которые соединены со свечами зажигания 14. Искровой разряд между электродами свечи зажигания происходит в том цилиндре, в котором в это время заканчивается сжатие рабочей смеси.

Контактная система зажигания не обеспечивает надежной работы ДВС при значительном увеличении частоты вращения коленчатого вала, степени сжатия и количества цилиндров. Для обеспечения надежной работы таких двигателей необходимо увеличивать силу тока в первичной цепи системы зажигания (цепи низкого напряжения), что невозможно из-за резкого снижения срока службы контактов прерывателя вследствие их обгорания.

Контактно-транзисторная система зажигания. Эта система обеспечивает более надежную работу двигателя; повышает срок его службы и приемистость; облегчает пуск двигателя; уменьшает расход топлива, износ свечей зажигания и контактов

прерывателя. Она увеличивает ток в цепи высокого напряжения более чем на 25 %, а также энергию и длительность искрового разряда (почти в 2 раза), что способствует более полному сгоранию даже обедненной рабочей смеси в цилиндрах двигателя.

В контактно-транзисторную схему зажигания входят (рис. 3.37, б): катушка зажигания; распределитель зажигания с прерывателем тока низкого напряжения; распределитель тока высокого напряжения; свечи зажигания; транзисторный коммутатор; провода высокого напряжения и выключатель зажигания. При активизации выключателя зажигания 13 после замыкания контактов 5 и 6 прерывателя транзисторный коммутатор 15 открывается, и по первичной обмотке 10 катушки зажигания протекает ток. В момент размыкания контактов прерывателя транзистор коммутатора запирается. Ток в первичной цепи резко уменьшается, и во вторичной обмотке 9 катушки зажигания создается ток высокого напряжения. Он подводится к ротору 2 распределителя 3, который распределяет ток высокого напряжения по свечам 14 зажигания в соответствии с порядком работы цилиндров двигателя.

Бесконтактная система зажигания. Такая система обеспечивает надежную работу двигателя, т. к. позволяет получать стабильное искрообразование в свечах зажигания и более устойчивое воспламенение рабочей смеси на различных режимах работы двигателя. Отличительной особенностью этой системы зажигания является ее бесконтактный датчик, не подверженный механическому воздействию и износу. Поэтому момент зажигания с увеличением пробега автомобиля не изменяется, и система не требует обслуживания в процессе эксплуатации.

В бесконтактную систему зажигания входят: катушка зажигания; датчик-распределитель зажигания, состоящий из бесконтактного микроэлектронного датчика и распределителя тока высокого напряжения; свечи зажигания; электронный коммутатор; провода высокого напряжения и выключатель зажигания.

3. Модификация двигателя

При включении зажигания 13 (рис. 3.37, в) ток низкого напряжения поступает к электронному коммутатору 16 (рис. 3.38) и к бесконтактному датчику 17, находящемуся в датчике-распределителе зажигания 3. Распределительный вал двигателя вращает вал датчика-распределителя, и бесконтактный датчик 17 подает импульсы в электронный коммутатор 16, который преобразует их в импульсы тока в первичной обмотке 10 катушки зажигания 11. Ток в первичной обмотке катушки зажигания создает магнитное поле.

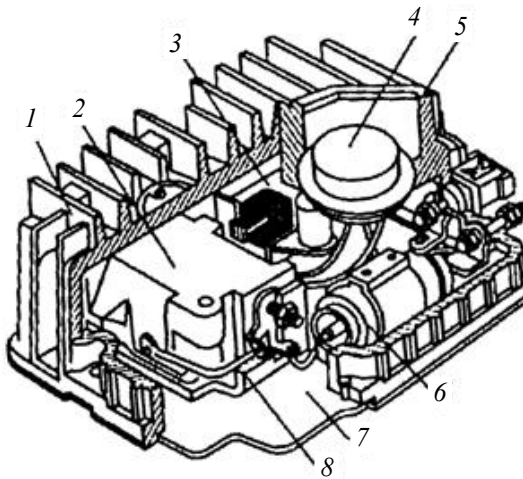


Рис. 3.38. Электронный коммутатор:

1 – корпус; 2 – общий блок; 3 – импульсный трансформатор; 4 – транзистор; 5 – колодец; 6 – электролитический конденсатор; 7 – металлическое дно; 8 – теплоотвод

В момент прерывания тока магнитное поле резко убывает, и во вторичной обмотке 9 катушки зажигания индуцируется ток высокого напряжения. Этот ток поступает к вращающемуся ротору 2 распределителя зажигания и от него к одному из контактов 1 распределителя, соединенных со свечами зажигания 14.

Искровой разряд между электродами свечи зажигания воспламеняет рабочую смесь в цилиндрах двигателя в соответствии с порядком работы цилиндров.

Цифровые системы зажигания. На современных автомобилях с впрыском топлива и электронной системой управления зажиганием при помощи бортового компьютера распределитель зажигания только направляет высокое напряжение к нужной свече в соответствии с порядком работы цилиндров. Остальные функции системы зажигания, в том числе и опережение зажигания, остаются под контролем компьютера.

На некоторых автомобилях нет даже распределителя. Такие системы называются *системами без распределителя*. В этих системах функцию распределителя выполняет датчик положения распределительного вала, который подает информацию бортовому компьютеру о положении коленчатого вала относительно верхней мертвой точки (ВМТ) поршня в цилиндре № 1. Компьютер принимает все необходимые решения, основываясь на этой информации и на данных, полученных от других датчиков. Управляющие команды в виде электронных импульсов он направляет на блок катушек зажигания, соединенных высоковольтными проводами со свечами зажигания.

Каждая катушка зажигания в этом блоке соединена со свечами двух цилиндров. В четырехцилиндровом двигателе это обычно цилиндры 1, 4 и 2, 3. Катушка создает искру в обоих цилиндрах, с которыми она соединена, но поджечь смесь она может только в одном из них, в том, где заканчивается такт сжатия. В результате вторая искра ничего не поджигает, т. к. в другом цилиндре этой пары заканчивается такт выхлопа отработавших газов, и гореть там нечему. Поскольку вторая искра пропадает, систему без распределителя называют еще *системой с холостой искрой*.

Дальнейшим развитием системы без распределителя стала система *катушка над свечой*. В этой системе каждая свеча име-

ет свою катушку и электронный модуль управления зажиганием. Катушка установлена прямо над свечой и крепится к крышке головки цилиндров. Такую систему легко опознать внешне по отсутствию высоковольтных проводов. На сегодняшний день такие системы позволяют осуществить наиболее полное управление зажиганием.

Предупреждение! Система зажигания работает от бортовой сети напряжением 12 В. Катушка зажигания повышает это напряжение до 10 000 В и больше. В электронных системах зажигания напряжение на выходе из катушки может достигать 60 000 В! В некоторых случаях оно может оказаться смертельным. Поэтому при работе с системой зажигания следует соблюдать особую осторожность. Никогда не нужно прикасаться к высоковольтным проводам и к катушке зажигания при работающем двигателе!

3.8.2. Зажигание в форсированных двигателях

Опережение зажигания. При воспламенении и сгорании смеси в цилиндре давление должно достигать своего максимума в тот момент, когда поршень находится в верхней мертвой точке (ВМТ). Но так как нормальное горение смеси и нарастание давления газов требуют определенного времени, то поджигать смесь приходится немного раньше, чем поршень придет в ВМТ. Момент зажигания измеряется величиной угла, на который необходимо повернуть коленчатый вал двигателя, чтобы движущийся вверх поршень достиг ВМТ. Этот угол называется *углом опережения зажигания*.

Слишком большой угол опережения зажигания (раннее зажигание), когда поршень еще далеко от ВМТ, приведет к тому, что давление достигнет своего максимального значения еще до того, как поршень достиг ВМТ. Следовательно, на поршень будут действовать максимальные силы сопротивления газов, которые будут продолжать уменьшать свой объем вместо того,

чтобы совершать работу расширения. Мощность двигателя снизится по сравнению с расчетным значением. При слишком позднем зажигании (малой величине угла опережения зажигания) давление газов еще не достигнет своего максимума в момент прихода поршня в ВМТ. В итоге также не будет достигнута расчетная мощность двигателя.

Опережение зажигания – величина непостоянная. Его нельзя установить заранее раз и навсегда. Прежде всего, опережение зажигания зависит от частоты вращения коленчатого вала. Чем больше скорость вращения коленчатого вала, тем раньше необходимо воспламенять смесь. Кроме того, опережение зажигания зависит от скорости горения смеси. На скорость горения влияют нагрузка двигателя, состав смеси, октановое число бензина и пр.

На заводском двигателе все его системы оптимизированы и работают исправно. Но эти системы, в частности система зажигания, не рассчитаны на увеличение мощности двигателя, его работу при повышенном давлении в цилиндрах и сверхвысоких скоростях вращения коленчатого вала.

Повышенная частота вращения коленчатого вала приводит к возрастанию нагрузки на стандартную систему зажигания, а повышенное давление в цилиндрах увеличивает плотность смеси, которую гораздо труднее пробить штатному искровому разряду. Чем плотнее рабочая смесь, тем более высокая мощность искры требуется для создания нормального процесса воспламенения.

Одна из причин, по которой стандартная катушка зажигания не может работать при высоких оборотах коленчатого вала, заключается в недостатке времени для нарастания магнитного поля обмотки низкого напряжения. Тюнинговые катушки зажигания способны давать более высокое вторичное напряжение по сравнению со стандартными. Само по себе это не создает прибавку мощности двигателю, но зато избавляет его от сбоев в работе при высоких скоростях вращения коленчатого вала из-за пропусков воспламенения смеси в некоторых цилиндрах.

При форсировании двигателя и изменении его скоростного режима опережение зажигания необходимо регулировать.

В классических системах зажигания начальный угол опережения зажигания устанавливается поворотом корпуса распределителя, а регулирование угла осуществляется достаточно приблизительно центробежным и вакуумным регуляторами. Эта система не позволяла достигать оптимального сгорания горючей смеси на всех режимах работы двигателя. Однако современные двигатели с электронным впрыском топлива требуют более точной регулировки, т. к. ужесточены требования к показателям токсичности отработавших газов.

Поэтому следует перепрограммировать соответствующим образом бортовой компьютер. Для этой цели на каждом режиме работы двигателя опытным путем определяется оптимальный угол опережения зажигания, и эти данные заносятся в блок электронного управления двигателем (БЭУ) в виде карты памяти.

Однако эти изменения угла опережения зажигания не влияют на главное – не повысят энергию искрового разряда. Для этого нужно установить вместо стандартной системы зажигания конденсаторную.

Конденсаторная система зажигания. Она состоит из электронного и конденсаторного блоков. Опережением зажигания по-прежнему управляет компьютер, а конденсаторный блок – это просто большой накопитель энергии. Электронный блок снабжен микропроцессором, программу которого можно многократно переписывать. Конденсаторная система зажигания особенно полезна для модифицированных двигателей.

В обычной системе зажигания на первичную обмотку катушки подается напряжение от аккумуляторной батареи (12 В). В конденсаторной системе конденсатор заряжается примерно до напряжения 450 В, а затем быстро разряжается через первичную обмотку катушки. В этом случае для необходимого нарастания магнитного поля катушке зажигания требуется меньше времени,

и процесс успевает закончиться при любой частоте вращения коленчатого вала ДВС.

Существуют различные конструкции конденсаторных систем зажигания, но все они снабжены функцией ограничения частоты оборотов коленчатого вала. Одноступенчатый ограничитель позволяет установить предельную частоту вращения коленчатого вала, которую двигатель не должен превышать из соображений прочности его деталей и надежности систем. Некоторые модели позволяют регулировать задержку искры при высокой частоте вращения коленчатого вала, что бывает необходимо при использовании наддува двигателя.

При наддуве возрастает плотность рабочей смеси в цилиндре, и требуется увеличивать задержку искры по мере роста давления наддува. Тюнинговые конденсаторные системы разработаны как для систем с распределителем зажигания, так и без него. Для двигателей гоночных автомобилей конденсаторная система снабжается кнопочным постом, позволяющим быстро менять программу управления зажиганием. С ее помощью можно изменять пределы скорости автомобиля. Кроме того, прибор имеет встроенный тахометр на светодиодах.

Высоковольтные провода. Если в системе зажигания с повышенным вторичным напряжением оставить стандартные высоковольтные провода, то при повышенных нагрузках двигателя, повышенной частоте вращения коленчатого вала или повышенном давлении в цилиндрах высокое напряжение скорее всего до свечей не дойдет. Причиной является возросшее электрическое сопротивление системы. Электрический ток найдет другой путь с наименьшим сопротивлением и уйдет по нему, например, на массу двигателя в точке, ближайшей к высоковольтному проводу.

Для обнаружения утечек высокого напряжения необходимо понаблюдать за работающим двигателем в темном помещении. В случае пробоя изоляции утечка проявляется в виде тон-

ких голубых светящихся нитей. При повышенной влажности окружающей среды пробой замечен еще больше. Если автомобиль находится на динамометрическом стенде, то можно проследить за утечкой напряжения при изменении нагрузки двигателя. Поэтому штатные провода форсированного двигателя необходимо заменить на другие, тюнинговые.

Обычный высоковольтный провод имеет сердечник из углеродосодержащего материала, который окружен изоляцией из стекловолокна и резины. Большинство тюнинговых высоковольтных проводов внутри содержат магнитный сердечник с обмоткой из провода и силиконовую изоляцию большего диаметра. Так, если стандартные провода имеют диаметр 5–6 мм, то силиконовые достигают 8–9 мм в диаметре. Тюнинговые высоковольтные провода имеют и более толстые чехлы свечей зажигания, поскольку именно в этом месте высокому напряжению легче пробить изоляцию на массу двигателя.

Провода диаметром 8 мм вполне пригодны для большинства модифицируемых двигателей. Для гоночных автомобилей лучше всего использовать провода диаметром 9 мм и более. Слишком «толстой» изоляции не бывает!

3.8.3. Свечи зажигания

Конечным элементом системы зажигания являются свечи, которые играют очень важную роль в обеспечении бесперебойной работы двигателя. Выбор типа свечи зажигания для модифицированного двигателя даже важнее, чем для серийного. Модифицированный двигатель требует применения свечей зажигания лучшего качества.

Искровая свеча зажигания (рис. 3.39 и 3.40) состоит из изолятора 1, корпуса 4, центрального 7 и бокового 8 электродов. Для герметизации свечи по центральному электроду применяют токопроводящий стеклогерметик 3. Герметичность между изолятором и корпусом свечи обеспечивается прокладкой 5. В све-

чах некоторых типов тепловой конус изолятора выступает за торец нижней части корпуса свечи для лучшего охлаждения.

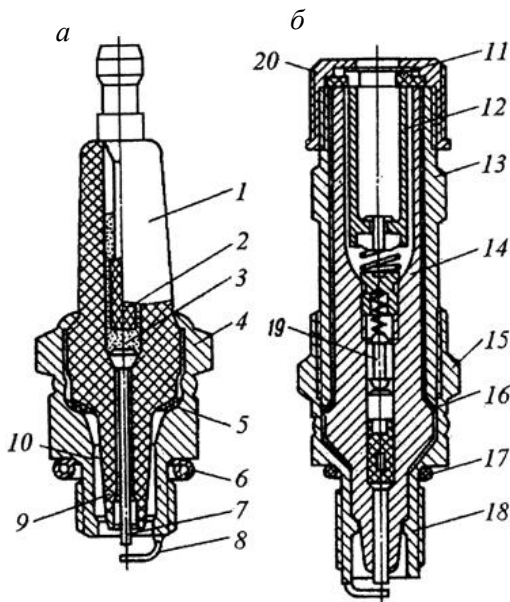


Рис. 3.39. Свечи зажигания:

а – незранированная; *б* – экранированная; 1 – изолятор; 2 – контактная головка; 3 – токопроводящий стеклогерметик; 4 – корпус; 5, 6 – прокладки; 7 – центральный электрод; 8 – боковой электрод; 9 – тепловой конус; 10 – рабочая камера; 11 – резиновое уплотнение; 12 – контактное устройство; 13 – экран; 14 – сердечник (изолятор в сборе); 15 – корпус с боковым электродом; 16 – шайба; 17 – уплотнительное кольцо; 18 – теплоотводящая шайба; 19 – резистор для подавления радиопомех; 20 – накидная гайка

Для форсированных двигателей в настоящее время используют свечи, центральный электрод которых выполнен из меди и покрыт никель-хромовой оболочкой. Такой электрод обеспечивает лучший теплоотвод при больших нагрузках двигателя.

На рис. 3.39, *а* показана незранированная, а на рис. 3.39, *б* экранированная герметизированная свеча. Защита

3. Модификация двигателя

от попадания влаги внутрь свечи обеспечивается резиновым уплотнением 11, закрепляемым гайкой 20, накрунутой на экран 13.

Свеча на двигателе работает в очень тяжелых условиях. Она подвергается высоким механическим и тепловым нагрузкам, а также электрическим и химическим воздействиям.

Температура в камере сгорания изменяется от 70 до 2700 °С. Из-за неравномерного нагрева отдельных участков свечи в ней возникают тепловые деформации, опасные тем, что в конструкции свечи использованы материалы с различным коэффициентом линейного расширения (металл, керамика). На тот конец свечи, который находится в камере сгорания, действует давление до 10 МПа. Кроме того, свеча подвергается действию импульсов тока высокого напряжения (до 26 кВ) и химическим воздействиям продуктов сгорания.

Свеча (рис. 3.40) нормально работает при изменении температуры теплового конуса изолятора в интервале 400–900 °С. Нагар на тепловом конусе изолятора исчезает при нагреве его до температуры 400–500 °С. Эта температура называется **температурой самоочищения** свечи. Если температура деталей свечи превысит 850–900 °С, может возникнуть преждевременное воспламенение рабочей смеси (**калильное зажигание**) во время процесса сжатия еще до момента появления искры.

Теплота, подведенная к свече, отводится от нее через различные элементы конструкции (корпус, изолятор, центральный электрод) и через продукты сгорания рабочей смеси. Так как тепловые

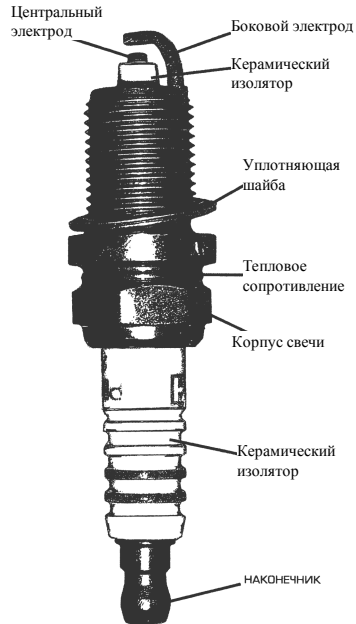


Рис. 3.40. Общий вид искровой свечи зажигания

нагрузки на свечи у разных двигателей и при разных режимах работы существенно отличаются, то свечи изготавливают с различной способностью отводить тепло. Тепловая характеристика свечи называется **калильным числом**. Критерием для количественной оценки калильного числа свечи зажигания служит величина, пропорциональная среднему индикаторному давлению газа в камере сгорания, при котором возникает калильное зажигание.

Калильное число выбирается из следующего ряда чисел: 8, 11, 14, 17, 20, 23, 26. Чем больше калильное число, тем при большем давлении в цилиндре и большей температуре способна работать свеча. Маркировка свечи выполняется с применением букв и цифр. Пример – свеча А20ДВ.

Первая буква в маркировке свечи (А или М) обозначает посадочный диаметр резьбы на корпусе: А – резьба М14×1,25; М – резьба М18×1,5. Вторые одна или две цифры (в нашем примере – число 20) обозначают калильное число. Далее следуют буквы Н или Д, обозначающие длину резьбовой части свечи: Н – длина резьбы 11 мм; Д – длина резьбы 19 мм. Последняя буква (В или Т) (в нашем примере буква В) означает следующее: В – выступание теплового конуса изолятора за торец корпуса; Т – герметизация соединения изолятора с центральным электродом с помощью термоцемента.

Длину резьбовой части, равную 12 мм, отсутствие выступания теплового конуса за торец корпуса и герметизацию центрального электрода иным герметиком (кроме термоцемента) не обозначают.

Подбор свечей зажигания к двигателю осуществляется с учетом обеспечения надежной работы свечей и двигателя при верхнем и нижнем пределах тепловой характеристики свечи. Выбор свечей по верхнему пределу тепловой характеристики производится на режиме максимальной мощности двигателя при номинальной частоте вращения коленчатого вала и углах опережения зажигания более ранних (примерно на 5°), чем опти-

3. Модификация двигателя

мальные. На этом режиме не должно возникать калильное зажигание. Выбор свечи по нижнему пределу тепловой характеристики производится на режимах холостого хода, принудительного холостого хода и на режимах малых нагрузок двигателя.

Необходимо особо подчеркнуть, что замена свечей не добавляет двигателю дополнительной мощности. Замена свечей необходима либо после истечения нормативного срока их службы, либо при их неудовлетворительной работе в связи с модификацией двигателя. Неудовлетворительная работа свечей (пропуски зажигания) приводит к снижению мощности двигателя, что противоречит самой главной цели модификации – увеличению мощности.

Если двигатель модифицирован не слишком кардинально, то допустимо использование его «родных» свечей, рекомендованных заводом-изготовителем автомобиля, после регулирования им же рекомендованных зазоров. При серьезной модификации двигателя ему нужны свечи другого типа и другая установка зазоров.

Свеча является тонким индикатором технического состояния двигателя. Профессионалы по одному виду свечей определяют состояние двигателя и прогнозируют появление неполадок в нем. Даже изготовители двигателей с их диагностической аппаратурой и испытательными стендами оценивают техническое состояние и работу двигателя, рассматривая свечи через увеличительное стекло. Проверять состояние свечей следует после любой модификации двигателя. На рис. 3.41 показана головка свечи с нормальным состоянием электродов при оптимальных условиях эксплуатации свечи, а в таблице приведены примеры наиболее распространенных дефектов свечей при их экстремальной эксплуатации.

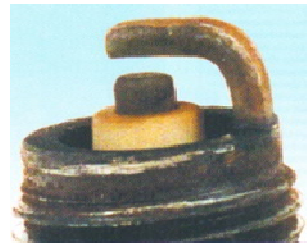



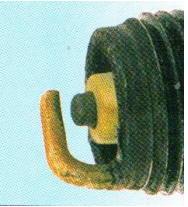

Рис. 3.41. Нормальное состояние свечи: цвет коричневый или серо-коричневый; небольшой износ электродов; правильно отрегулированный зазор




Дефекты свечей при экстремальных условиях эксплуатации

№ п/п	Вид свечи	Причины дефекта и симптомы	Рекомендации
1		Износ. Скругленные электроды с небольшим количеством отложений. Затруднен пуск ДВС в сырую и холодную погоду. Повышенный расход топлива	Свечи нужно было уже давно заменить на новые того же типа. Необходимо строго выполнять график технического обслуживания
2		Перегрев. Белый изъеденный изолятор, эрозия электродов без отложений. Срок службы свечи сокращен	Возможно избыточное опережение зажигания, бедная смесь, утечки вакуума во впускном коллекторе, застревание клапанов, недостаточное охлаждение двигателя
3		Отложение нагара. Сухие отложения нагара указывают на избыточное обогащение рабочей смеси или на слабую искру. Могут быть сбои зажигания, затрудненный пуск и неравномерная работа двигателя	Проверить тепловой тип свечи. Может быть забит воздушный фильтр, неисправна топливная система или система управления двигателем. Возможна неисправность системы зажигания
4		Раннее зажигание. Оплавленные электроды. Изолятор белого цвета может быть испачкан сажей из камеры сгорания	Проверить установку опережения зажигания. Может быть вызвано обеднением смеси, недостаточным охлаждением двигателя, неисправностью системы смазки

3. Модификация двигателя

Продолжение таблицы

№ п/п	Вид свечи	Причины дефекта и симптомы	Рекомендации
5		Отложения золы. Светло-коричневые отложения на боковом или центральном электродах. Причиной могут быть присадки к маслам или к топливу. Может пропадать искра, что вызывает сбои зажигания и неустойчивую работу двигателя при ускорении	Почистить свечу. Если после чистки свечи опять быстро появляются такие отложения, заменить уплотняющие колпачки стержней клапанов, чтобы не допустить попадания масла в камеру сгорания. Полезно сменить топливную АЗС
6		Глянцевание. Изолятор песочного цвета имеет глянцевый вид. Указывает на то, что температура в камере сгорания внезапно повысилась при резком ускорении. Обычные отложения расплавились и образовали токопроводящее покрытие	Заменить свечи. Если приходится часто резко разгоняться, необходимо установить более холодные свечи
7		Маслянистые отложения. Причина – неисправности в системе смазки и износ двигателя. Масло проникает в камеру сгорания через изношенные уплотнения стержней клапанов или через изношенные поршневые кольца	Привести в норму техническое состояние двигателя. Заменить свечи

№ п/п	Вид свечи	Причины дефекта и симптомы	Рекомендации
8		Детонация. Изолятор свечи треснул или раскололся. Повреждение изолятора может быть следствием неправильной техники регулировки искрового зазора. Может привести к разрушению поршня	Следует убедиться, что октановое число топлива соответствует характеристике двигателя. При необходимости заменить топливо
9		Замыкание электродов. Нагар заполнил промежуток между электродами и замкнул искровой промежуток. Свеча не дает искры, цилиндр не работает	Необходимо удалить нагар из зазора свечи
10		Механические повреждения. Могут быть вызваны попаданием постороннего предмета в камеру сгорания. Может произойти удар поршня о наконечник свечи, если свеча слишком длинная	Необходимо устранить механические повреждения, удалить из цилиндра посторонний предмет, свернуть свечу нужного размера

Первое, на что надо обращать внимание: вид всех свечей должен быть одинаков. Отличие одной свечи от других означает наличие проблемы у соответствующего цилиндра.

Свечи конструируются для работы при определенной температуре (диапазоне температур). Выбор свечи есть компромисс, означающий удовлетворительную работу свечи на большинстве нагрузочных и скоростных режимов.

Одним из путей уменьшения проблем со свечами при модификации двигателя является использование конденсаторной системы зажигания повышенной мощности с заменой катушки и высоковольтных проводов. Это позволит двигателю устойчиво работать на больших скоростях вращения коленчатого вала.

3.9. Конвертирование двигателя внутреннего сгорания для работы на газе

Некоторые автомобильные заводы выпускают двигатели внутреннего сгорания, работающие только на газовом топливе (пропан, бутан). Для работы на газе автомобиль оборудуется несколькими специальными баллонами с сжиженным либо сжатым до высокого давления газом. Ввиду их громоздкости чаще всего газобаллонные двигатели применяются на грузовых автомобилях и автобусах. Применение газового топлива практикуется как на дизелях, так и на двигателях с искровым зажиганием.

Легковые автомобили также могут быть переоборудованы для работы на газовом топливе. Наиболее эффективным является, как правило, конвертирование карбюраторных двигателей для работы на газе при сохранении возможности работы ДВС на бензине. Использование бензина позволяет сохранить практически неизменными прежние динамические свойства автомобиля, что немаловажно в условиях езды по городу (быстрое трогание с места и быстрый разгон). А работа на газе более предпочти-

тельна на загородных трассах, где по условиям дорожного движения (ограничение скорости, плохое сцепление шин с опорной поверхностью и проч.) максимальная мощность двигателя не требуется. Легковые автомобили оборудуются исключительно установками для сжиженного газа.

Работа на газе имеет ряд достоинств: уменьшается расход топлива; увеличивается моторесурс двигателя из-за отсутствия конденсации топлива и смывания пленки масла со стенок цилиндров; увеличивается срок службы свечей зажигания вследствие уменьшения нагарообразования на поверхностях камеры сгорания, на изоляторах и электродах свечей; увеличивается время сохранения эксплуатационных качеств моторного масла из-за меньшего загрязнения продуктами сгорания и отсутствия его разжижения топливом, проникающим через поршневые кольца в картер двигателя; снижается токсичность отработавших газов вследствие более полного сгорания газовойоздушной смеси и меньшей температуры ее сгорания; увеличивается моторесурс двигателей почти на 30 %.

К недостаткам использования газового топлива следует отнести некоторое снижение мощности двигателя, обусловленное более низкой теплотворной способностью газовойоздушных смесей по сравнению с бензовоздушными; уменьшение запаса хода автомобиля при одинаковой емкости газового баллона и бензобака. Кроме того, газовый баллон занимает часть полезного объема багажного отделения автомобиля. Например, наличие в багажном отсеке полностью заправленного газового баллона емкостью 50 л равносильно размещению здесь багажа массой примерно 50 кг. Последний недостаток является весьма существенным, поскольку при посадке в салон автомобиля штатного количества пассажиров это приводит к превышению полезной массы автомобиля.

Следует учесть, что октановое число пропан-бутановой смеси составляет более 100 единиц. Поэтому для получения вы-

3. Модификация двигателя

соких мощностных и экономических показателей двигателя при работе на бензине степень сжатия в ДВС должна быть не менее $\varepsilon = 9,0$ и работать он должен на бензине АИ-95 или АИ-98.

Для сохранения неизменной конструкции головки цилиндров при переводе двигателя на газ применяется внешнее смесеобразование, осуществляемое с помощью смесителей с пересекающимися или параллельными потоками воздуха и газа. Наиболее распространенные схемы смесителей показаны на рис. 3.42.

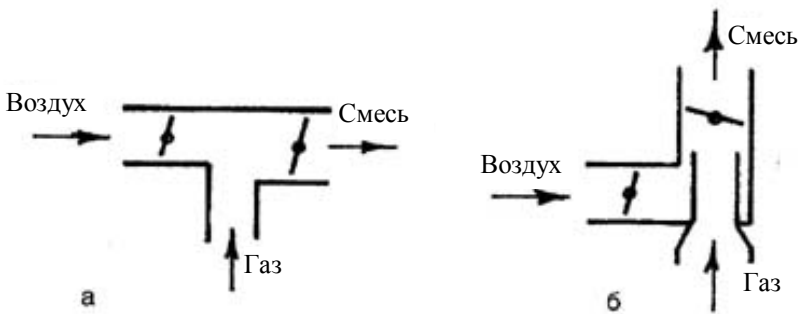


Рис. 3.42. Схемы газовоздушных смесителей:

а – с пересекающимися потоками газа и воздуха; б – с параллельными потоками газа и воздуха

Обычно такие схемы смесеобразования применяют в том случае, когда бензиновый карбюраторный двигатель конвертируется для работы только на газе. При такой схеме газовоздушный смеситель устанавливается на место карбюратора. Если карбюратор оставить на месте, сохранив возможность работы двигателя на бензине, то смеситель следует разместить над карбюратором. При этом общее аэродинамическое сопротивление впускного тракта конечно же возрастет, что приведет при работе двигателя на бензине к значительному возрастанию расхода топлива.

При желании сохранить возможность работы двигателя на бензине с приемлемым расходом топлива можно воспользовать-

ся следующими приемами. Во-первых, доработать двухкамерный карбюратор, превратив его в карбюратор-смеситель. Для этого нужно впаять в переходную коробку воздушного фильтра в зоне над карбюратором две газоподводящие трубки (для двигателей с воздушным фильтром — не над карбюратором!).

Если нет желания изменять конструкцию дорогостоящего карбюратора, предлагается второй путь. В двигателе, где воздушный фильтр расположен непосредственно над карбюратором, впайку газоподводящих трубок можно произвести в специально изготовленный переходный фланец, который устанавливается между воздушным фильтром и карбюратором. Такая конструкция обеспечивает минимальный расход газа при работе двигателя на холостом ходу, ровную работу двигателя при изменении скоростного режима, достаточно хорошие мощностные и экономические показатели и низкий уровень токсичности отработавших газов.

С целью обеспечения пожарной безопасности одновременная работа двигателя на газовом топливе и бензине не допускается.

На рис. 3.43 показана комбинированная схема питания двигателя, которая выполнена с таким расчетом, что газовое топливо является основным, а бензин — резервным. Для этого в бензопровод между топливным насосом 7 и карбюратором 8 вмонтирован электромагнитный клапан 24.

При работе двигателя на газе электромагнитный клапан 24 перекрывает подачу бензина в поплавковую камеру карбюратора. Управление работой клапана осуществляется водителем с помощью переключателя вида топлива, подключаемого через замок зажигания к электрической цепи катушки зажигания и устанавливаемого обычно под щитком приборов.

Сжиженный газ находится под давлением 1,6 МПа (16 избыточных атмосфер) в баллоне 14. Заправка баллона осуществляется на автомобильной газонаполнительной станции через

3. Модификация двигателя

штуцер с резиновой конусной муфтой и наполнительный вентиль 15. При работе двигателя газ из баллона по гибкому газопроводу высокого давления поступает через расположенные в одном корпусе электромагнитный клапан и фильтр 17 в двухступенчатый редуктор-испаритель низкого давления 25.

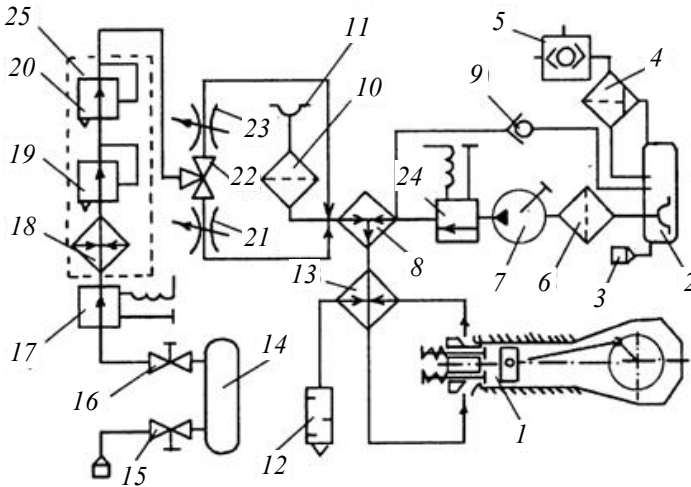


Рис. 3.43. Схема системы питания двигателя для работы на газовом топливе и бензине:

1 – цилиндр двигателя; 2 – бензобак; 3 – заливная горловина; 4 – сепаратор паров бензина; 5 – двухходовой обратный клапан; 6 – фильтр тонкой очистки; 7 – топливный насос; 8 – карбюратор; 9 – обратный клапан; 10 – воздушный фильтр; 11 – воздухозаборник; 12 – глушитель; 13 – подогреватель впускного тракта; 14 – баллон для сжиженного газа; 15 – наполнительный вентиль; 16 – расходный магистральный вентиль; 17 – газовый электромагнитный клапан с фильтром; 18 – испаритель редуктора; 19 – регулятор первой ступени редуктора; 20 – регулятор второй ступени редуктора; 21 – дозатор газа через первый патрубок; 22 – тройник; 23 – дозатор газа через второй патрубок; 24 – бензиновый электромагнитный клапан; 25 – двухступенчатый редуктор-испаритель низкого давления

Газовый электромагнитный клапан открывается водителем при включенном зажигании с помощью переключателя вида топ-

лива. В случае аварийной ситуации клапан герметично перекрывает газовую магистраль. В фильтре газ очищается от содержащихся в нем механических примесей и смолистых соединений.

Редуктор-испаритель низкого давления 25 состоит из испарителя 18 и регуляторов первой 19 и второй 20 ступеней. Теплота для испарения газа подводится к испарителю от системы охлаждения двигателя. Регулятор первой ступени редуктора снижает давление газа до 0,2 МПа, а после второй ступени давление газа становится близким к атмосферному.

Под действием разрежения, создаваемого во впускном трубопроводе при работе двигателя, газ через тройник 22 и дозаторы 21 и 23 поступает во впускной трубопровод перед воздушной заслонкой карбюратора. Здесь происходит его смешивание с поступающим в двигатель воздухом, в результате чего образуется однородная горючая смесь. При увеличении нагрузки двигателя (открытии дроссельной заслонки) поступление газа автоматически возрастает. От карбюратора газозоудшная смесь следует в цилиндры двигателя по тому же тракту, что и бензо-воздушная смесь при работе двигателя на бензине.

Контрольные вопросы и задания

1. Что такое внешний тюнинг ДВС? Какие виды работ выполняются при этом?
2. Для чего необходим тюнинг впускной системы? Как он производится?
3. Перечислите способы наддува двигателя внутреннего сгорания. Каково назначение наддува? Что называется волновым наддувом?
4. Какие дополнительные проблемы возникают при осуществлении наддува?
5. В чем заключается модификация выпускной системы?
6. Как выполняется тюнинг выпускного коллектора?
7. Каково назначение каталитического нейтрализатора?
8. В чем суть инерционной продувки цилиндров двигателя?
9. Назовите способы регулирования давления наддува.

3. Модификация двигателя

10. Перечислите особенности тюнинга системы питания двигателя.
11. Что такое оксид азота? Зачем его используют в системе питания двигателей?
12. Какими способами осуществляется модификация системы зажигания ДВС?
13. Что такое конденсаторная система зажигания?
14. Что такое калильное зажигание?
15. Как оцениваются тепловые характеристики свечей зажигания?
16. В чем заключаются достоинства газобаллонной системы питания ДВС?
17. Какие основные схемы газоздушных смесителей применяются в ДВС?
18. Перечислите основные дефекты свечей зажигания. Какие причины приводят к их появлению при эксплуатации двигателя?

4. ПЕРЕОБОРУДОВАНИЕ ДВИГАТЕЛЯ

4.1. Надежность и долговечность двигателя

Двигатели современных автомобилей создаются с использованием высоких технологий, поэтому имеют высокую надежность и долговечность в стандартном исполнении или с небольшими переделками. Но после выполнения серьезной модификации, которая требует от двигателя отдачи такой большой мощности, на которую он не рассчитан, его надежность и долговечность стремительно снижаются, поскольку нагрузки на детали часто превосходят допустимые пределы.

При умеренной модификации современный двигатель обычного дорожного автомобиля может допустить увеличение мощности примерно на 50 %. Реальная опасность возникает при применении автомобиля на спортивных гонках, а также при использовании добавок, увеличивающих мощность. К наибольшим нагрузкам на детали двигателя приводят модификации, повышающие давление в цилиндрах двигателя (наддув, увеличение степени сжатия, применение оксида азота, неправильная регулировка системы зажигания, приводящая к детонации, и др.).

Двигатель состоит из нескольких тысяч функционально связанных деталей, поэтому его надежность можно уподобить надежности многозвенной цепи. Прочность всей цепи зависит от прочности самого слабого звена. Например, если приходится заменять поршни, то следующим слабым звеном становятся шатуны. После замены шатунов приходится менять их крепеж и т. д. Следовательно, изменение конструкции отдельных деталей и узлов, называемое переоборудованием двигателя, является комплексной процедурой, в которой все операции должны быть тщательно продуманы и подкреплены инженерными расчетами.

Профессионалы знают, что лучше потратить время и деньги на своевременное усиление деталей модифицированного дви-

гателя, чем позже – на ремонт и неизбежное усиление тех же элементов.

4.2. Поршни

Покрытие поршней. Чаще всего причиной неисправности двигателя становится детонация, особенно если тюнинг выполнен неудачно. Более всего от детонации страдает днище поршня. Повышенное давление испытывают также верхние части стенок цилиндра и прокладка под головкой цилиндра.

Современные технологии способны обеспечить защиту деталей двигателя, испытывающих значительные термические нагрузки (особенно поршней), путем нанесения специальных покрытий. Эти покрытия можно разделить на два типа: молекулярные твердые покрытия и керамика.

Твердое покрытие используется или связывается на молекулярном уровне с помощью процесса, подобного металлизации. Эти покрытия создают очень жесткую поверхность, которая отражает молекулы высокой энергии, налетающие на поверхность, отскакивают от нее, не отдавая большую часть энергии поршню, как это было бы в случае их поглощения.

Керамика известна своими изолирующими свойствами. Она поглощает тепло только в слоях, близких к поверхности. Эти «субслои» материала действуют как очень эффективные изоляторы, препятствуя проникновению тепла внутрь материала. Нанесение керамического состава на верхнюю часть поршня предотвращает поглощение тепла головкой поршня. Тепло, которое не поглощается, удерживается в камере сгорания, увеличивая тем самым давление газов. Это создает дополнительное усилие на поршень, увеличивая мощность двигателя. Динамометрические испытания двигателей многих гоночных автомобилей показали возможность увеличения мощности двигателя на 4–8 %.

Другим достоинством поршней с высокотемпературным покрытием является увеличение надежности материала. Головка поршня с покрытием гораздо менее чувствительна к высокому тепловыделению, связанному с детонацией. При детонации часть пока еще не воспламененной сжатой рабочей смеси поджигается из-за слишком высоких температур и давлений еще до того, как образуется нормальный фронт пламени. При этом в объеме камеры сгорания образуются полости с более высокой, чем нужно, температурой. Поскольку жесткость алюминиевого сплава быстро снижается при возрастании температуры свыше 120 °С, то верхняя плоскость поршня может разрушиться за несколько секунд, если позволить детонации продолжаться. Однако изолирующее покрытие на головке поршня не допускает повреждения поршня при воздействии детонации в течение 20–30 мин.

Термостойкие покрытия могут быть успешно использованы на любом типе автомобильных двигателей: обычных форсированных или гоночных. Однако нанесение термостойких покрытий – процедура дорогостоящая. Поэтому, будут ли покрытия поршней экономически выгодными, следует решить заказчику.

Для мощных двигателей гоночных автомобилей практически все, что обеспечивает прирост мощности, считается выгодным. Но для двигателей повседневного использования экономия денежных средств может оказаться решающим фактором. Практический опыт показывает, что использование термостойких покрытий поршней оправданно лишь на очень дорогих форсированных двигателях.

Кованые поршни. Стандартные поршни из литого алюминиевого сплава вполне работоспособны при отсутствии детонации. Они успешно противостоят расчетному давлению даже после не очень сложной модификации двигателя. Но при значительном форсировании двигателя нужны другие, усиленные поршни.

Значительно прочнее стандартных кованые поршни, способные работать в более тяжелых условиях. Они отличаются

большей и одинаковой толщиной стенок, обеспечивающих равнопрочность, лучшей теплостойкостью. Сегодня ведущие автомобильные фирмы изготавливают кованые поршни из сплавов алюминия с кремнием для уменьшения коэффициента теплового расширения. Для гоночных автомобилей с высоким уровнем форсирования двигателей в алюминиевый сплав добавляются и другие компоненты, повышающие прочность поршней, которым приходится работать при высоких давлениях и температурах.

В конструкции кованого поршня применяется более легкий и прочный палец плавающего типа, испытывающий меньшее трение; закругленная кромка днища снижает его местный перегрев.

Недостатком кованых поршней является значительно большее расширение при нагреве по сравнению со стандартными, поэтому необходим гораздо больший зазор между поршнем и стенкой цилиндра. В результате при запуске холодного двигателя поршни могут даже греметь и продолжают немного шуметь при работе двигателя на холостом ходу.

4.3. Фазы газораспределения

Для увеличения коэффициента наполнения цилиндров двигателя недостаточно усовершенствовать только впускной тракт, снижая сопротивление воздушному потоку. Необходимо также шире открыть впускные и выпускные клапаны, удерживая их открытыми как можно дольше, и увеличить проходные сечения окон, через которые в цилиндры поступает свежий заряд воздуха и удаляются отработавшие газы. Это потребует серьезной доработки конструкции газораспределительного механизма, направленных на изменение фаз газораспределения (см. рис. 2.6). Такие изменения конструкции двигателя кажутся трудновыполнимыми, но эта проблема должна быть решена, т. к. имеет очень большое значение. Ошибки здесь могут сто-

ить не только недополученной мощности, но и капитального ремонта двигателя.

Обычно фазы газораспределения (ФГР) подбираются заводскими инженерами таким образом, чтобы обеспечить экстремальное значение какого-либо одного наиболее важного параметра, например среднего эффективного давления, крутящего момента, удельного эффективного расхода топлива, содержания токсичных компонентов в отработавших газах и т. п. Для этого подбираются профили впускных и выпускных кулачков распределительного вала, определяющие время-сечение открытия клапанов, и взаимное расположение распределительного и коленчатого валов, от которого зависят моменты начала открытия и закрытия клапанов.

Изменение профилей кулачков распределительного вала нецелесообразно из-за значительной сложности и недостаточной надежности соответствующего исполнительного механизма и снижения по этой причине надежности двигателя в целом. Поэтому при выбранных в процессе доводки профилях кулачков дальнейший подбор фаз газораспределения обычно заключается в установке такого момента начала открытия клапанов, при котором происходит более эффективное наполнение цилиндров свежим зарядом.

Для тонкой настройки фаз газораспределения на распределительный вал устанавливается разрезная шестерня (регулируемая звездочка), позволяющая изменять положение ее зубчатого венца относительно ступицы. На рис. 4.1 показан один из вариантов регулируемой звездочки, состоящей из двух частей. Отпустив болты, можно повернуть внутреннюю секцию, связанную с валом, относительно наружной секции, на которую надет зубчатый ремень, осуществляющий привод от коленчатого вала двигателя. Регулируемая звездочка имеет ясную маркировку для корректировки угла опережения. Диапазон регулировки угла опережения находится обычно в пределах от 5 до 10 градусов поворота коленчатого вала.

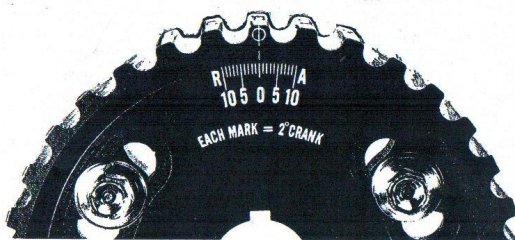


Рис. 4.1. Регулируемая звездочка привода распределительного вала

Если двигатель имеет только один верхний распределительный вал, то понадобится только одна регулируемая звездочка. На таком двигателе фазы между впускными и выпускными кулачками изменить невозможно, поскольку и те и другие кулачки находятся на одном и том же валу. На двигателях с двумя распределительными валами, где каждый вал приводится своей звездочкой, имеется гораздо больший простор для регулировок. Меняя положение впускного и выпускного валов относительно звездочек, можно настроить необходимое перекрытие фаз газораспределения.

Это один из факторов, который отличает регулировку фаз газораспределения дорожного автомобиля от гоночного. Чем больше перекрытие клапанов, тем большую мощность двигатель развивает на высоких частотах вращения коленчатого вала. Но при этом несколько страдает нижняя часть внешней скоростной характеристики (см. рис. 2.7).

Тюнинговые звездочки привода распределительных валов изготовлены, как правило, из алюминиевого сплава с анодированными поверхностями голубого, красного, фиолетового или серебристого цветов. Они выглядят колоритно и, несомненно, украсят моторное отделение, особенно при отсутствии крышек распределительных валов. Единственный и главный недостаток двигателя со снятыми крышками зубчатого ремня заключается

в опасности попадания в полость ремня постороннего предмета. Если это случится, то с двигателем можно распрощаться.

Необходимо иметь в виду, что найденные для определенной частоты вращения коленчатого вала наиболее эффективные фазы газораспределения при другой частоте оптимальными уже не являются, т. к. не обеспечивают соответствующего наполнения цилиндров. Поэтому чаще всего производится регулировка момента начала открытия клапанов для наиболее характерного скоростного режима работы двигателя. Общей тенденцией для впускных и выпускных клапанов является более раннее начало открытия и увеличение продолжительности их открытия при повышении частоты вращения коленчатого вала.

Обычно фазы газораспределения настраиваются или для скоростного режима, близкого к номинальной мощности двигателя (быстроходная регулировка), или для скоростного режима в зоне максимального крутящего момента (тихоходная регулировка) (рис. 4.2). Более благоприятные условия для выбора эффективных фаз газораспределения имеются у двигателей с двумя распределительными валами. У таких двигателей каждый распределительный вал управляет либо только впускными, либо только выпускными клапанами.

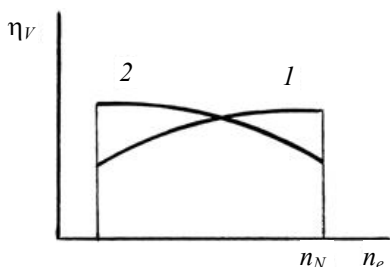


Рис. 4.2. График изменения коэффициента наполнения η_V при быстроходной 1 и тихоходной 2 регулировке фаз газораспределения:

n_e — частота вращения коленчатого вала двигателя; n_N — его номинальная частота, соответствующая максимальной мощности двигателя

При управлении клапанами с помощью только одного распределительного вала можно эффективно настраивать фазы газораспределения или только для впускных, или только для вы-

пусковых клапанов. Настройка фаз газораспределения должна выполняться в условиях испытательного стенда, позволяющего производить нагрузку двигателя по внешней скоростной характеристике и контролировать все необходимые параметры.

4.4. Распределительный вал для форсированного двигателя

Существует и другой способ увеличения наполнения цилиндров. Он заключается в замене штатного распределительного вала нестандартным с расширенными фазами газораспределения. Нестандартный распределительный вал имеет большую высоту профиля кулачков, что позволяет увеличить ход клапанов и тем самым изменить их проходное сечение.

Распределительный вал является одним из важнейших элементов системы газораспределения двигателя и оказывает решающее влияние на его работу. Существуют три важнейших параметра конструкции распределительного вала, которые управляют формой внешней скоростной характеристики двигателя: подъем клапана, продолжительность открытого состояния клапана и фазы газораспределения.

Подъем клапана представляет собой максимальное расстояние, на которое клапан отходит от седла.

Продолжительность открытого состояния клапана измеряется в градусах поворота коленчатого вала. Из-за того, что газовый поток минимален при малом подъеме клапана, продолжительность открытого состояния обычно измеряют после того, как клапан поднялся от седла на величину 0,5 или 1,2 мм.

Фазы газораспределения — это продолжительность открытого и закрытого состояния впускного и выпускного клапанов двигателя, выраженная в углах поворота коленчатого вала (см. рис. 2.7).

Все параметры конструкции взаимосвязаны. Изменение одного из этих параметров вызывает необходимость корректировки других. Стандартный распределительный вал представляет собой компромиссную конструкцию, обеспечивающую двигателю экономичность, чистоту выхлопа, устойчивость работы на холостых оборотах коленчатого вала, высокие значения крутящего момента на нижнем конце внешней скоростной характеристики и наибольшую мощность на ее верхнем конце.

Но тенденция такова: увеличение подъема клапана и продолжительности его открытого состояния при оптимизации фаз газораспределения увеличивает мощность двигателя. Продолжительность открытого состояния клапанов наиболее часто используется конструкторами ДВС для их форсирования.

Распределительный вал двигателя повышенной мощности обычно предназначен для реализации максимальной мощности при средних и высоких частотах вращения коленчатого вала. Поэтому распределительный вал такого двигателя обеспечивает значительно большее перемещение клапанов и дольше держит их открытыми. Следствием этого является уменьшение крутящего момента и устойчивости работы двигателя на низких частотах вращения коленчатого вала.

Когда продолжительность открытого состояния клапанов становится слишком большой, двигатель оказывается не способным работать при низких частотах вращения коленчатого вала, а холостой ход не удается отрегулировать в диапазоне ниже 2000 об/мин. Распределительный вал гоночного автомобиля может оказаться совсем не пригодным для обычного дорожного автомобиля.

Такое специфическое влияние параметров конструкции распределительного вала на мощностные показатели двигателя привело к необходимости создания серии тюнинговых распределительных валов для удовлетворения различных конкретных запросов заказчиков. Распределительные валы выпускаются

4. Переоборудование двигателя

«ступенями» в единицах мощности с заданными диапазонами изменения значений конструктивных параметров (высоты кулачков, времени открытого состояния клапанов, времени их перекрытия и т. п.), что позволяет подобрать распределительный вал к двигателю автомобиля, который соответствует определенному стилю вождения.

Так, вал 1-й ступени имеет по сравнению со стандартным чуть более высокие кулачки, обеспечивающие немного больший ход клапанов, немного большую продолжительность их открытия, а также и большее перекрытие. Он должен хорошо держать холостые обороты от 1000 об/мин и выше.

Вал 2-й ступени имеет более высокие значения тех же параметров (с рабочим диапазоном от 3000 до 7000 об/мин), но обеспечивает немного неровный холостой ход (примерно 750 об/мин). Вал 3-й ступени обеспечивает еще больший ход клапанов, продолжительность их открытого состояния и перекрытия. Он рассчитан на работу в скоростном диапазоне от 5000 до 8000 об/мин.

Чем выше номер ступени, тем хуже холостой ход, ниже мощность двигателя в нижней части внешней скоростной характеристики, хуже его топливная экономичность, но зато выше мощность при высоких оборотах коленчатого вала. Валы выше 3-й ступени предназначены только для двигателей гоночных автомобилей.

При выборе тюнингового распределительного вала часто приходится преодолевать искушение поставить на двигатель вал как можно большей ступени, тем более что стоимость валов обычно не зависит от ступеней мощности. Такая стратегия не всегда себя оправдывает. Перебор в выборе номера ступени распределительного вала может привести к тому, что в обычных дорожных условиях модифицированный автомобиль окажется хуже исходного. Необходимо также принимать во внимание те изменения, которые уже внесены в конструкцию двигателя. Не-

которые профили кулачков распределительного вала специально разработаны для двигателей с наддувом, с увеличенной степенью сжатия или работающих с добавками оксида азота.

После установки нового тюнингового распределительного вала следует обязательно проверять зазоры между клапанами и днищем поршня. Увеличенный ход клапанов может привести к столкновению их с поршнем, особенно если была шлифована головка блока цилиндров или были установлены более высокие поршни для увеличения степени сжатия. Обычно распределительные валы 1-й и 2-й ступеней таких проблем на стандартном двигателе не вызывают, но убедиться в этом нужно.

Все поршневые двигатели внутреннего сгорания имеют, по крайней мере, один распределительный вал. Один распределительный вал выполняет двойную работу: он открывает как впускные, так и выпускные клапаны. А на двигателях с двумя распределительными валами каждый вал управляет только своими клапанами – либо впускными, либо выпускными.

Обычно двигатель с одним распределительным валом имеет по два клапана на цилиндр, а двигатель с двумя распределительными валами – четыре клапана на цилиндр. Большинство старых автомобильных двигателей имеют по одному впускному и одному выпускному клапану. Однако в современных двигателях на каждый цилиндр приходится по три, четыре клапана, а в некоторых двигателях и все пять, хотя распределительный вал только один. Чаще всего двигатель имеет по два впускных и выпускных клапана на цилиндр, так что в четырехцилиндровом двигателе работают 16 клапанов.

Увеличение количества клапанов повышает эффективность работы двигателя, поскольку обеспечивается лучшее наполнение цилиндров рабочей смесью и удаление отработавших газов. Тем не менее, управлением большим количеством клапанов лучше справляются два распределительных вала, поэтому современные двигатели с большим количеством клапанов имеют, как правило, два распределительных вала.

4.5. Пружины клапанов и клапаны

Никакая модификация элементов газораспределительной системы двигателя не имеет столь важного значения, как модификация клапанных пружин. При работе двигателя распределительные валы (или один вал) вращаются с очень большой угловой скоростью, заставляя клапаны очень быстро открываться и закрываться. Единственное, что заставляет клапаны точно следовать за профилем кулачков, это – клапанные пружины (рис. 4.3).

Когда в процессе регулирования фаз газораспределения либо при установке тюнингового вала продолжительность открытого состояния клапанов увеличивается, то время, необходимое для перемещения клапана из закрытого положения (от седла) до полного подъема и возвращения обратно, уменьшается. Ситуация усугубляется при увеличении скорости вращения коленчатого (а значит, и распределительного) вала. Вследствие этого возможно возникновение отрыва стержня клапана от кулачка или от коромысла в тот момент, когда поршень движется вверх. В результате произойдет столкновение клапана с поршнем. Кроме того, при движении с большими скоростями клапаны начинают вибрировать и не успевают отслеживать профиль кулачков.



Рис. 4.3. Клапанные пружины форсированного двигателя

Только три фактора могут способствовать предотвращению столкновения клапана с поршнем форсированного двигателя. Первый – применение особых тюнинговых поршней, имеющих специальные выточки в их днищах; второй – увеличение усилия клапанных пружин; третий – уменьшение массы движущихся частей клапанного механизма, способствующее уменьшению инерционных сил. Поэтому модификацию клапанного

механизма необходимо начинать с установки более жестких клапанных пружин. Для снижения движущихся масс в тюнинговом клапанном механизме применяют стержни клапанов, опорные шайбы и тарелки пружин, изготовленные из титана.

Однако, применяя более жесткие тюнинговые пружины клапанов, необходимо иметь в виду, что при этом значительно увеличиваются механические нагрузки на механизм привода клапанов. Это заметно снижает надежность и долговечность кулачков распределительного вала, клапанных пружин, стержней клапанов и направляющих втулок. Кроме того, при очень существенном увеличении усилий, создаваемых тюнинговыми пружинами, иногда становится механически невозможным приводить в движение клапаны даже при относительно низкой частоте вращения коленчатого вала двигателя. Сами пружины не добавляют мощности двигателю, но без их четкой и надежной работы нельзя будет добиться от двигателя желаемого эффекта.

А вот от количества клапанов мощность зависит. Чем больше клапанов, тем выше мощность двигателя. Современные мощные двигатели имеют по четыре клапана на цилиндр. Почему же нельзя ограничиться двумя клапанами на цилиндр, сделав их большего размера? Дело в том, что через меньшие отверстия газ течет быстрее, поэтому двигатель работает более плавно на малых скоростях вращения коленчатого вала. Многие сверхскоростные двигатели гоночных автомобилей имеют только по два больших клапана на цилиндр, поскольку работа ДВС на малых оборотах коленчатого вала не имеет для них решающего значения.

Если автомобиль имеет значительный пробег, то клапаны в двигателе работают уже не так хорошо, как им положено. На изношенном двигателе клапаны плохо прилегают к седлу, потому что они болтаются в изношенных направляющих втулках. Из-за износа деталей клапанного механизма теряется мощность и может даже произойти повреждение двигателя, поэтому любая модификация клапанного механизма должна сопровождаться

притиркой клапанов и тщательной проверкой направляющих втулок и пружин.

4.6. Блок цилиндров двигателя

После модификации впускной и выпускной систем двигателя и установки тюнингового распределительного вала с расширенными фазами газораспределения следующим объектом дооборудования двигателя является головка блока цилиндров. Головка блока цилиндров (ГБЦ) расположена на двигателе сверху. Она уплотняет пространство над поршнями. В ГБЦ расположены впускные и выпускные клапаны, через которые в цилиндры поступает горючая смесь и выходят отработавшие газы.

Для улучшения движения потока газа необходимо в первую очередь переточить тарелки и седла клапанов таким образом, чтобы сделать на их боковой поверхности три фаски вместо одной. Поверхность средней фаски предназначена для посадки клапана на седло. Она выполняет функцию уплотнения, как в обычном клапане. Верхняя и нижняя фаски предназначены для сглаживания потока газов, проходящих вокруг открытого клапана между каналом в головке блока цилиндров и камерой сгорания.

Такая конструкция щели между клапаном и седлом улучшает структуру потока газов при небольшом ходе клапанов, обеспечивает хорошее наполнение и очистку цилиндров. Промышленность выпускает головки блока цилиндров с такими углами заточки клапанов с седлами, причем как для серийных двигателей, так и для их тюнинга. При замене головки блока цилиндров или ее доработке целесообразно заменить весь комплект клапанов и направляющих втулок. Новые клапаны в старых изношенных втулках будут болтаться и не смогут обеспечить хорошего уплотнения.

Кроме головки блока цилиндров существенное влияние на мощностные показатели двигателя оказывают сам блок цилинд-

ров, его содержание и геометрия. Ведь одним из способов повышения мощности двигателя является увеличение рабочего объема его цилиндров. Возможны два варианта: расточка цилиндров под поршни большего диаметра и увеличение хода поршней.

Первый вариант является наиболее дешевым, но требует замены комплекта поршней и поршневых колец. Второй вариант более дорогой. Для его реализации требуется заменить штатный коленчатый вал на тюнинговый, имеющий больший размер радиуса кривошипа.

Наиболее важным аспектом модификации блока цилиндров являются качество и структура отверстий цилиндров. Каждое отверстие цилиндра должно иметь качественную поверхность для смазки поршней и поршневых колец при них, а также оставаться идеально круглого сечения при воздействии нагрузки в десятки тысяч ньютонов и температуре поверхности в несколько сотен градусов Цельсия.

Технология обработки отверстий цилиндров требует применения сложного высокоточного прецизионного оборудования. Чтобы новые поршни и кольца в сопряжении с гильзами цилиндров лучше приработались, поверхности цилиндров следует хонинговать. Хонингование тоже является довольно сложной технологической операцией. Не только технология изготовления отверстий, но и сам выбор блока цилиндров являются важнейшими операциями при получении оптимальной мощности и надежности двигателя.

Чтобы добиться идеального сопряжения поршневых колец со стенками цилиндров, стенки блока цилиндров должны быть достаточно жесткими, чтобы противостоять нагрузкам от поршней, давлению газов при сгорании рабочей смеси и механическим напряжениям внутри самого блока. Жесткость зависит от толщины стенок. Раньше производители мало заботились о весе двигателя и автомобиля, поэтому блоки цилиндров изготавливались методом литья и имели довольно толстые стенки. Толщина

стенок блоков современных двигателей почти в два раза меньше, поэтому жесткость их блоков ниже.

Однако новый блок цилиндров, полученный с завода, не может сразу стать надежной платформой для форсированного двигателя, пока не отработает на автомобиле несколько тысяч километров. Новые блоки еще не подвергались частым перегревам и охлаждениям, как на подержанных двигателях. Их материал испытывает значительные внутренние напряжения, поэтому после первых часов работы двигателя стенки его цилиндров могут слегка деформироваться, и круглая форма отверстий будет нарушена.

Некоторые фирмы снимают внутренние напряжения с блоков, нагревая их почти до красного цвета, а затем охлаждая с определенной скоростью. После этой процедуры все поверхности блока обычно требуют доработки, включая отверстия цилиндров и сопрягаемые плоскости, отверстия для коленчатого и распределительного валов, отверстия для толкателей. Это дорогостоящая процедура, но даже она не будет иметь положительного эффекта, если стенки цилиндров будут слишком тонкими, не обеспечивая необходимой жесткости.

К модификации головки блока цилиндров следует подходить обдуманно. Значительные изменения головки блока цилиндров могут быть целесообразными для гоночного автомобиля, но могут оказаться вредными для обычного дорожного автомобиля.

4.7. Шатуны и коленчатые валы

Одним из важных факторов, которые необходимо учитывать при подготовке шатунов для модифицированного двигателя, является полное отсутствие их деформированности. Даже слегка деформированные шатуны удерживают поршни в отверстиях цилиндров под углом, увеличивая трение, что снижает

мощность двигателя и увеличивает его износ. Поэтому проверка соосности поршней и цилиндров является обязательной и первоочередной операцией при сборке форсированного двигателя.

Кроме того, целесообразно проверить размеры большого отверстия головки шатуна. Если шатун подвергался повышенным нагрузкам от детонации, то отверстие в его головке может быть деформировано или увеличено. Вследствие этого может произойти проворачивание вкладышей шатунных подшипников и поломка двигателя.

Если двигатель будет работать при высоких скоростях вращения коленчатого вала (более 6500 об/мин), то лучше подобрать отверстие со стороны большого конца шатуна так, чтобы его размеры укладывались в нижний предел поля допуска, оговоренного фирмой-производителем. Это максимально увеличивает обжатие подшипника, что уменьшит риск выхода его из строя. Следует помнить, что подшипник в отверстии удерживается силой трения, а не язычками на вкладышах. Следовательно, требуется точный выбор посадки.

Если повышенные мощностные показатели двигателя достигаются за счет увеличения его степени сжатия, то важно использовать шатуны, изготовленные из лучших конструкционных материалов и обработанные на лучшем оборудовании. Низкое октановое число бензина часто вызывает детонацию, а очень высокие динамические нагрузки, вызванные детонацией, могут разрушить вкладыши коренных и шатунных подшипников.

Очень важными деталями, отвечающими за надежность шатунных подшипников, являются болты крепления шатунов. Под нагрузкой болты удлиняются, в результате чего ослабевают силы обжатия вкладышей, и возрастает риск их проворачивания. Поэтому желательно приобретать самые лучшие, самые дорогие шатунные болты.

Отверстие в большом конце шатуна в результате эксплуатации двигателя отклоняется от идеальной окружности. При измене-

4. Переоборудование двигателя

нии размера более чем на допустимые 0,025 мм обычно круглая форма восстанавливается с помощью повторного шлифования (перешлифовки). Однако следует учитывать, что перешлифовка (развертка) шатунной крышки вызывает появление нежелательных механических напряжений в шатунных болтах и в углах площадок шатунных болтов. Эти напряжения могут привести к дефектам шатуна, поэтому в форсированном двигателе никогда не следует использовать операцию перешлифовки для сохранения шатуна. Безопаснее приобрести новый. Нужно избегать применения уже использованных и восстановленных шатунов.

Другим важным показателем шатуна является его общая масса. Большинство шатунов имеют большие балансировочные подушки на обоих концах. Уменьшая их, можно уменьшить общую массу шатуна примерно на 10 %. Это не увеличит мощность двигателя при постоянной частоте вращения вала, но зато улучшит реакцию на открывание дроссельной заслонки карбюратора. Увеличится разгонная мощность двигателя, улучшающая разгон автомобиля.

Среди автомобильных спортсменов – особых приверженцев модификации двигателей – большой популярностью пользуются кованные шатуны. Процесс изготовления таких шатунов заключается в следующем. Металлическая заготовка, разогретая до красного каления, помещается в ковочный пресс, где ей придается примерная форма будущей детали. Затем полученный полуфабрикат обрабатывается на металлорежущем станке для получения необходимых размеров и качества поверхностей. Польза отковки состоит в том, что молекулы металла получают более плотную упаковку и образуют нужную конфигурацию без нарушения целостности монолита. Кованая конструкция получается прочнее и меньше склонна к образованию трещин.

В продаже имеются разнообразные тюнинговые шатуны, полученные методомковки. Изготовители предлагают тюнинговые шатуны повышенной прочности как для гоночных, так и для

дорожных вариантов ДВС. К шатунам прилагается крепеж высокой прочности, они хорошо отбалансированы, причем по сравнению со стандартными они не только прочнее, но и легче, следовательно, имеют меньший момент инерции во вращательном движении.

Некоторые фирмы выпускают кованные коленчатые валы для современных форсированных двигателей. Например, фирма Honda выпускает стандартные кованные коленчатые валы для своих двигателей. Кованные коленчатые валы прочнее стандартных литых валов, а в гоночном варианте еще и легче. Такие валы быстрее набирают скорость вращения вследствие меньшей инерционности и поэтому меньше нагружают шатуны.

4.8. Замена двигателя

Как известно (и это показывает формула (2.10)), при прочих равных условиях мощность двигателя тем больше, чем больше рабочий объем двигателя. Одна и та же модификация на двигателе с увеличенным рабочим объемом даст более значительную прибавку мощности. Например, если заменить двигатель с рабочим объемом 1,6 л на двигатель с рабочим объемом 2,4 л, то это сразу увеличит мощность на 50 %. По этой причине часто возникает желание радикально изменить эффективные показатели автомобиля, заменив двигатель другим, более мощным.

Однако этот путь также не усыпан розами, т. к. потребует многих дополнительных переделок конструкции. Замена каждого двигателя имеет свои особенности. Даже если другой (тюнинговый) двигатель вписывается в существующие габариты моторного отсека автомобиля (иначе придется удлинять кузов), обязательно потребуется заменить опоры двигателя, электрическую проводку, шланги радиатора, приемную трубу выпускной системы, опорные кронштейны компонентов и т. п. В некоторых

случаях придется заменить коробку передач с приводами управления, ведущие валы, сцепление, радиатор и передние рессоры, поскольку двигатель станет тяжелее.

Однако все эти трудности стоит преодолеть, если вместо штатного, морально устаревшего двигателя поставить новый, изготовленный по современным технологиям и содержащий новые дополнительные опции в системе его управления. Этим повышается так называемый тюнинг-потенциал двигателя.

Например, заменив старый двигатель с одним распределительным валом на более современный двигатель с двумя верхними распределительными валами, можно сразу ожидать прибавку мощности, даже если рабочий объем двигателя сохранился прежним. Но главным достоинством нового современного двигателя является его лучшая приспособленность к тюнингу, потому что конструкция каналов в головке цилиндров создает меньшее сопротивление потоку газа и позволит получить значительно больший эффект от модификации впускной и выпускной систем. Кроме того, возможны и другие интересные дополнения, применяемые на более поздних моделях двигателей, например, турбонаддув.

Выбор двигателя для конкретной модели автомобиля – задача не простая, поэтому решать ее должны специалисты, которые будут выполнять тюнинг автомобиля. Кроме требуемых технических характеристик при выборе тюнинг-двигателя необходимо учесть еще один очень важный фактор. Учитывая высокую стоимость нового двигателя, надо найти такой источник приобретения изделия, который даст гарантию на продаваемые двигатели. Такие источники есть, особенно в крупных городах. Обязательно следует поискать информацию в Интернете. Иногда цены столь низкие, что покупка может показаться выгодной. Но не будет лишним перепроверить информацию через другие источники, чтобы убедиться в том, что имеете дело с солидной фирмой, дающей гарантию на двигатель.

Заказчик часто испытывает определенные финансовые затруднения и с целью экономии склоняется к приобретению подержанных или восстановленных двигателей.

Покупка восстановленного двигателя – иногда лучший способ сделать хорошее и не слишком дорогое приобретение. У такого двигателя внутренние детали приработанные и не слишком изношенные. К тому же на него дадут гарантию. Вместе с этим эта фирма, специализирующаяся на восстановлении двигателей, может даже указать, какие детали нужно заменить при дальнейшей модификации. Например, если предполагается в дальнейшем пользоваться оксидом азота, то можно заказать установку кованых поршней и болтов повышенной прочности для шатунов. Конечно, это потребует дополнительных расходов, но зато избавит от необходимости заново перебирать весь двигатель.

Приобретение подержанного двигателя обходится дешевле. Но такой двигатель в обязательном порядке следует подвергнуть тщательному осмотру, чтобы объективно судить о его техническом состоянии. Нужно проверить этот двигатель и в работе на испытательном стенде. Часто подержанные двигатели имеют сравнительно малый пробег. В таком случае, если двигатель еще не снят с автомобиля, нужно обратить внимание не только на отсутствие (или наличие) следов аварии автомобиля, но и на общее его состояние. Нужно знать, что подержанные двигатели (и автомобили) продают не только потому, что они побывали в аварии. Причиной этому может быть дорогой ремонт.

Отвернув пробку маслозаливной горловины, желательно проверить внутреннюю поверхность пробки и само масло, вынув масляный щуп. Если масло имеет вид «майонеза», значит в него попала охлаждающая жидкость через трещину в головке цилиндров или через пробитую прокладку под головку блока цилиндров. От приобретения такого двигателя следует отказаться.

При разборке подержанного двигателя нужно обратить внимание на пространство под крышкой головки блока цилиндров.

4. Переоборудование двигателя

ров. Наличие нагара или отложений свидетельствует о систематическом перегреве двигателя или о нерегулярной замене масла. Осмотр свечей зажигания может также многое рассказать о техническом состоянии двигателя.

Все двигатели имеют идентификационный номер, присваиваемый заводом-изготовителем. Этот номер указан в регистрационных документах на автомобиль, поэтому о замене двигателя необходимо уведомить ГИБДД. После модификации двигателя нужно автомобиль предъявить инспектору ГИБДД. Его будет интересовать, прежде всего, от какой машины этот двигатель. После этого выдадут новые регистрационные документы на автомобиль, без которых нельзя будет пройти его очередной техосмотр, а тем более продать.

Ни в коем случае нельзя приобретать двигатель без документов и без идентификационного номера. Двигатель может оказаться краденным.

Кроме ГИБДД информацию о модификации двигателя необходимо сообщить также страховой компании, которая выдавала страховой полис на автомобиль. В противном случае она имеет право аннулировать страховой полис. А ездить на автомобиле без страхования гражданской ответственности незаконно. И этим, конечно, в первую очередь заинтересуется дорожная полиция. Хуже всего будет, если автомобиль попадет в аварию и пострадает кто-либо посторонний. Страховая компания откажется платить владельцу автомобиля страховку. Он еще будет обязан заплатить пострадавшим немалую сумму денег за ущерб здоровью и за моральный ущерб.

Дурачить страховую компанию нет смысла. Если страховая компания потребует провести экспертную проверку автомобиля, ее необходимо выполнить в одном из диагностических центров, которому страховая компания доверяет. Но не следует предъявлять автомобиль на экспертизу до тех пор, пока не закончены все работы по тюнингу не только двигателя, но и дру-

гих систем. Экспертиза – аналог углубленного техосмотра. Задача эксперта – убедиться в том, что автомобиль с новым двигателем безопасен для водителя и окружающих, что он способен воспринимать увеличенные нагрузки, вызванные повышением мощности двигателя.

Контрольные вопросы и задания

1. Что называется переоборудованием двигателя? Какие виды работ выполняются при этом?
2. Какие основные факторы влияют на надежность и долговечность двигателя?
3. Назовите основные требования, предъявляемые к прочности поршней.
4. Для чего необходим распределительный вал в двигателе внутреннего сгорания?
5. В каких случаях применяются два распределительных вала?
6. Что такое фазы газораспределения двигателя? Можно ли ими управлять?
7. Какова роль пружин и клапанов в газораспределительном механизме?
8. Назовите основные функции блока цилиндров поршневого ДВС и главные требования, предъявляемые к этому изделию.
9. Какие применяются способы модификации шатунов и коленчатых валов ДВС?
10. В каких случаях производится полная замена двигателя в автомобиле?

5. АВТОМОБИЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ

5.1. Блок электронного управления

В настоящее время очень быстрыми темпами развиваются электронные системы, устанавливаемые на автомобилях. Большие возможности вычислительной техники и умение их использовать широкими кругами населения привели к тому, что во многих странах автомобиль без электронных систем стал неконкурентоспособным. Потребителям он кажется архаичным, не соответствующим современному уровню развития техники. Поэтому применение электронных систем является неизбежным следствием научно-технического прогресса.

Развитию автомобильных электронных систем способствовало и появление во многих странах нормативных документов, регламентирующих предельно допустимые технико-экономические показатели автомобилей. Многие из таких нормативов не могут быть реализованы без применения электроники. Например, во многих странах ограничивается токсичность отработавших газов и максимальный расход топлива. Нарушение норм максимальной токсичности, как правило, не допускается, а нарушение норм топливной экономичности влечет значительный штраф фирм-изготовителей.

Практически все современные автомобили уже имеют бортовые компьютеры. Обычно бортовой компьютер называют **блоком электронного управления – БЭУ**.

БЭУ – это «мозг» системы управления двигателем. Остальные составные элементы системы управления – это разнообразные датчики, измеряющие многочисленные параметры работы двигателя и поставляющие информацию в БЭУ. На основе полученной от датчиков информации БЭУ, используя заложенную в его память программу, вырабатывает выходные сигналы, управляющие различными исполнительными механизмами двигателя с помощью реле и электромагнитов.

БЭУ управляет подачей топлива в цилиндры, зажиганием и горением рабочей смеси, выпуском отработавших газов и другими процессами. Заложенная в БЭУ программа призвана обеспечивать оптимальную мощность и экономичность двигателя на любом режиме его работы при минимуме вредных выбросов.

Первоначальным назначением системы управления двигателем было снижение вредных выбросов путем оптимального управления подачей топлива и специальными компонентами, встроенными в конструкцию двигателя для улучшения его экологических параметров. Но по мере того как конструкторы осваивали компьютерное управление, оказалось, что бортовой компьютер способен выполнять и многие другие функции. Так под управление попали гидроусилитель руля, система кондиционирования воздуха, управление коробкой передач, антиблокировочная система (АБС) и многое другое. Со временем появились новые датчики, повысилась чувствительность и надежность компьютеров, существенно возросла их память, появилась возможность их перепрограммирования.

На некоторых моделях современных автомобилей уже устанавливают по несколько компьютеров, каждый из которых предназначен для управления конкретной системой. Но один из этих компьютеров — главный. Он управляет всеми остальными компьютерами, осуществляет обмен информацией между компьютерами отдельных систем. Например, один их периферийных компьютеров управляет системой климат-контроля, которая поддерживает заданную водителем температуру в салоне.

По мере расширения функций бортового компьютера и, соответственно, блока электронного управления в современном автомобиле БЭУ стал не только мозгом двигателя, но и мозгом всей машины. Сегодня электроника в автомобиле играет роль одного из главных элементов управления. Автомобильную электронику можно условно разделить на три части: систему управления силовым агрегатом, систему управления ходовой частью и систему управления оборудованием салона.

Система управления силовым агрегатом предусматривает управление трансмиссией автомобиля; управление ходовой частью – это управление подвеской, стабилизация заданной скорости движения автомобиля, регулирование рулевого управления и управление антиблокировочной системой (АБС); объектами управления оборудования салона являются кондиционер воздуха, электронная панель приборов, многофункциональная информационная система, система навигации и пр.

Программа управления двигателем содержится в чипе, расположенном на материнской плате БЭУ. Чип – это интегральная схема, т. е. огромное количество микросхем, которые встроены в маленькую пластинку из полупроводникового материала. Чип обладает очень значительным объемом памяти, в которой находится программа управления, а также массив таблиц и констант, которые необходимы для работы программы. Эту память называют PROM (Programmable Read Only Memory – программируемая память, доступная только для чтения).

В некоторых БЭУ чип просто вставлен в материнскую плату, и его можно легко удалить и заменить другим. В других БЭУ чип впаян в материнскую плату. Впаянный чип не рекомендует-ся извлекать из материнской платы в домашних условиях. Чип – дорогое и деликатное устройство, и малейшая ошибка может безвозвратно его испортить. Например, для впаивания чипа в материнскую плату необходимо строго дозированное количество тепла. Перегрев может испортить плату и чип. Качество пайки проверяется под микроскопом. Существуют фирмы, располагающие специалистами и необходимым оборудованием, которые могут выполнить эту работу качественно. Лучше обратиться за помощью к ним.

Бортовой компьютер может быть встроен в воздухозаборник под лобовым стеклом автомобиля, под лицевой панелью или находиться в моторном отделении. Некоторые БЭУ спрятаны в нише для ног водителя или, чаще всего, – пассажира.

5.2. Компьютер и модификация двигателя

Принципы управления двигателем. Сами по себе изменения в системе управления двигателем могут повысить мощность двигателя. Но степень повышения мощности зависит от того, насколько далеко зашло перепрограммирование. Не очень-то следует доверять рекламным заявлениям производителя о процентах повышения мощности. Изготовитель программного продукта может преувеличить свои достижения. В некоторых случаях повышение мощности достигается за счет модификации систем двигателя, а не за счет новой программы управления. Программа может остаться старой.

Само перепрограммирование может дать некоторый выигрыш, но значительно большего эффекта можно добиться модификацией всех взаимосвязанных и взаимозависимых систем двигателя. И наоборот, изменения в механической части двигателя могут не дать желаемых результатов, если соответствующим образом не перепрограммировать БЭУ.

Например, только заменой чипа на стандартном автомобиле можно повысить мощность двигателя на 7–8 %. А если заменить на стандартном двигателе впускной и выпускной коллекторы, распределительный вал и к этому добавить замену чипа, то увеличение мощности может составить уже 20 %.

Заводская программа, заложенная в БЭУ серийного автомобиля, глубоко продумана, всесторонне протестирована и будет хорошо работать с двигателем в стандартном исполнении. Главные задачи, стоявшие перед конструкторами, состояли в том, чтобы обеспечить хорошую топливную экономичность, минимизировать вредные выбросы в атмосферу, добиться оптимальной управляемости и долговечности двигателя. Задача тюнера – увеличить мощность двигателя. Все же остальное второстепенно. Поэтому программа, которая требуется для модификации двигателя, будет отличаться от заводской.

В ходе модификации двигателя с целью повышения его мощности заводская программа БЭУ потребует переработки в части опережения зажигания и обратной связи по подаче топлива. Обычно все двигатели новых автомобилей рассчитаны на использование топлива с наименьшим для заданной степени сжатия октановым числом, равным АИ-95. Но в России широко применяется топливо с октановым числом АИ-92, а в некоторых странах Европы встречается топливо 91 RON и даже хуже. Для достижения даже проектной мощности в таких случаях требуется увеличить угол опережения впрыска топлива и скорректировать обратную связь для подачи большего количества топлива при высокой частоте вращения коленчатого вала двигателя. Но при этом возникает проблема с октановым числом.

При увеличении угла опережения зажигания двигатель может проявить склонность к детонации, что для него опасно. Поэтому, если для увеличения мощности решено в БЭУ изменить карту опережения зажигания, то потребуются перейти на топливо с более высоким октановым числом. В России максимальное октановое число имеет только бензин марки АИ-98, да и то не везде. В Японии выпускается бензин с октановым числом, равным 100.

Потребность в бензине с более высоким октановым числом не всегда вызвана только опережением зажигания. Простые модификации ДВС успешно могут работать только за счет увеличения угла опережения зажигания. Более серьезные добавки вроде оксида азота, наддува, повышения степени сжатия за счет установки более высоких поршней могут потребовать даже уменьшения угла опережения зажигания. Наибольшее увеличение мощности достигается за счет мер, повышающих давление газов в цилиндрах. Увеличение рабочего давления повышает требования к октановому числу.

Извлечение кодов неисправностей. Программа управления двигателем содержится в чипе, который расположен в БЭУ.

БЭУ (контроллер) постоянно следит за работой всех датчиков и исполнительных механизмов систем управления. Он способен определять их ошибки (неисправности) и сообщать об этом водителю. Это называется бортовой системой диагностики или системой самодиагностики.

Система самодиагностики позволяет извлечь из БЭУ информацию об исправности датчиков и исполнительных устройств системы управления двигателем. При возникновении какой-либо неисправности бортовая система диагностики сообщает об этом водителю сигнальной лампочкой CHECK ENGINE (проверь двигатель), расположенной на панели приборов. В зависимости от типа ошибок (неисправностей) в память БЭУ заносится код соответствующей неисправности, по которому можно определить неисправность диагностируемой системы и даже место неисправности.

Различают ошибки (неисправности) однократные, многократные и текущие.

Однократные ошибки – это неисправности, появляющиеся не чаще, чем один раз в две минуты. Подсистема самодиагностики зажигает диагностическую лампу на время 0,6 с, но код неисправности не заносится в память компьютера.

Многократные ошибки – неисправности, появляющиеся более одного раза за две минуты. Подсистема диагностики заносит коды неисправностей в память компьютера. Если в течение двух часов код неисправности не повторяется, то он стирается из памяти БЭУ.

Текущие ошибки – неисправности, присутствующие в данный момент в диагностируемой системе. В этом случае подсистема диагностики включает диагностическую лампу, указывая на наличие неисправностей.

Диагностический код можно извлечь из памяти БЭУ, подключив к диагностическому разъему системы специальный прибор – сканер (автосканер) или считыватель кодов. Обычно этот

разъем находится слева под лицевой панелью. О расположении диагностического разъема в конкретном автомобиле и о значении кодов более подробно рассказано в «Руководстве по эксплуатации и ремонту автомобиля».

Для чтения кодов неисправностей при помощи аварийной лампочки необходимо при неработающем двигателе замкнуть контакты 10 и 12 диагностического разъема (рис. 5.1) и затем включить зажигание.

В этом режиме БЭУ управляет включением аварийной лампы, высвечивая хранящиеся в его памяти коды неисправностей (таблица). Обычно используются двузначные и трехзначные коды неисправностей, которые высвечиваются последовательно через длинную паузу. Между цифрами кода – короткая пауза.

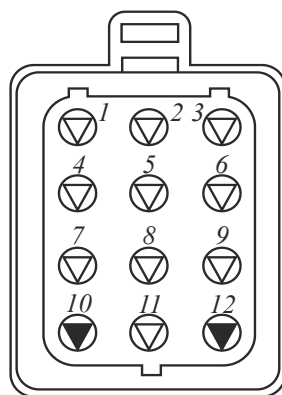


Рис. 5.1. Внешний вид диагностического разъема

Диагностические коды БЭУ

Код	Описание неисправностей
12	Работоспособность диагностической цепи
13	Низкий уровень сигнала датчика расхода воздуха
14	Высокий уровень сигнала датчика расхода воздуха
17	Низкий уровень сигнала датчика температуры воздуха
18	Высокий уровень сигнала датчика температуры воздуха
21	Низкий уровень сигнала датчика температуры охлаждающей жидкости
22	Высокий уровень сигнала датчика температуры охлаждающей жидкости
23	Низкий уровень сигнала датчика положения дроссельной заслонки
24	Высокий уровень сигнала датчика положения дроссельной заслонки
25	Низкий уровень напряжения бортовой сети автомобиля

Код	Описание неисправностей
26	Высокий уровень напряжения бортовой сети автомобиля
31	Низкий уровень сигнала корректора СО
32	Высокий уровень сигнала корректора СО
41	Неисправность цепи датчика детонации
51	Неисправность блока управления
53	Неисправность датчика угловой синхронизации
54	Неисправность датчика положения распределительного вала
61	Сброс блока управления
62	Неисправность оперативной памяти блока управления
63	Неисправность постоянной памяти
64	Неисправность при чтении энергонезависимой памяти блока управления
65	Неисправность при записи в энергонезависимую память блока управления
71	Низкая частота вращения коленчатого вала двигателя на холостом ходу
72	Высокая частота вращения коленчатого вала двигателя на холостом ходу
81	Максимальное смещение угла опережения зажигания (УОЗ) в 1-м цилиндре при регулировании по детонации
82	Максимальное смещение УОЗ во 2-м цилиндре при регулировании по детонации
83	Максимальное смещение УОЗ в 3-м цилиндре при регулировании по детонации
84	Максимальное смещение УОЗ в 4-м цилиндре при регулировании по детонации
85	Максимальное смещение УОЗ в 5-м цилиндре при регулировании по детонации
86	Максимальное смещение УОЗ в 6-м цилиндре при регулировании по детонации
87	Максимальное смещение УОЗ в 7-м цилиндре при регулировании по детонации

5. Автомобильные электронные системы

Окончание таблицы

Код	Описание неисправностей
88	Максимальное смещение УОЗ в 8-м цилиндре при регулировании по детонации
131	Неисправность форсунки 1 (короткое замыкание)
132	Неисправность форсунки 1 (обрыв)
133	Неисправность форсунки 1 (короткое замыкание на «массу»)
134	Неисправность форсунки 2 (короткое замыкание)
135	Неисправность форсунки 2 (обрыв)
136	Неисправность форсунки 2 (короткое замыкание на «массу»)
137	Неисправность форсунки 3 (короткое замыкание)
138	Неисправность форсунки 3 (обрыв)
139	Неисправность форсунки 3 (короткое замыкание на «массу»)
141	Неисправность форсунки 4 (короткое замыкание)
142	Неисправность форсунки 4 (обрыв)
143	Неисправность форсунки 4 (короткое замыкание на «массу»)
161	Неисправность обмотки 1 РДВ (короткое замыкание)
162	Неисправность обмотки 1 РДВ (обрыв)
163	Неисправность обмотки 1 РДВ (короткое замыкание на «массу»)
164	Неисправность обмотки 2 РДВ (короткое замыкание)
165	Неисправность обмотки 2 РДВ (обрыв)
166	Неисправность обмотки 2 РДВ (короткое замыкание на «массу»)
167	Неисправность цепи реле бензонасоса (короткое замыкание)
168	Неисправность цепи реле бензонасоса (обрыв)
169	Неисправность цепи реле бензонасоса (короткое замыкание на «массу»)
177	Неисправность цепи главного реле (короткое замыкание)
178	Неисправность цепи главного реле (обрыв)
179	Неисправность цепи главного реле (короткое замыкание на «массу»)
181	Неисправность цепи лампы диагностики (короткое замыкание)
182	Неисправность цепи лампы диагностики (обрыв)
183	Неисправность цепи лампы диагностики (короткое замыкание на «массу»)

Первым всегда выдается три раза подряд код 12, который свидетельствует о работоспособности системы самодиагностики.

Работа в режиме «потока данных». Сканеры сейчас широко доступны. Созданы портативные ручные сканеры. Те сканеры, которые рынок предлагает автолюбителям, не столь универсальны и мощны, как сканеры для профессионалов. Но они определяют и выводят все коды. Лучшие из них даже могут дать информацию по всем кодам и указать, где находится дефектный сигнал – вне допустимого диапазона или внутри него. В индивидуальном пользовании лучше иметь такой сканер.

Сканеры последнего поколения позволяют диагностировать проблемы прерывания управления двигателем путем восстановления из памяти предыдущих установок.

FREQ – частота вращения коленчатого вала после пуска двигателя.

Отображаемые данные соответствуют интерпретации блоком управления фактической частоты вращения коленчатого вала по входному сигналу датчика положения коленчатого вала. Неожидаемое увеличение частоты вращения вала при постоянном угле открытия дроссельной заслонки указывает на электрическую помеху в цепи входного опорного сигнала положения коленчатого вала. Такая помеха обычно вызывается высоковольтными проводами, не предназначенными для комплектации данного двигателя.

FREQX – частота вращения коленчатого вала на холостом ходу двигателя.

Этот параметр отражает измеренную (фактическую) частоту вращения коленчатого вала, отличаясь от предыдущего параметра большей точностью представления.

JUFRXX – заданная частота вращения вала на холостом ходу двигателя.

На режиме холостого хода частотой вращения коленчатого вала управляет БЭУ. Заданной частотой вращения называется

частота вращения коленчатого вала, задаваемая блоком управления, например, в зависимости от температуры охлаждающей жидкости.

EFREQ – ошибка регулирования частоты вращения вала на холостом ходу.

Этот параметр характеризует разность между заданной и измеренной (фактической) частотами вращения коленчатого вала на холостом ходу. Используется для оценки точности управления частотой вращения в режиме ограничения минимальной частоты вращения вала на холостом ходу.

TWAT – температура охлаждающей жидкости.

TWATI – температура охлаждающей жидкости при включении зажигания.

TAIR – температура воздуха на впуске.

JAIR – массовый расход воздуха (MPB) через датчик массового расхода, кг/ч.

JGBCIN – цикловое наполнение цилиндра воздухом. Показывает массу воздуха (в мг), попадающую во впускной трубопровод двигателя, отнесенную к одному цилиндру.

JGBCD – цикловое наполнение цилиндра воздухом по датчику MPB.

JGBCG – ограничение циклового наполнения цилиндра воздухом.

JGBC – цикловое наполнение цилиндра воздухом для расчета необходимого количества топлива.

NFRGBC – номер режимной точки на режимном поле двигателя. Используется для маркировки комбинации параметров «квантованное цикловое наполнение воздухом» и «квантованная частота вращения коленчатого вала».

THR – положение дроссельной заслонки. Отображаемый параметр представляет собой угол открытия дроссельной заслонки, рассчитываемый БЭУ как функция напряжения входного сигнала датчика положения дроссельной заслонки. Значение

0 % соответствует полностью закрытой дроссельной заслонке, 100 % – полностью открытой.

COEFF – коэффициент регулирования топливоподачи. Отображается передаточный коэффициент топливоподачи в зависимости от частоты вращения коленчатого вала и циклового наполнения цилиндров двигателя воздухом.

VALF – соотношение воздуха и топлива в воздушно-топливной смеси, задаваемое блоком управления. Представляет собой текущее задаваемое значение коэффициента избытка воздуха топливной смеси.

BITPOW – признак перехода на режим полной нагрузки (по составу смеси и по величине угла опережения зажигания).

BLKINJ – признак отключения топливоподачи при торможении автомобиля двигателем (да/нет). Значение «да» соответствует нулевой подаче топлива.

INJ – длительность импульса впрыска топлива. Представляет собой длительность (в миллисекундах) включенного состояния форсунки, задаваемую командой БЭУ.

UOZ – угол опережения зажигания (УОЗ).

UOZOC – поправка угла опережения зажигания («октан-корректор»).

RDET – признак функционирования работы регулятора угла опережения зажигания при наличии детонации.

DET – признак детонации.

DUOZ1 – смещение угла опережения зажигания по детонации для 1-го цилиндра.

DUOZ2 – смещение УОЗ по детонации для второго цилиндра.

DUOZ3 – смещение УОЗ по детонации для третьего цилиндра.

DUOZ4 – смещение УОЗ по детонации для четвертого цилиндра.

UOZXX – заданное значение угла опережения зажигания при работе двигателя на холостом ходу с закрытой дроссельной заслонкой.

NUACC – напряжение бортовой сети.

RCOD – коэффициент коррекции содержания СО на холостом ходу.

RCOK – коэффициент коррекции топливоподачи.

JKGBC – коэффициент барометрической коррекции, отражающий результат адаптации БЭУ в ходе эксплуатации.

JGTC – цикловая подача топлива на один цилиндр.

JQT – расход топлива, л/ч.

FAZ – угловое положение коленчатого вала, соответствующее началу подачи топлива через каждую форсунку.

BITSTP – признак остановки двигателя (да/нет).

RXX – признак режима ограничения минимальной частоты вращения коленчатого вала в режиме холостого хода двигателя (да/нет).

CHECK – состояние лампы диагностики (вкл/выкл).

POMP – состояние бензонасоса (вкл/выкл).

MAINRELAY – состояние главного реле (вкл/выкл).

KOND – состояние реле муфты кондиционера (вкл/выкл).

KONDR – признак запроса включения кондиционера (есть/нет).

CURERR – текущие ошибки (есть/нет).

ONETERR – однократные ошибки (есть/нет).

REPERR – многократные ошибки (есть/нет).

JATHR – напряжение на датчике положения дроссельной заслонки, мВ.

JAUACC – напряжение питания блока управления, мВ.

JATWAT – напряжение на датчике температуры охлаждающей жидкости, мВ.

JATAIR – напряжение на датчике температуры воздуха на впуске, мВ.

JARCO – напряжение на датчике регулировки состава СО, мВ.

UGB – заданная величина расхода воздуха через регулятор добавочного воздуха (РДВ) для режима холостого хода двигателя.

SSM – заданное положение РДВ.

FSM – текущее положение РДВ.

В приложении учебного пособия приведены диагностические коды для контроллеров, используемых на отечественных автомобилях ВАЗ-2110 и ГАЗ-3110.

5.3. Системы электронного управления форсированными двигателями

При некоторых модификациях двигателей, особенно с применением наддува, возникает необходимость управлять впрыском топлива и углом опережения зажигания не так, как это предусмотрено заводом-изготовителем. В модифицированном двигателе цилиндры заполняются воздухом по-другому. Если раньше воздух всасывался в цилиндры, а давление всасывания было ниже атмосферного, то при наличии турбонаддува воздух нагнетается в двигатель под избыточным давлением. Чем больше воздуха поступает в двигатель, тем больше требуется топлива и тем больше должен быть угол опережения зажигания.

Многие фирмы, специализирующиеся на выпуске тюнинг-ового оборудования, имеют в своем арсенале различные дополнительные контроллеры, подключаемые к впускному коллектору, которые информируют БЭУ о давлении наддува. Некоторые системы предусматривают ручное управление опережением зажигания. Можно самостоятельно отрегулировать угол опережения зажигания в зависимости от сорта используемого топлива.

Если двигатель отрегулирован на топливо с октановым числом, равным 95, а в наличии есть только топливо с октановым

числом, равным 92, то необходимо отрегулировать опережение зажигания, иначе с двигателем может случиться неприятность.

Современные программируемые электронные системы управления двигателем почти идеальны для модифицированных двигателей, предназначенных для спортивных гонок. Стандартный БЭУ заменяется внешним компьютером, позволяющим настроить карты впрыска топлива и опережения зажигания, которые можно смотреть на ноутбуке с программным обеспечением, совместимым с Windows. Система позволяет также настроить ее для работы двигателя с наддувом и с оксидом азота.

Во время гонок регулировка автомобильного двигателя на пункте ремонта станет проще и быстрее, поскольку можно смоделировать режимы движения автомобиля. Это позволит оперативно внести некоторые поправки в систему и снова смоделировать гонку. Очень удобно и эффективно.

В том случае, если необходимо дополнительное управление, тюнингový рынок может предложить дополнительный микропроцессор, который способен работать совместно со штатным БЭУ. Заводской БЭУ и его программа сохраняются для управления выхлопом в режиме обратной связи, тогда как дополнительный микропроцессор, подсоединенный к штатному БЭУ, берет на себя функции управления подачей топлива, опережением зажигания и наддувом.

Достоинством таких дополнительных микропроцессоров является возможность их программирования пользователем для управления функциями, в которых он заинтересован. При этом дополнительный микропроцессор можно подключить к обычному персональному компьютеру, на котором можно посмотреть карту впрыска и опережения зажигания и скорректировать их по мере надобности.

Некоторые микропроцессоры сохраняют резервные копии карт, поэтому к ним всегда можно вернуться в случае ошибки или при дополнительных модификациях двигателя. Некоторые

микропроцессоры могут сохранять до четырех созданных пользователем карт, и любую из них можно включить прямо с приборной панели. Можно, например, сохранить карты типа «обычная поездка на бензине АИ-92» или «гонки на бензине АИ-98».

Понимать бортовой компьютер – значит понимать, как выжать из двигателя все, на что он способен.

5.4. Информационные датчики и приборы

Наличие правильно работающих датчиков, индикаторов и приборов дает возможность следить за эксплуатационными режимами работы двигателя и всех систем автомобиля, а также получать информацию о возникших проблемах еще до того, как они вызовут серьезную неисправность. Двигатели современных дорожных автомобилей надежны настолько, что неисправности возникают довольно редко. Но у модифицированного двигателя вероятность отказов значительно возрастает, поэтому возрастает и потребность в дополнительных информационных датчиках, исполнительных механизмах и приборах контроля. Ниже перечислены основные из них.

Кислородный датчик. Он генерирует сигнал в виде напряжения, по которому БЭУ определяет содержание кислорода в выхлопных газах. Иногда его называют лямбда-датчиком или лямбда-зондом. Он является ключевым датчиком в цепи обратной связи системы управления подачей топлива современных автомобилей. Лямбда-зонд является одним из немногих датчиков автомобиля, которые сами генерируют напряжение. Исторически сложилось так, что отношение количества воздуха к количеству топлива, поступающего в цилиндры, в технической литературе стали обозначать греческой буквой λ (лямбда). При оптимальном составе топливовоздушной смеси: $\lambda = 1$. Отсюда возникло название «**лямбда-зонд**» (рис. 5.2).

Датчик состава рабочей смеси. Этот датчик имеет такое же назначение, как и кислородный датчик. Он показывает соотношение воздуха и топлива в рабочей смеси. По этим показаниям можно судить о том, богатая или бедная горючая смесь подается в цилиндры. Этот датчик очень полезен особенно в том случае, когда двигатель оснащен не форсунками, а карбюратором.



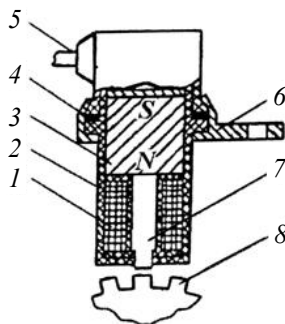
Рис. 5.2. Кислородный датчик (лямбда-зонд)

Большинство таких приборов работают со штатным датчиком кислорода. Но кислородный датчик может оказаться слишком старым. Перед тем как окончательно прекратить функционирование, датчик кислорода становится «ленивым». Такой датчик может продолжать работать, но если его сигнал становится прерывистым, непостоянным или запаздывающим (это случается у автомобилей старше 10 лет), необходимо срочно его заменить.

Датчик положения коленчатого вала. Датчик положения коленчатого вала (ДПКВ), который также называют датчиком синхронизации, дает БЭУ информацию о положении и скорости вращения коленчатого вала двигателя. На рис. 5.3 показан датчик синхронизации индуктивного типа (модель 026211113 BOSCH), предназначенный для определения углового положения коленчатого вала, необходимого для синхронизации системы управления с рабочим процессом двигателя.

Рис. 5.3. Датчик углового положения коленчатого вала:

1 – обмотка датчика; 2 – корпус; 3 – магнит; 4 – уплотнитель; 5 – провод; 6 – кронштейн крепления; 7 – магнитопровод; 8 – диск синхронизации



Датчик представляет собой электромагнит с обмоткой 1 и магнитным сердечником 2. Корпус 2 индуктивного датчика выполнен из высокопрочной пластмассы и имеет фланец 6 для крепления датчика. Датчик выполнен неразборным и имеет специальный соединительный кабель с трехконтактной вилкой (рис. 5.4).

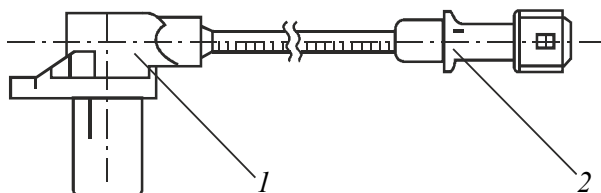


Рис. 5.4. Соединительный кабель с трехконтактной вилкой:
1 – ДПКВ; 2 – трехконтактный разъем

Датчик положения распределительного вала (датчик фазы) совместно с датчиком положения коленчатого вала подает в БЭУ сигнал, по которому блок управления идентифицирует положение поршня первого цилиндра в верхней мертвой точке для управления впрыском топлива в цилиндры в соответствии с их порядком работы.

Датчик фазы (например, модель 0232103006 BOSCH) представляет собой полупроводниковый прибор, принцип действия которого основан на эффекте Холла. Датчик установлен (рис. 5.5) на бобышке головки блока у четвертого цилиндра со стороны выпускного коллектора двигателя.

Датчик температуры охлаждающей жидкости. Он определяет температуру охлаждающей жидкости двигателя и посылает в БЭУ сигнал, который используется для управления подачей топлива в цилиндры, опережением зажигания и работой системы рециркуляции выхлопных газов. Следует иметь в виду, что на многих современных автомобилях сигнал одного и того же датчика используется и для индикатора на панели приборов, и для блока управления двигателем (БЭУ). На таком двигателе

лучше установить еще один аналогичный датчик, предназначенный только для индикатора.

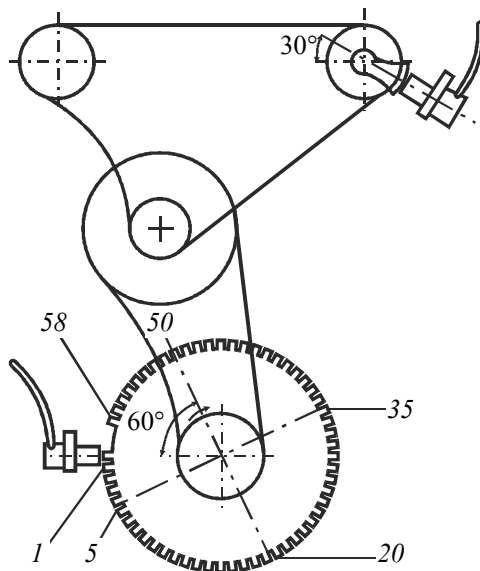


Рис. 5.5. Схема установки датчика положения распределительного вала:
1, 5, 20, 35, 50 – угловая ориентация отметчика распределительного вала;
50 и 58 – номера зубьев диска синхронизации

Датчик температуры воздуха на входе в двигатель. Этот датчик информирует БЭУ о температуре воздуха на входе. Эту информацию БЭУ использует для управления подачей топлива, опережением зажигания и работой системы рециркуляции выхлопных газов.

Датчик массового расхода воздуха. Датчик располагается на входе впускного тракта после воздушного фильтра и определяет массу воздуха, поступающего в двигатель (датчик с нагретым проводом).

Датчик термоанемометрического типа (рис. 5.6) представляет собой автономный блок, состоящий из отдельных модулей:

- внутреннего измерительного канала с пластмассовыми обоймами, которые окружают несущее кольцо нагреваемой нити и несущее кольцо термокомпенсационного пленочного резистора;
- измерительного элемента, представляющего собой платиновую нить диаметром около 100 мкм;
- электронной схемы, закрепленной на металлическом радиаторе.

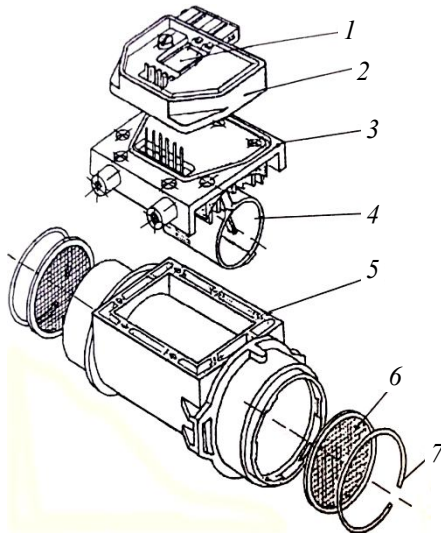


Рис. 5.6. Датчик массового расхода воздуха:

1 – электронная схема; 2 – корпус электронной схемы; 3 – радиатор; 4 – кольцо с чувствительным элементом; 5 – корпус датчика (измерительный патрубок); 6 – предохранительная сетка; 7 – стопорное кольцо

Датчик скорости автомобиля. Такой датчик информирует БЭУ о скорости движения автомобиля по дороге.

Датчик положения клапана рециркуляции. Он определяет положение клапана рециркуляции выхлопных газов, который должен открываться на соответствующих режимах работы двигателя.

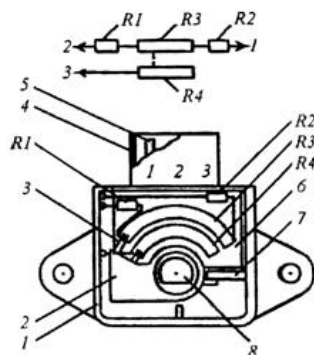
Датчик давления паров топлива. Датчик давления, расположенный в топливном баке автомобиля, информирует БЭУ о том, когда необходимо включать или выключать клапан управления вакуумом системы улавливания паров топлива.

Датчик давления в гидроусилителе рулевого механизма. Этот датчик используется для увеличения количества оборотов коленчатого вала двигателя на холостом ходу при маневрировании автомобиля с небольшой скоростью.

Датчик положения дроссельной заслонки. Датчик резистивного типа определяет положение и скорость поворота дроссельной заслонки и посылает в БЭУ сигнал в виде напряжения. Датчик позволяет БЭУ определить, в каком положении находится дроссельная заслонка – в положении холостого хода, средней или полной нагрузки двигателя. Датчик подключается к системе управления через трехконтактный соединитель (рис. 5.7).

Рис. 5.7. Датчик положения дроссельной заслонки:

1 – корпус; 2 – поворотная втулка; 3 – подвижный контакт; 4 – штекерная колодка; 5 – штекер; 6 – печатная плата; 7 – упор; 8 – ось дроссельной заслонки; R1, R2, R3, R4 – сопротивления



Датчик частоты вращения первичного вала коробки передач. Он установлен на моделях автомобилей с автоматическими коробками передач. БЭУ использует его для своевременного переключения передач.

Главное реле системы впрыска. Это устройство подает питание на реле топливного насоса и на БЭУ при повороте ключа зажигания в положение «работа» или «пуск».

Топливные форсунки. Они управляются с помощью БЭУ по отдельности. На большинстве современных автомобилей установлена система последовательного впрыска, в которой форсунки впрыскивают топливо в свои цилиндры поочередно, в соответствии с порядком работы цилиндров. БЭУ управляет также шириной импульса, в течение которого форсунка остается открытой. Ширина этого импульса (в миллисекундах) определяет количество топлива, подаваемого в каждый цилиндр за цикл, т. е. цикловую подачу топлива.

Модуль управления зажиганием. Этот модуль управляет включением и выключением первичной цепи катушки зажигания и определяет опережение по сигналам БЭУ.

Клапан управления холостым ходом. Он управляет количеством воздуха, проходящего в обход дроссельной заслонки карбюратора, когда заслонка закрыта или находится в положении холостого хода. Работой клапана управляет БЭУ.

Клапан управления вакуумом системы улавливания паров топлива. Этот клапан представляет собой электромагнит, управляющий продувкой угольного фильтра (адсорбера), в котором собираются пары топлива. При включении клапана пары топлива из угольного фильтра поступают во впускной коллектор и далее — в цилиндр двигателя, где сгорают обычным образом.

Клапан управления вакуумом датчика давления паров и топлива. Он входит в состав бортовой системы диагностики и работает по сигналам БЭУ.

Датчик давления наддува. С его помощью фиксируется давление наддува на двигателях, оборудованных нагнетателями с механическим или турбинным приводом, и с помощью соответствующего индикатора показывает его значение на панели приборов. Если давление наддува возрастет выше расчетного, например, по причине заедания заслонки перепуска газов, это грозит двигателю возникновением серьезной неисправности.

Датчик температуры головки цилиндров. Он измеряет температуру охлаждающей жидкости в головке цилиндров. По-

скольку жидкость в головке цилиндров быстрее реагирует на изменение температуры в камере сгорания, этот датчик позволяет раньше обнаружить перегрев или переохлаждение двигателя. Соответствующий тюнинг-датчик надо вернуть в головку цилиндров дополнительно, т. к. на современных двигателях такой датчик, как правило, отсутствует.

Датчик температуры выхлопных газов. Этот датчик измеряет температуру отработавших газов на выходе из камер сгорания. При температуре газов 600–650 °С изоляторы свечей будут иметь светло-коричневый цвет, что свидетельствует о нормальной работе двигателя. При более низкой температуре изоляторы свечей становятся темными, а при более высокой температуре – светлыми.

После того как будет установлена температура, при которой изоляторы свечей имеют светло-коричневый цвет, нужно регулярно следить за тем, чтобы температура отработавших газов не отличалась от нормы. Датчик температуры выхлопных газов полезен при тюнинге, когда требуется отрегулировать необходимый состав рабочей смеси. Бедная смесь даст температуру выше нормальной, тогда как богатая – ниже нормальной, что приведет к снижению мощности двигателя.

Датчик давления топлива. Модифицированный двигатель без наддува, а также двигатель, работающий с добавкой оксида азота либо с наддувом, очень требователен к системе подачи топлива при разгоне. Поэтому топливный насос двигателя должен иметь достаточную производительность, чтобы обеспечить нужную цикловую подачу топлива в цилиндры. При этом важно, чтобы давление в топливной системе всегда соответствовало режиму работы двигателя. Для того, чтобы отслеживать работу топливной системы, нужен датчик давления топлива.

Если топливная система подает недостаточное количество топлива при разгоне автомобиля или при высокой частоте вращения коленчатого вала, то смесь становится бедной, и это приводит к появлению детонации или самовоспламенению

смеси, что может вызвать разрушение двигателя в течение нескольких секунд!

Индикатор давления топлива нужен, в основном, в процессе тюнинга двигателя. Вряд ли стоит выводить этот прибор внутрь салона. Ведь при нарушении уплотнения штуцера прибора топливо под большим давлением брызнет в салон. Кому это нужно?!

Индикатор уровня оксида азота. Если двигатель работает с подачей оксида азота, то очень важно знать, сколько этого оксида осталось в емкости. Если в процессе гонки вдруг закончится оксид азота, то рабочая смесь стремительно переобогатится, а это грозит серьезными и неприятными последствиями для двигателя. Поэтому, если автомобиль снабжен тюнинговой аппаратурой для подачи оксида азота в двигатель, то индикатор его уровня должен быть обязательно.

Датчик давления масла в системе смазки двигателя. Он преобразует механическое давление в электрический сигнал, который подается на соответствующий индикатор, установленный на приборной доске в салоне автомобиля. Если штатный индикатор давления отсутствует, то его обязательно нужно установить в тюнинговом варианте.

Индикатор давления может спасти двигатель от очень дорогостоящих повреждений, сигнализируя о недопустимо низком уровне давления масла в системе смазки. Если поврежден масляный насос или засорился масляный канал, то подшипники двигателя останутся без смазки и вскоре выйдут из строя. Без индикатора давления водитель узнает об этом только после того, как двигатель заклинит.

Индикатор температуры масла. Этот индикатор показывает температуру масла в системе смазки двигателя. Считается, что она точнее отражает температурный режим двигателя.

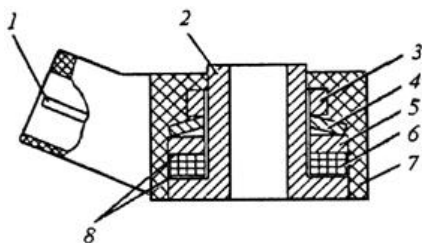
Индикатор переключения передач. Это яркая лампочка (светодиод), предупреждающая об опасном превышении часто-

ты вращения вала двигателя и необходимости срочно переключить передачу в коробке передач. Лампочка может быть встроена в тахометр, который расположен на панели приборов, и легко различима боковым зрением, не требуется отвлекаться от наблюдения за дорожной ситуацией.

Датчик детонации. Широкополосный датчик детонации (модель 0261231046 BOSCH) пьезоэлектрического типа (рис. 5.8) устанавливается на блоке цилиндров двигателя у четвертого цилиндра со стороны впускного трубопровода. Датчик воспринимает интенсивные вибрации стенок цилиндров при возникновении детонации.

Рис. 5.8. Датчик детонации:

- 1 – контактная вилка; 2 – корпус; 3 – гайка; 4 – тарельчатая пружина; 5 – инерционная шайба (сейсмомасса); 6 – пьезоэлемент



Конструкция датчика выполнена неразборной. Все элементы пьезоэлектрического датчика крепятся к основанию (корпусу), выполненному из специального сплава. Преобразователь состоит из двух включенных параллельно кварцевых пьезоэлементов. Инерционная (сейсмическая) масса изготовлена из сплава с высокой плотностью. Датчик подключается в систему управления с помощью двухконтактного соединителя.

Тахометр. Это прибор, показывающий частоту вращения коленчатого вала двигателя.

Регулятор добавочного воздуха (РДВ). Он предназначен для поддержания частоты вращения коленчатого вала при пуске двигателя, на холостом ходу, при прогреве, при движении автомобиля «накатом», а также при изменении нагрузки на двигатель, когда включаются в работу энергоемкие узлы вспомога-

тельного оборудования (например, кондиционер). Устройство РДВ показано на рис. 5.9.

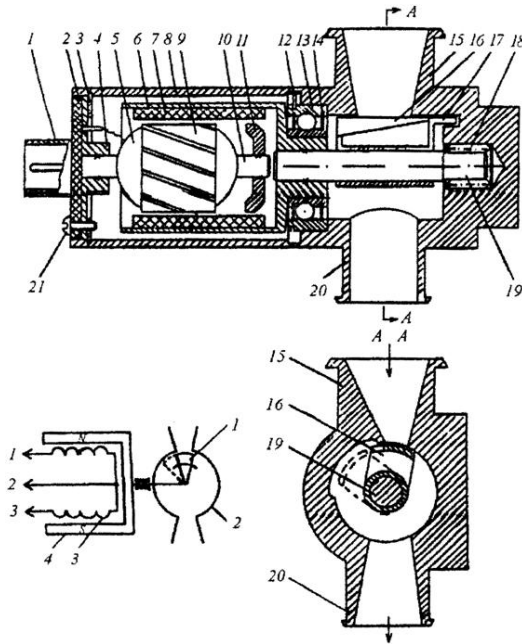


Рис. 5.9. Регулятор добавочного воздуха и его электрическая схема:

1 – штекерная колодка; 2 – уплотнительное кольцо; 3 – шайба крепления; 4 – фланец крепления оси якоря; 5 – обмотка якоря; 6 – поворотный стакан; 7 – постоянный магнит; 8 – корпус; 9 – якорь неподвижный; 10 – ось якоря; 11 – магнитопровод; 12 – стопорное кольцо подшипника; 13 – шариковый подшипник; 14 – уплотнение подшипника; 15 – патрубок входной; 16 – поворотная заслонка; 17 – упор; 18 – роликовый подшипник; 19 – вал заслонки; 20 – патрубок выходной

Воздух поступает в патрубок 15 и, пройдя через щель, размер которой регулируется заслонкой 16, выходит через патрубок 20 и поступает во впускную трубу. Поворот заслонки, сидящей на валу 19, производится стаканом 6, внутри которого находится неподвижный якорь 9 с обмотками. Блок управления,

обрабатывая сигналы датчиков, определяет количество воздуха, необходимого для работы двигателя и тем самым положение заслонки 16. Блок выдает на обмотку якоря 9 электрические импульсы с частотой 100 Гц, возбуждающие в якоре магнитное поле.

Регулятор представляет собой неразборное устройство и является клапаном, регулирующим подачу воздуха на указанных выше режимах работы двигателя. Регулятор установлен на впускной трубе. Он соединен с дроссельным патрубком трубкой, через которую воздух подается в него из пространства до дроссельной заслонки и, пройдя через регулятор, поступает через другую трубку на выходе из регулятора в ресивер. Таким образом, регулятор обеспечивает подачу воздуха в двигатель в обход дроссельной заслонки (байпас), например, когда она прикрыта.

5.5. Размещение дополнительных тюнинговых приборов

Итак, сигналы с датчиков поступают на индикаторы, выполненные в виде электрических лампочек, либо на цифровые или стрелочные приборы, показывающие величину соответствующего регистрируемого параметра. В результате модификации двигателя и силовой передачи появляется большое количество дополнительных тюнинговых приборов. Поэтому возникает проблема их целесообразного размещения и крепления.

Когда автомобили были крупнее, их приборные панели тоже были большими, и на них было достаточно места для дополнительных приборов. На панелях современных компактных автомобилей такого места почти не осталось, и дополнительные приборы там размещать некуда. Поэтому для размещения дополнительных приборов необходимо проявить определенную смекалку и даже изощренную изобретательность.

К счастью, конструкция почти всех дополнительных приборов рассчитана на их размещение вне приборной панели ав-

томобиля. Приборы обычно представляют собой индивидуальные узлы, размещенные в отдельных корпусах, изготовленных либо из пластмассы, либо из черного или хромированного металла. Приборы могут быть установлены индивидуально или в группе. Приборы можно просто закрепить на поверхности лицевой панели. Единственный недостаток состоит в том, что провода для присоединения электропитания, датчиков и массы расположены на задней стороне узла в месте контакта с панелью.

Все изготовители приборов предлагают дополнительные тюнинговые панели для их монтажа на лотке «для мелочей» или в гнезде под пепельницу. Эти свободные пространства обычно расположены в центре лицевой панели, и поэтому здесь можно установить несколько дополнительных приборов. Больше всего выпускают панели с приборами для монтажа в гнезде пепельницы. Размещение приборов в пепельнице удобно еще тем, что к ней уже подведено напряжение от аккумулятора для питания прикуривателя.

Некоторые изготовители приборов предлагают тюнинговые переходники для монтажа, представляющие собой пластмассовые корпуса, приспособленные для крепления в самых различных свободных местах лицевой панели: справа и слева от нее, в центре и т. д. Обычно такие переходники имеют мелкогранулированную поверхность, которая хорошо сочетается с внешним видом большинства лицевых панелей.

Одна из популярных разновидностей переходников сконструирована для крепления к передней стойке кузова со стороны водителя. На стойке может быть закреплено до трех небольших приборов. Такой приборный узел легко крепится на стойке и выглядит так, как будто его установили на заводе. Придется только просверлить несколько отверстий для того, чтобы проложить и вытащить наружу необходимую электропроводку.

Следует обращать внимание на все примечания, предупреждения и рекомендации изготовителя. Например, не нужно пы-

таться для подвода электропитания использовать провода меньшего сечения, чем рекомендовано изготовителем. В лучшем случае через несколько минут из приборов пойдет дым.

Контрольные вопросы и задания

1. В чем заключается роль электроники в современном автомобиле?
2. Что такое блок электронного управления (БЭУ)?
3. Какие информационные датчики и исполнительные механизмы применяются на современных автомобилях, оснащенных бортовыми компьютерами?
4. Что такое ЧИП и каково его назначение?
5. Для чего предназначена система самодиагностики двигателя?
6. Какие информационные датчики и приборы информационного контроля применяются на современных автомобилях?
7. Что такое бортовой компьютер автомобиля?

6. ОБНОВЛЕНИЕ ТРАНСМИССИИ

6.1. Назначение и типы трансмиссий

Трансмиссия – это система механизмов и агрегатов, передающих крутящий момент и мощность от двигателя к ведущим колесам автомобиля. В зависимости от того, какие колеса являются ведущими, мощность и крутящий момент могут подводиться только к задним, только к передним или к задним и передним колесам одновременно.

У автомобиля только с задними ведущими колесами трансмиссия состоит из сцепления, коробки передач, карданной передачи, главной передачи, дифференциала и полуосей (точнее – валов, соединяющих главную передачу и ведущие колеса). Главная передача, дифференциал и полуоси установлены в балке заднего моста (задний привод).

У автомобиля с передними ведущими колесами карданная передача между коробкой передач и главной передачей отсутствует, т. к. коробка передач совмещена с главной передачей в одном картере (передний привод).

У автомобиля со всеми ведущими колесами трансмиссия дополняется раздаточной коробкой, соединенной карданными передачами с задним и передним ведущими мостами (полный привод).

По виду передаваемой энергии трансмиссии подразделяются на механические, гидравлические и электрические, а по способу изменения крутящего момента – на ступенчатые, бесступенчатые и комбинированные. Электрические трансмиссии применяются на автомобилях большой грузоподъемности (БелАЗ) и на электромобилях. Гидравлические трансмиссии в сочетании с механическими ступенчатыми (гидромеханические передачи – ГМП) применяются на многих современных легковых автомобилях и на некоторых моделях автобусов. Большинство же отече-

венных легковых и грузовых автомобилей имеют механические ступенчатые трансмиссии.

Ступенчатая механическая трансмиссия. Она изменяет величину крутящего момента за счет системы редукторов, которыми являются коробка передач (КП), раздаточная коробка (если она предусмотрена конструкцией) и главная передача (ГП). Коробка передач представляет собой многоступенчатый редуктор, передаточное число которого водитель изменяет по своему усмотрению в зависимости от режима движения автомобиля. Передаточное число трансмиссии равно произведению передаточных чисел всех редукторов. От передаточного числа зависит не только величина крутящего (тягового) момента на ведущих колесах автомобиля, но и скорость автомобиля. Количество ступеней (передач) в КП и закономерность распределения передаточных чисел между соседними ступенями существенно влияют на динамику разгона автомобиля.

Бесступенчатая трансмиссия. Такая трансмиссия обеспечивает непрерывность и плавность изменения тягового момента и скорости движения автомобиля, чем выгодно отличается от ступенчатой механической трансмиссии. Вместе с тем им свойственны некоторые недостатки: сложность конструкции, более низкий коэффициент полезного действия.

Бесступенчатые трансмиссии могут быть фрикционными (механическими), электрическими или гидравлическими. Их основными сборочными единицами являются одноименные передачи. Гидравлические передачи делятся на гидродинамические и гидрообъемные.

Комбинированная трансмиссия. Эта трансмиссия представляет собой синтез бесступенчатой и ступенчатой механической передач, который позволяет расширить диапазон изменения крутящего момента и одновременно сохранить основные достоинства бесступенчатых передач. Комбинированная трансмиссия, представляющая собой гидромеханическую передачу (ГМП), называется гидромеханической трансмиссией.

6.2. Маховик и сцепление

Термином **«сцепление»** будем называть фрикционное механическое сцепление, т. е. узел, передающий крутящий момент и мощность от вала двигателя на вал коробки передач. В состав сцепления входят четыре основных узла: маховик, диск сцепления (ведомый диск), узел нажимного диска и механизм выключения (включения) сцепления (рис. 6.1).

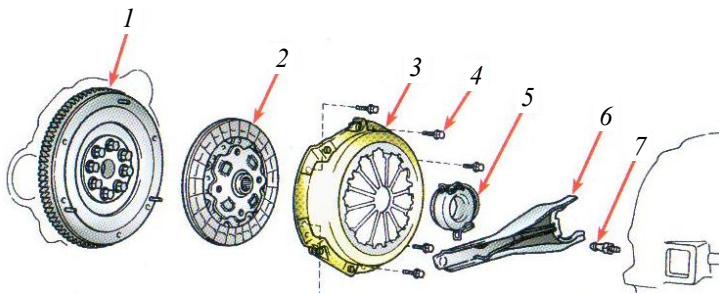


Рис. 6.1. Детали сцепления:

1 – маховик; 2 – ведомый диск; 3 – узел нажимного диска; 4 – болты крепления узла нажимного диска; 5 – выжимной подшипник; 6 – рычаг выключения сцепления; 7 – шаровая опора рычага

При необходимости прервать поток мощности от двигателя к ведущим колесам автомобиля, например для переключения передач, водитель выжимает педаль сцепления. Педаль через рычажную передачу и выжимной подшипник освобождает нажимной диск от усилия пружин, и ведомый диск получает возможность свободно вращаться между маховиком и нажимным диском. Если отпустить педаль сцепления, то ведомый диск силами пружин прижимается к маховику, вся система возвращается в прежнее состояние, и сцепление снова начинает передавать крутящий момент в трансмиссию автомобиля.

При модификации двигателя увеличивается не только мощность, но и величина крутящего момента на коленчатом валу. Па-

раметры стандартного сцепления рассчитаны для передачи номинального крутящего момента штатного двигателя. С увеличением мощности и крутящего момента стандартное сцепление может не справиться с возросшими нагрузками и способно быстро выйти из строя. Здесь и дальше под термином «сцепление» будем подразумевать весь узел, в том числе и нажимной диск с пружинами. Обычно тюнинг-овое сцепление продается именно в таком составе. Не рекомендуется смешивать детали разных сцеплений, т. е. составлять сцепление из разных узлов.

Выдержать сравнительно долго может сцепление гоночного автомобиля, поскольку пройти весь диапазон переключения передач необходимо только один раз при разгоне автомобиля. А у дорожного автомобиля переключение передач происходит многократно, поэтому долговечность сцепления с форсированным двигателем резко снижается.

Тюнинг-овые фирмы выпускают сцепления «ступенями», что упрощает их выбор. С повышением номера ступени сцепление становится более жестким и способно передавать все больший крутящий момент без пробуксовки. Можно и нужно выбрать сцепление, соответствующее характеристике конкретного форсированного двигателя.

Тюнинг-овые сцепления для форсированных двигателей становятся все более сложными и дорогими. Есть конструкции ведомого диска сцепления с небольшими вставками металла или металлокерамики вместо сплошного кольца из фрикционного материала, диски без центральных пружин и даже многодисковые сцепления. В последнем случае к маховику крепятся пальцы для ведущих дисков, тогда как на шлицы первичного вала надеваются несколько ведомых дисков. Ведомые и ведущие диски чередуются, так что вместо двух пар поверхностей трения появляются четыре, шесть и более. Нагрузки на фрикционный материал при этом пропорционально уменьшаются.

Применяются разнообразные материалы для дисков – от обычных до экзотических. Но наиболее распространенными яв-

ляются органические материалы, способные выдерживать большую мощность трения, обладающие высокой долговечностью и стабильным коэффициентом трения.

Большинство сцеплений легковых автомобилей имеют диафрагменную пружину, которая своим наружным краем через нажимной диск прижимает ведомый диск сцепления к маховику. Тюнинговые сцепления имеют аналогичную конструкцию, но с несколько измененными лепестками пружины для создания большей силы прижатия ведомого диска без увеличения усилия на педали.

Тюнинговые сцепления для гоночных автомобилей выполняются без пружин в ступице, их накладки часто бывают изготовлены из металлокерамики или металлов с особыми фрикционными свойствами. Накладки могут быть выполнены обычной формы в виде кольца или в виде сегмента.

Важной деталью сцепления является маховик. *Маховик* – это большой массивный диск, прикрепленный к хвостовику коленчатого вала. К маховику крепится болтами кожух узла нажимного диска. Между нажимным диском и маховиком зажат ведомый диск сцепления. Крутящий момент передается с маховика на ведомый диск за счет сил трения (отсюда термин – «фрикционное сцепление»), а от него – на первичный вал коробки передач, с которым ведомый диск имеет шлицевое соединение.

Основное назначение маховика – обеспечение равномерности вращения коленчатого вала двигателя и создание необходимых условий для трогания автомобиля с места. Поэтому чем больше момент инерции маховика, чем больше его масса, тем лучше обеспечивается равномерность работы двигателя. Однако это же существенно ухудшает интенсивность разгона автомобиля.

Из теории движения автомобиля известно, что сила сопротивления разгону (приведенная сила инерции $P_{и}$) определяется зависимостью

$$P_{и} = m_a j \delta_{вр}, \quad (6.1)$$

6. Обновление трансмиссии

где m_a – масса автомобиля; j – его ускорение; $\delta_{вр}$ – коэффициент влияния вращающихся масс, главной из которых является маховик двигателя:

$$\delta_{вр} = 1 + \frac{J_M u_{тр}^2 \eta_{тр}}{m_a r_k^2}. \quad (6.2)$$

Здесь J_M – момент инерции маховика ($J_M = m_M \rho_M^2$, где m_M – масса маховика; ρ_M – его радиус инерции); $u_{тр}$ – передаточное число трансмиссии; $\eta_{тр}$ – коэффициент полезного действия трансмиссии; r_k – радиус ведущих колес.

Следовательно, более легкий маховик позволит быстрее увеличивать частоту вращения коленчатого вала двигателя и разгонять автомобиль, поскольку уменьшается сила сопротивления разгону. Для дорожных условий и при редком использовании автомобиля для езды в спортивном стиле штатный маховик вполне приемлем. Но при существенном возрастании требований к силовой передаче целесообразно поменять маховик вместе со сцеплением.

Конструкция сцепления для форсированных двигателей легковых автомобилей содержит алюминиевый маховик, ведомый диск с накладками из органического материала и кожух сцепления повышенной прочности. На рис. 6.2 показан маховик, изготовленный из высокопрочной хромомолибденовой стали, обработанный на станке с числовым программным управлением (ЧПУ). Его масса не превышает 4 кг.

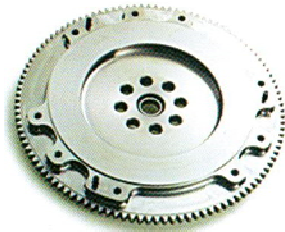


Рис. 6.2. Маховик из хромомолибденовой стали

Особенно серьезно следует относиться к выбору маховика и сцепления спортивных автомобилей, предназначенных для гонок. При высоких скоростях вращения коленчатого вала и частой смене скоростных и нагрузочных режимов при переключе-

нии передач происходят резкие колебания температуры (нагрев-охлаждение) деталей сцепления.

Это часто приводит к появлению трещин в маховике и в нажимном диске, в результате чего они могут быть разорваны на куски огромными центробежными силами. Маховик и сцепление буквально взрываются. Разлетающиеся куски имеют огромную энергию, соизмеримую с энергией артиллерийской шрапнели, и представляют реальную опасность для водителя и всех окружающих людей. Кроме того, они могут повредить топливопровод и вызвать катастрофический пожар.

Поэтому, даже если существует гарантия прочности маховика и сцепления, не будет лишним, из предосторожности, закрыть эти вращающиеся детали кожухом из высокопрочной стали толщиной 8–10 мм. Болты, которыми крепятся маховик и кожух сцепления, также должны обладать повышенной прочностью.

6.3. Редукторы трансмиссии

Трансмиссии большинства легковых автомобилей, за исключением автомобилей повышенной проходимости, содержат два редуктора: коробку передач и главную передачу. Выясним их значение.

Форсирование двигателя не является самоцелью. Повышение мощности ДВС направлено на увеличение интенсивности разгона и достижение как можно более высокой скорости движения автомобиля. Скорость автомобиля v_a вычисляется по формуле

$$v_a = 0,377 \frac{r_k n_e}{u_{тр}} = 0,377 \frac{r_k n_e}{u_{кп} u_{гп}}, \quad (6.3)$$

где n_e – частота вращения вала двигателя; $u_{кп}$ и $u_{гп}$ – передаточные числа коробки передач и главной передачи.

Формула (6.3) показывает, что скорость автомобиля v_a , как и ожидалось, пропорциональна частоте вращения вала двигателя

6. Обновление трансмиссии

n_e . Но при этом существенное влияние на скорость оказывает передаточное число трансмиссии $u_{тр} = u_{кп} u_{гп}$. Поскольку максимальная скорость достигается на прямой передаче ($u_{кп} = 1,0$), то основная роль в этом случае принадлежит передаточному числу главной передачи $u_{гп}$, которое в этом случае является минимальным передаточным числом трансмиссии автомобиля.

Можно ли и нужно ли изменять это передаточное число? Если можно и нужно, то на какую величину? Ответ можно получить, анализируя графики мощностного баланса (рис. 6.3) автомобиля со штатными двигателем и главной передачей (кривые I, II и III) и автомобиля с модифицированными двигателем и главной передачей (кривые IV и V).

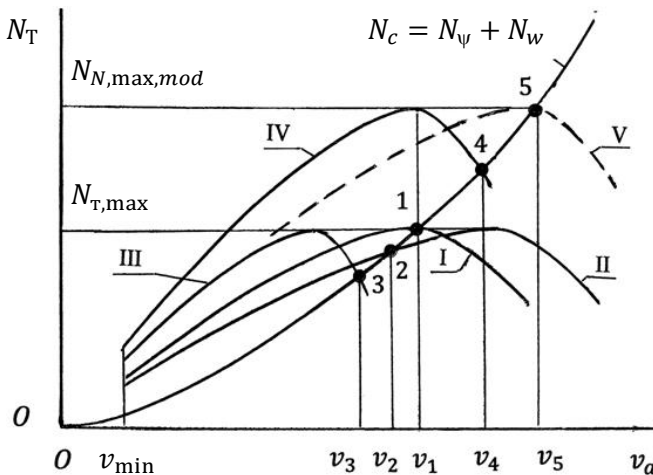


Рис. 6.3. Графики мощностного баланса автомобилей со штатными двигателем и главной передачей (I, II и III) и модифицированными двигателем и главной передачей (IV и V):

N_T — тяговая мощность; v_a — скорость движения автомобиля; $N_{T,max}$ — максимальная тяговая мощность штатного двигателя; $N_{T,max,mod}$ — максимальная тяговая мощность модифицированного двигателя; N_c — суммарная мощность, необходимая для преодоления сопротивления дороги N_ψ и сопротивления воздуха N_w

Кривые зависимостей тяговой мощности от скорости автомобиля $N_T = N(v_a)$ смещаются на графике в горизонтальном направлении в соответствии с величиной передаточного числа главной передачи, формула (5.3). Оптимальным является такое передаточное число главной передачи, которое обеспечивает пересечение кривых N_T и N_c в точке экстремума кривой $N_T = N(v_a)$. Точки пересечения (1–5) означают режимы равномерного движения автомобиля ($N_T = N_c$). Причем в точке 1 реализуется максимальная мощность штатного двигателя. При уменьшении передаточного числа (кривая II) и при его увеличении (кривая III) реализовать максимальную мощность двигателя невозможно, поэтому скорости v_2 и v_3 будут всегда меньше скорости v_1 , полученной при оптимальном передаточном числе главной передачи, сколько бы водитель ни нажимал на педаль акселератора.

При увеличении мощности модифицированного двигателя (кривая IV) скорость автомобиля, конечно, возрастет до некоторого значения v_4 . Но, как показывает рис. 6.2, прежнее передаточное число главной передачи теперь не является оптимальным, поскольку не позволяет реализовать максимальную тяговую мощность модифицированного двигателя $N_{T,max,mod}$. Максимальную скорость автомобиля можно еще более увеличить (до значения скорости v_5), если уменьшить величину передаточного числа главной передачи по сравнению с ее штатным значением. Главным условием выбора нового оптимального числа главной передачи является возможность реализации максимальной мощности двигателя. Таким образом, следует всегда помнить, что передаточное число главной передачи не может быть произвольным.

Существует несколько способов модификации главной передачи. Первый способ заключается в полной замене редуктора главной передачи ее тюнинговым вариантом после проведения необходимых инженерных расчетов. Второй способ предполага-

ет замену штатной коробки передач на тюнинговую, содержащую ускоряющую передачу, т. е. такую, у которой передаточное число меньше единицы ($u_{\text{тп}} < 1$). Произведение передаточных чисел штатной главной передачи и ускоряющей передачи коробки передач должно обеспечивать необходимую величину нового оптимального значения минимального передаточного числа трансмиссии.

Не следует забывать и о роли радиусов r_k ведущих колес автомобиля. Как показывает формула (6.3), увеличение радиуса ведущих колес создает такой же эффект, как и уменьшение передаточного числа главной передачи. Поэтому, заменяя низкопрофильные шины полнопрофильными, увеличивая диаметры колесных дисков, можно увеличивать размеры ведущих колес настолько, насколько позволяют габариты колесных ниш. Изменением размеров ведущих колес наиболее просто корректировать необходимое минимальное передаточное число трансмиссии.

При выборе тюнинговой коробки передач желательно иметь вариант конструкции с возможно более значительным количеством ступеней, чем это было у штатной коробки передач. Ведь, как известно из теории движения автомобиля, с увеличением количества ступеней в коробке передач возрастает интенсивность разгона автомобиля, что для спортивного стиля вождения является немаловажным фактором.

Кроме того, при замене коробки передач необходимо обратить внимание на величину передаточного числа первой передачи u_1 . Дело в том, что общее передаточное число трансмиссии при разгоне автомобиля на первой передаче не должно превышать общего передаточного числа штатной трансмиссии, чтобы не создавать избыток силы тяги на ведущих колесах. Как известно, сила тяги P_T (т. е. окружная сила на колесе) определяется выражением

$$P_T = \frac{M_e u_{\text{тп}} u_1 \eta_{\text{тп}}}{r_k}, \quad (6.4)$$

где M_e – крутящий момент на валу двигателя; $u_{гп}$ – передаточное число главной передачи; u_1 – передаточное число первой ступени коробки передач; $\eta_{тр}$ – КПД трансмиссии; r_k – радиус ведущих колес.

При штатной трансмиссии сила тяги уже и так достаточно велика, чтобы движение автомобиля начиналось без буксования ведущих колес. Если передаточное число первой передачи модифицированной трансмиссии позволит создавать более значительную окружную силу на ведущих колесах, то ее все равно нельзя будет использовать для увеличения ускорения автомобиля при разгоне, т. к. невозможно передать на опорную поверхность силу больше, чем сила сцепления шин с дорогой. Избыток силы тяги вызовет лишь интенсивное буксование ведущих колес и их ускоренный износ. Дорожные шины просто изойдут на дым, когда водитель хорошо нажмет на акселератор.

Возможен вариант, когда при пяти- или шестиступенчатой коробке передач разгон автомобиля целесообразно будет начинать не на первой, а сразу на второй передаче, учитывая возросший крутящий момент на валу модифицированного двигателя.

6.4. Межколесный дифференциал

Межколесный дифференциал – это узел главной передачи, предназначенный компенсировать различие угловых скоростей правых и левых ведущих колес автомобиля при его движении по неровностям дороги, а особенно – на криволинейных участках дороги. Несомненные достоинства межколесного дифференциала проявляются особенно отчетливо при движении автомобиля по твердой опорной поверхности с хорошим сцеплением шин с дорогой. В этом случае крутящий момент, подводимый от карданного вала к корпусу дифференциала (водилу), распределяется поровну между ведущими колесами.

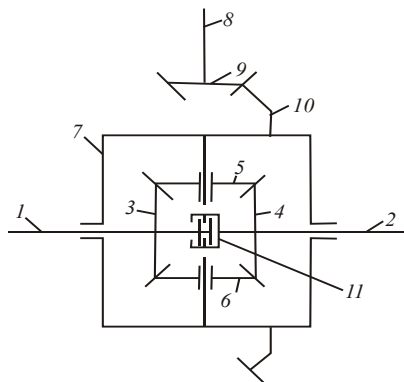
6. Обновление трансмиссии

Однако, если правое и левое ведущие колеса попадают на участки поверхности, имеющие существенно различные коэффициенты сцепления шин с дорогой, то происходит перераспределение тяговых моментов между этими колесами. В результате колесо, находящееся на более скользкой поверхности, начинает буксовать, и суммарная сила тяги на ведущих колесах становится минимальной, что существенно снижает проходимость и тягово-скоростные способности автомобиля. Почти вся мощность двигателя будет затрачиваться на вращение одного из колес и соответствующего ведущего вала (полуоси). Вал при этом испытывает повышенную нагрузку и может быстро выйти из строя, особенно при наличии форсированного двигателя.

Решением может быть применение дифференциала повышенного трения (рис. 6.4). Парадоксально, но увеличение трения в дифференциале хотя и вызывает значительные потери мощности и снижение КПД трансмиссии, что является его крупным недостатком, но зато приводит к выравниванию тяговых моментов между правым и левым колесами и увеличению суммарной силы тяги. Это улучшает тяговые возможности автомобиля.

Рис. 6.4. Схема дифференциала повышенного трения:

1, 2 – левые и правые полуоси дифференциала; 3, 4 – левая и правая полуосевые конические шестерни; 5, 6 – саттелиты; 7 – корпус дифференциала; 8 – карданный вал; 9 – ведущая коническая шестерня; 10 – ведомое колесо главной передачи; 11 – пакет фрикционных дисков



Эти дифференциалы отличаются друг от друга конструкцией узла трения и различным коэффициентом блокировки, т. е.

соотношением между моментом трения в дифференциале и моментом, который подводится от карданного вала к его корпусу. В современных автомобилях блокировка дифференциала включается и выключается по желанию водителя либо автоматически. В автомобилях ранних выпусков такая опция отсутствует.

Кроме снижения КПД трансмиссии, дифференциал повышенного трения обладает еще рядом недостатков. Дифференциалы с большим внутренним трением хуже обеспечивают поворот автомобиля на дороге и издают лязгающий звук, потому что забегающее колесо пытается вращаться быстрее отстающего. Тюнинговые дифференциалы повышенного трения – изделия довольно дорогие и сложные, поэтому их установка под силу только высококлассному специалисту.

Для обычных автомобильных дорог лучше подходят дифференциалы с меньшим трением, но для гонок по прямой дифференциалы повышенного трения имеют преимущества. Для автомобилей, предназначенных только для гонок, лучше вообще отказаться от дифференциала. В этом случае на его место ставится специальная «катушка» – неразъемная деталь, которая напрямую соединяет ведущие валы (полуоси) колес и всегда обеспечивает равный подвод мощности к ним (рис. 6.5).

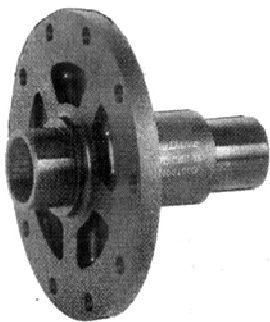


Рис. 6.5. Тюнинговая «катушка», напрямую соединяющая ведущие валы (полуоси) ведущих колес

При передаче повышенной мощности и при условии обеспечения необходимой тяговой силы прочность ведущих валов (полуосей) становится сомнительной. Обычно ведущие валы имеют на наружных концах шариковые шарниры равных угловых скоростей, а на внутренних концах – трипоидные шарниры. При передаче больших усилий, особенно при разгоне автомобиля, эти наиболее слабые узлы могут сломаться. Обновленная си-

6. Обновление трансмиссии

ловая передача может выдержать все расчетные нагрузки, но до той поры, пока компании по производству шин не выпустят на рынок шины с увеличенным коэффициентом сцепления. Тогда придется заменить валы на следующий типоразмер. Более прочные тюнинг-овые ведущие валы с усиленными шарнирами равных угловых скоростей могут передавать дополнительные нагрузки, вызванные заменой шин (рис. 6.6).



Рис. 6.6. Тюнинг-овый ведущий вал с усиленными шарнирами равных угловых скоростей

Кроме того, повышение тяговой мощности и крутящего момента на ведущих колесах может потребовать также замены ступиц колес. На рис. 6.7 показан один из вариантов ступицы с цельным фланцем и усиленными шпильками крепления колеса.

По мере того как конструкторы двигателей находят новые решения для повышения мощности, конструкторы силовых передач ищут возможности для передачи этой мощности в имеющихся габаритах. Так, уже сейчас рынок предлагает выбор усиленных ведущих валов, соединительных звеньев, «катушек» вместо штатных дифференциалов, поворотных кулаков со ступицами и подшипниками, облегченных дисковых тормозов.

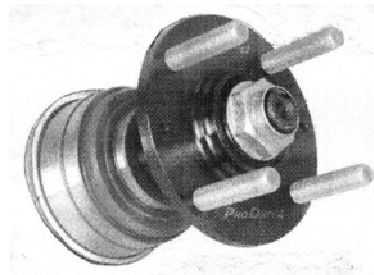


Рис. 6.7. Тюнинг-овая ступица с цельным фланцем и усиленными шпильками крепления колеса

Контрольные вопросы и задания

1. Перечислите основные типы трансмиссий современных автомобилей.
2. Для чего необходима трансмиссия?
3. В чем состоит назначение сцепления? Какова при этом роль маховика ДВС?
4. Какие существуют закономерности распределения передаточных чисел механической трансмиссии автомобиля?
5. Каково назначение межколесного дифференциала?
6. Назовите достоинства и недостатки дифференциала повышенного трения.
7. В каких случаях отказываются от межколесного дифференциала?
8. Что такое коэффициент блокировки дифференциала?
9. Как связана проходимость автомобиля со значением коэффициента блокировки дифференциала?

7. ТЮНИНГ ХОДОВОЙ СИСТЕМЫ

7.1. Подвеска автомобиля

Автомобиль с форсированным двигателем способен двигаться с более высокой скоростью, чем его прототип. Для увеличения устойчивости автомобиля против опрокидывания при движении по криволинейным траекториям желательно понизить его центр масс. Основным способом понижения центра масс является уменьшение дорожного просвета (клиренса), т. е. расстояния от самой нижней точки кузова до опорной поверхности. На крутых поворотах и при торможении автомобиль с пониженным центром масс лучше прижимается к дороге. В сочетании с более жесткими упругими элементами подвески и усиленными амортизаторами это уменьшает наклон кузова автомобиля, увеличивает зону контакта шин с дорогой.

Снижение высоты автомобиля придает ему еще и уверенный гоночный вид. Стандартная подвеска почти всегда выглядит слишком мягкой и высокой, низкий профиль автомобиля сразу выделяется и привлекает внимание.

Значения коэффициента гидравлического сопротивления амортизатора k_a , жесткости упругого элемента (пружины) $C_{пр}$ и поддрессоренной массы кузова m_k взаимосвязаны:

$$k_a = 2 \sqrt{C_{пр} m_k}. \quad (7.1)$$

Если левая часть этого выражения будет больше правой, то подвеска станет очень жесткой, колебаний кузова практически не будет. Если сопротивление амортизатора меньше, чем определено формулой (7.1), то раскачивания кузова могут стать больше допустимых. Поэтому параметры амортизатора и пружины всегда должны быть согласованы в соответствии с зависимостью (7.1).

Существует три типа тюнинговых наборов, позволяющих опустить кузов автомобиля: 1) набор рессор (пружин) с измененными характеристиками, 2) согласованный набор укороченных пружин и амортизаторов, 3) набор регулируемых подвесок. Укороченные пружины могут обеспечить дорожный просвет от 100 до 20 мм. Однако между арками крыльев и шинами в этом случае остается слишком маленький зазор, который практически не позволяет избежать задевания шин об арку, что будет сопровождаться неприятным запахом жженой резины. Регулируемые подвески исключают этот недостаток, но они стоят слишком дорого.

Кроме того, столь маленький дорожный просвет оправдан при движении по дорогам высшего класса. Но ездить по дорожному покрытию, имеющему значительные неровности и выбоины, с таким клиренсом будет проблематично. Также будет сложно в черте города пересекать трамвайные пути. Поэтому, прежде чем уменьшать дорожный просвет до минимальной величины, нужно хорошо все обдумать.

Не все упругие элементы подвески выполняются в виде привычных цилиндрических пружин. В задних подвесках некоторых моделей автомобилей в качестве упругих элементов используются торсионные валы. Два торсионных вала проложены вдоль поперечной балки заднего моста и имеют на концах шлицы. Один шлицевой конец каждого торсиона соединен с левой или правой продольной штангой, а второй конец закреплен на противоположной стороне поперечной балки. При колебаниях кузова автомобиля торсионные валы скручиваются в пределах закона Гука и поэтому выполняют роль упругого элемента.

Операция по изменению высоты расположения кузова включает в себя снятие торсионных валов, переустановку продольных штанг на шлицах торсионов в новое положение и установку торсионных валов на место. Операция кропотливая, но не очень сложная и опасная, а главное – не дорогая. Не нужно приобретать новые рессоры (пружины), все затраты – это только стоимость работы.

Иногда правое и левое колесо связывают между собой еще одним упругим стержнем, жесткость которого значительно меньше жесткости торсионов. Он называется стабилизатором поперечной устойчивости и срабатывает при поперечном наклоне кузова.

Полная замена подвесок – это фактически полное обновление ходовой части автомобиля. Правильно подобранная подвеска позволит уменьшить дорожный просвет, улучшить боковую устойчивость и управляемость автомобиля. Чтобы сохранить при этом приемлемое качество поддрессоривания, необходимо приобрести набор рессор (пружин) и амортизаторов с согласованными характеристиками (рис. 7.1).

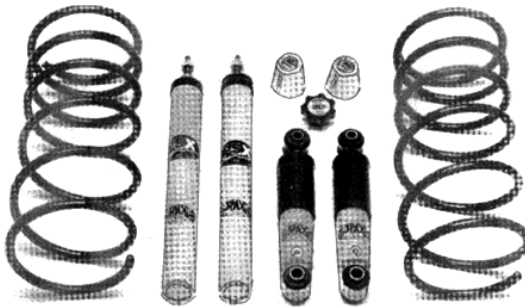


Рис. 7.1. Тюнинговый набор элементов подвески

Некоторые тюнинговые наборы, предлагаемые к продаже, называются «регулируемыми». Но следует иметь в виду, что этот термин относится только к амортизаторам, которые можно настроить по своему желанию. Указанное свойство может не иметь отношения к изменению дорожного просвета.

Существуют тюнинговые подвески с регулируемой высотой. Регулируемые подвески – это подвески, в которых пружины и амортизаторы согласованы и к тому же имеется возможность их полной регулировки в определенных пределах. Это самый

дорогой вариант, но с помощью такой подвески можно регулировать высоту дорожного просвета спереди автомобиля. Это значит, что можно точно установить кузов относительно колес. Это дает возможность установить колеса большего диаметра, опустив кузов насколько это возможно. Но для этого, конечно, придется изготовить новые арки крыльев.

Возможно использование упрощенной подвески с регулируемой высотой. Это компромиссный вариант подвески с двумя фиксированными положениями пружин. В ней сохранены стандартные амортизаторы. Этот вариант значительно дешевле, но он имеет два недостатка: 1) стандартные амортизаторы не приспособлены к измененным пружинам, поэтому при низком клиренсе плавность хода автомобиля значительно ухудшится и будет не лучше, чем у телеги без рессор; 2) чем ниже подвеска, тем больше сжаты амортизаторы. Есть предел сжатия амортизаторов, после которого они становятся жесткими как металлические стержни. Это и есть тот предел, до которого можно опустить подвеску. Понятно, что при уменьшении хода амортизатора даже наполовину он уже не будет так эффективно гасить колебания кузова, как прежде.

7.2. Побочные эффекты

Углы установки колес. При уменьшении дорожного просвета любое конструктивное решение приведет к нарушению углов установки передних управляемых колес. Чем ниже опущен кузов автомобиля, тем очевиднее становится проблема. Изменение углов установки колес прежде всего отрицательно сказывается на управляемости автомобиля, а также на износе шин. Особенно интенсивно начнут изнашиваться наружные либо внутренние стороны беговых дорожек. Такие шины долго не проживут, а они стоят дорого. Иногда может увеличиться из-

нос даже задних шин, но это происходит, как правило, при езде по очень плохим дорогам.

Поэтому после замены подвески, независимо от типа тюнингового набора, необходимо немедленно отрегулировать углы установки колес.

Регулятор давления задних тормозов. На некоторых автомобилях установлен регулятор, ограничивающий давление рабочей жидкости в задних тормозах. Регулятор обычно соединен с задней подвеской. При небольшой нагрузке на задние колеса тормозное усилие задних тормозов понижается, чтобы избежать блокировки колес. При полностью загруженном багажнике задняя часть автомобиля опускается. При этом клапан регулятора полностью открывается, создавая в рабочих цилиндрах задних тормозов максимальное давление.

Искусственное уменьшение дорожного просвета путем понижения кузова клапан регулятора воспринимает как увеличение нагрузки в багажнике. В результате задние колеса могут оказаться заблокированными. Поэтому клапаны регулятора необходимо перенастроить.

Обычно регуляторы давления перенастроить не так-то просто. Но можно клапан регулятора еще раз ввести в заблуждение. Для этого следует опустить кузов автомобиля и в таком положении создать клапану те же условия, что и при нормальной высоте кузова.

Распорка для подвесок. Идея распорки состоит в следующем. При опущенном кузове автомобиля верхние опоры подвесок, закрепленные на тонком железе кузова, могут не выдерживать возросших нагрузок, возникающих при движении автомобиля на поворотах и при боковых ударах колес о бордюр. Кузов может деформироваться или разорваться. Поперечная распорка должна принять на себя нагрузки, воспринимаемые верхними опорами, и тем самым разгрузить детали кузова.

Распорка размещается в подкапотном пространстве моторного отсека. Установку распорки лучше совместить с установ-

кой новых передних подвесок. Распорку значительно легче закрепить на опорах передних подвесок, пока этих подвесок нет на месте. Иначе их придется все равно снимать.

Иногда такую же поперечную распорку ставят и между опорами задних подвесок, особенно там, где удалены задние сиденья.

На самом деле распорка не так уж и эффективна. Она служит лишь дополнительной гарантией надежности кузова при экстремальном стиле вождения автомобиля. Но ее можно поставить и для украшения моторного отсека. Распорку можно хромировать, покрасить или анодировать, сделав ее гармоничным дополнением к подкапотному пространству.

Передние крылья. Как правило, торцы шин не должны выходить за пределы крыльев. В противном случае инспектор ГИБДД оценит это как техническую неисправность. Стандартные колеса удовлетворяют этим требованиям. Однако в случае значительного опускания кузова автомобиля и установки к тому же широкопрофильных шин возникает проблема.

Если все доступные технические способы вогнать шины в пределы крыльев не имеют успеха, остается только один радикальный путь – изменить профиль крыльев. Тюнинговых крыльев в продаже может и не оказаться, но всегда существует возможность изготовить их в специализированных мастерских.

7.3. Диски колес и шины

Колеса являются движителями автомобиля. Но кроме своей главной функции – передавать силу тяги на опорную поверхность и перемещать автомобиль в пространстве, колеса несут и очень важную эстетическую нагрузку. Они являются вместе с кузовом одним из основных элементов дизайна. Особенно красивы диски колес. Автолюбители предпочитают большие колеса. Чем больше, тем лучше, тем красивее.

Чтобы решить, какой дизайн дисков для заказчика является более привлекательным, сфотографируйте автомобиль сбоку и примеряйте вырезанные фотографии колес различного размера и с разными дисками. Здесь проявятся природные художественные навыки либо потребуется помощь профессионального дизайнера. Только после этого следует идти к дилеру и приобретать полюбившиеся диски и шины. Но в любом случае нельзя забывать основную функцию колес и формулы (5.3) и (5.4).

Практика показывает, что большие колеса полезны для автоспорта, т. к. в них можно разместить тормозные механизмы большего размера, они обеспечивают лучшее охлаждение тормозных дисков и отвод тепла от шин, которое образуется при их качении с большой скоростью. Но верно и то, что многие автогонщики предпочитают колеса малого размера, поскольку они позволяют еще более понизить центр масс автомобиля. Боковая устойчивость автомобиля при гонках должна быть обеспечена в первую очередь. Размеры колес, конечно, дело вкуса, но они всегда должны быть согласованы с передаточными числами трансмиссии в соответствии с формулами (5.3) и (5.4).

После принятия решения о размерах и форме колес и дисков и их дизайне нельзя допустить ошибку в установочных размерах колес. Большое значение имеют так называемый офсет и код PCD дисков.

Офсет — это расстояние между средней плоскостью вращения колеса и плоскостью прилегания диска к ступице в месте крепления колеса. Чем меньше офсет, тем дальше отстоит колесо от подвески. И наоборот, чем больше офсет, тем глубже колесо уходит под крыло. При слишком большом офсете колесо может начать цепляться за детали подвески. Диск с неправильным офсетом ухудшит управляемость автомобиля. Автомобиль с неправильно выбранным офсетом дисков будет прыгать на всех неровностях дороги, теряя управляемость. Следует придерживаться заводских рекомендаций, тогда все будет в порядке.

Код PCD (Pitch Circle Diameter) – установочный размер дисков. Этот код состоит из двух чисел. Первое из них – количество болтов, которыми крепится диск к ступице. Второе число – диаметр окружности (в мм), охватывающей болтовые отверстия. Например, код 5×100 означает, что диск крепится к ступице пятью болтами, расположенными по окружности диаметром 100 мм. Код PCD диска должен совпадать с кодом ступицы, иначе колесо установить будет невозможно.

При покупке дисков не надо забывать о балансировочных грузиках, которые необходимы для динамической балансировки колес. Грузики желательно устанавливать на внутренний обод диска. Ничто так не портит вид дорогих колес, как балансировочные грузики, закрепленные снаружи.

После выбора дисков колес не меньшее внимание следует уделить выбору шин. От размера дисков и шин зависит геометрический радиус колеса r_0 , т. е. расстояние от оси колеса до беговой дорожки. От него напрямую зависит динамический радиус колеса r_k , содержащийся в формулах (6.3) и (6.4), определяющий величину силы тяги и скорости движения автомобиля:

$$r_k = \lambda_{\text{ш}} r_0, \quad (7.2)$$

где $\lambda_{\text{ш}}$ – коэффициент радиальной деформации шины, зависящий от величины радиальной нагрузки и типа шины.

Для обеспечения необходимого радиуса колеса при увеличенных размерах дисков следует выбирать низкопрофильные шины. Информация о размерах шин содержится в их маркировке.

Размер шин обозначается странным сочетанием букв и цифр в дюймовой и метрической системах. Например, в маркировке шины 195/45 R 16 80V цифры и буквы обозначают следующее: 195 – ширина шины в мм; 45 – отношение ширины профиля шины к его высоте в процентах, в данном примере это 45 %, следовательно, ширина шины равна $195 \cdot 0,45 = 88$ мм; R – радиальное направление корда; 16 – посадочный диаметр диска в дюймах

7. Тюнинг ходовой системы

(1 дюйм = 25,4 мм); 80 – индекс грузоподъемности; V – индекс скорости (в данном случае разрешена скорость до 240 км/ч).

Индекс скорости означает максимальную скорость, допустимую для данной марки шины (таблица).

Индексы скорости автомобильных шин

№ п/п	Индекс скорости	Максимальная скорость, км/ч	№ п/п	Индекс скорости	Максимальная скорость, км/ч
1	F	80	10	R	170
2	G	90	11	S	180
3	J	100	12	T	190
4	K	110	13	U	200
5	L	120	14	H	210
6	M	130	15	V	240
7	N	140	16	W	270
8	P	150	17	Y	300
9	Q	160	18	Z	Более 300

Индекс грузоподъемности обозначает допустимую вертикальную нагрузку на колесо. Для минимального индекса (65) нагрузка не должна превышать 2900 Н, а для максимального индекса (121) – 14 500 Н.

7.4. Тормозная система

Тормоза – это система механизмов, предназначенных для искусственного замедления автомобиля с максимально возможной интенсивностью. Тормозные свойства автомобиля определяют последний рубеж между приятным ощущением от быстрой езды и позором аварии. Поэтому требования к тормозам необычайно высоки. С энергетических позиций тормоза являются

преобразователями кинетической энергии движущегося автомобиля в тепло, которое выделяется в зоне контакта тормозных колодок с тормозными дисками и шин с дорогой. При торможении тормозная сила в десятки раз превосходит силу тяги. Неудивительно, что тормоза и шины быстро изнашиваются.

Тормозная педаль. Тормоза приводятся в действие путем нажатия на тормозную педаль. Педаль – это рычаг с таким соотношением плеч (передаточным отношением), которое позволяет привести тормоза в действие, даже если отказал сервопривод (усилитель). Конструкторы подбирают передаточное отношение педали оптимальным образом. Так, педаль с малым передаточным отношением быстрее создаст тормозное усилие на колесах, но при этом усилие нажатия на саму педаль будет чрезмерно большим. Водитель будет быстро уставать. Поэтому нужен усилитель (сервопривод).

Сервопривод. На большинстве автомобилей сервопривод тормозной системы управляется вакуумом. Он создает необходимое усилие на поршень главного цилиндра, разгружая тормозную педаль. Гонщики предпочитают иметь тормозную педаль без усилителя, поскольку они лучше ее чувствуют. Но одобрять их действия, а тем более подражать им не стоит.

Тормозная жидкость. Усилие от нажатия на тормозную педаль преобразуется с помощью главного цилиндра в давление тормозной жидкости, которая подается во все рабочие цилиндры колес. В рабочих цилиндрах колес давление вновь преобразуется в силу, прижимающую тормозные колодки к дискам либо тормозным барабанам. Сама жидкость при таком давлении не сжимается, но в ней могут оказаться пузырьки воздуха, которые уменьшат давление в системе, и торможение может оказаться малоэффективным. А это может привести к аварии. Вот почему удаление воздуха из тормозной системы, или «прокачка» тормозов, – операция жизненно важная.

Тормозная жидкость выпускается разных составов и может иметь различные свойства. Наиболее важным показателем явля-

ется температура кипения. Если жидкость закипит, то это во много раз хуже, чем если бы в ней оставался воздух. Пар сжимается еще лучше. Тормозная жидкость очень гигроскопична, т. е. она впитывает влагу из окружающего воздуха и со временем снижает температуру своего кипения. Поэтому примерно раз в два года тормозную жидкость необходимо заменять. Иначе в какой то момент автомобиль вообще не сможет затормозить.

Тормозная жидкость ядовита, легко воспламеняется и агрессивна к краске автомобиля. При попадании жидкости на окрашенную поверхность следует быстро удалить ее ветошью и остатки смыть водой.

Тормозные шланги. Тормозная жидкость подается по трубопроводам, большинство которых представляют собой жесткие металлические трубки. Для подвода жидкости к колесам нужны гибкие шланги. Обычные стандартные шланги хороши, пока они новые. Рано или поздно (лучше рано) их приходится менять. При замене лучше установить не простые резиновые шланги, а армированные. Они прочнее и меньше раздуваются под действием давления жидкости.

Стандартные шланги обладают одним очень большим недостатком. Со временем резина стареет, расслаивается, и на внутренней поверхности шланга появляются нитевидные образования, напоминающие волокна. При создании давления в системе эти волокна проталкиваются в сторону рабочих цилиндров, однако при снятии давления после отпускания педали тормоза эти волокна создают своеобразную пробку (отверстие в шланге составляет примерно 1 мм в диаметре!), которая не позволяет рабочим цилиндрам растормаживаться, и колеса продолжают тормозить. Это часто является причиной ДТП с тяжкими последствиями.

Тормозные суппорты. При торможении тормозной диск зажимается в тормозном суппорте как в струбцине. Давление от главного цилиндра передается под поршни суппорта, и они

прижимают тормозные колодки к дискам или барабанам. Чем больше поршней в суппорте, тем больше тормозное усилие. На большинстве автомобилей в суппортах имеется по одному или два цилиндра, но на гоночных автомобилях их может быть четыре или даже шесть.

Тормозные диски и барабаны. У автомобилей с дисковыми тормозами тормозные диски закреплены на ступицах колес и вращаются вместе с ними. Более 90 % работы торможения приходится на тормоза передних колес, поэтому на современных автомобилях передние тормоза делают дисковыми. Они лучше охлаждаются и, как правило, эффективнее барабанных.

На серийных автомобилях массового производства тормозные диски выполняются сплошными, тогда как на более мощных и быстроходных модификациях ставят вентилируемые диски (рис. 7.2). Такие диски состоят из двух роторов, между которыми имеется зазор, по которому циркулирует воздух для



Рис. 7.2. Тормозные вентилируемые диски

лучшего охлаждения. Чем больше диаметр тормозных дисков, тем больший тормозной момент они могут создать. Тюнинговые диски обычно имеют увеличенный диаметр по сравнению с серийными.

Барабанные тормоза применяются теперь только на задних колесах. Внутри барабана расположены две тормозные колодки, которые прижимаются поршнями рабочего цилиндра к внутренним поверхностям барабанов. Барабанные тормоза надежны и выдерживают длительное интенсивное торможение.

Окраска суппортов и барабанов. После установки тюнинговых дисков большого диаметра суппорты тормозов станут видны всем. Желательно их покрасить, чтобы они гармонирова-

ли с новыми красивыми дисками. Почему бы не совместить установку новых дисков и колодок с покраской суппортов?

Тормоза – устройства грязные, поэтому перед покраской их нужно хорошенько почистить. Для этого можно воспользоваться специальной жидкостью для чистки тормозов или чем-нибудь подобным. Суппорты можно покрасить из баллончика или вручную кисточкой. Красить нужно не менее чем в два слоя.

Для окраски тормозных барабанов никакой разборки не требуется. Нужно поднять заднюю часть автомобиля, снять колеса и с помощью проволочной щетки и наждачной бумаги очистить барабаны. После чистки следует протереть поверхности тряпкой, смоченной в жидкости для промывки тормозов, и тщательно просушить эти поверхности.

Торцевую поверхность барабана, где вворачиваются болты крепления колес, нужно заклеить бумагой. Эту часть поверхности закрашивать не надо. Ее все равно не видно, когда установлено колесо. Можно заклеить также и щиток позади тормоза. Вряд ли кто увидит его неокрашенным позади колеса. Красить барабан, в отличие от суппортов, – одно удовольствие. Опять-таки красить желательно не меньше чем в два слоя.

Если после окраски тормоз плохо собирается, значит с покраской перестарались и наложили лишний слой краски. После высыхания лишнюю краску нужно удалить, соскоблив ее ножом.

Колодки и накладки. Тормозные колодки как дисковых, так и барабанных тормозов состоят из стальной основы, к которой прикреплены накладки из фрикционного материала. Когда-то давно фрикционный материал накладок изготовлялся на основе асбеста. Он обладал прекрасными фрикционными свойствами, но имел один недостаток – асбестовая пыль при вдыхании представляет для человека смертельную опасность. Современные тормозные накладки делают без асбеста на основе полимеров, металлокерамики или их композиций.

Установка тормозных дисков и колодок с улучшенными характеристиками – первый шаг на пути повышения эффективности тормозной системы. Это самая простая модификация, которая займет два-три часа времени, но значительно повысит тормозные свойства автомобиля. Поскольку колодки являются расходным материалом и со временем подлежат замене, следует воспользоваться этим, чтобы установить новые современные колодки с улучшенными характеристиками.

Новые тормозные детали прилегают друг к другу лишь в нескольких точках, и эффективность торможения при этом минимальна, поэтому новые тормозные колодки требуют притирки, приработки, которая наступает через 150–200 км обычной эксплуатации. Недооценка действительных тормозных способностей автомобиля – прямой путь к ДТП.

Тормоза – это важнейшее средство безопасности, и без 100%-й гарантии их работоспособности эксплуатация и даже демонстрация новых тормозов недопустимы.

7.5. Регулируемая тяга Панара

Архаичная зависимая подвеска колес (неразрезные мосты) существует и в настоящее время. Неразрезные мосты широко применяются на грузовых автомобилях, автобусах, джипах и в задних подвесках многих легковых автомобилей. Зависимая подвеска имеет одно важное достоинство – переезд через препятствие не сопровождается изменениями развала и схождения колес. В результате меньше изнашиваются шины.

От колес, связанных неразрезным мостом, на кузов (или раму) передаются реакции от сил, действующих в зоне контакта шин с опорной поверхностью. Эти силы действуют в трех направлениях: вертикальном (реакции от веса автомобиля и динамические воздействия при движении по неровностям дороги),

горизонтальном (тяговые или тормозные силы) и боковом при движении автомобиля по криволинейной траектории.

Вертикальные реакции воспринимаются упругими элементами подвески (рессорами). Остальные передаются на кузов особыми направляющими элементами – продольными и поперечными тягами. Поперечная тяга называется тягой Панара (рис. 7.3). Кинематика этих направляющих элементов, т. е. их взаимные перемещения вследствие преодоления автомобилем неровностей дороги, при поворотах, разгоне и торможении, должна формировать определенный характер поведения автомобиля на дороге, обеспечивать необходимый запас устойчивости и управляемости.

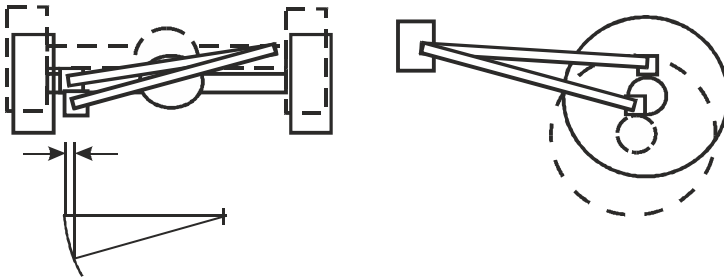


Рис. 7.3. Тяга Панара

Замена элементов подвески, имеющая целью снижение центра масс автомобиля за счет уменьшения дорожного просвета (клиренса), обязательно отразится на направляющих элементах (тягах), которые не могут изменять свою длину. При опускании кузова автомобиля неразрезной мост сдвигается относительно кузова влево и назад. Это непременно отразится на величине развала и схождения колес и ухудшит управляемость автомобиля. Решить эту проблему можно, выполнив поперечную тягу (тягу Панара) регулируемой длины, что позволит изменять положение моста относительно кузова.

Конструкция регулируемой тяги Панара выполняется по аналогии с поперечными тягами, регулирующими развал и сходжение колес. Для этого из стандартной тяги Панара выпиливается кусок длиной примерно 10 см, и в спилы привариваются регулировочные резьбовые втулки. Аналогичную операцию следует выполнить и с продольными реактивными тягами (штангами).

Контрольные вопросы и задания

1. Что представляет собой ходовая система автомобиля? Из каких главных элементов она состоит?
2. Назовите назначение подвески и перечислите типы подвесок.
3. Какие взаимосвязи основных параметров подвески Вам известны?
4. Как влияют углы установки колес на динамичность автомобиля?
5. Что такое дорожный просвет автомобиля и как его можно регулировать?
6. В каких случаях нужно перенастраивать регулятор тормозных сил задних колес автомобиля?
7. Назовите основные параметры дисков колес. Что такое офсет?
8. На каких принципах основана система маркировки шин автомобилей?
9. Что такое индекс скорости и индекс грузоподъемности шин?
10. Какие Вам известны тормоза автомобилей и их типы? Что такое сервопривод тормозов?
11. Объясните роль главного тормозного цилиндра и назначение рабочих тормозных цилиндров.
12. Перечислите разновидности тормозных суппортов.
13. Какими недостатками обладают тормозные колодки, выполненные из материала на основе асбеста?
14. Что такое антиблокировочная система автомобиля и каковы ее функции?
15. Какая тяга называется тягой Панара? Объясните ее назначение и способ регулировки длины этой тяги.

8. ТЮНИНГ САЛОНА

8.1. Проблемы интерьера

В преобладающем большинстве вариантов интерьер салона автомобиля состоит из оттенков серого цвета, который не всем по душе. Поэтому всегда стремятся поправить положение всеми доступными способами – от окраски панелей из баллончика до наклеивания цветных пленок любого дизайна.

По большому счету, тюнинг салона выполняется с целью создания уюта для водителя и пассажиров. При этом должны учитываться индивидуальные эстетические требования владельца. Самые смелые пожелания могут быть реализованы благодаря не только продуманным художественным решениям интерьера, но и с учетом последних тенденций в сфере рестайлинга отделочными материалами последнего поколения.

Серийные автомобили имеют стандартный набор оборудования салона, а это не всем автовладельцам нравится, значит необходимо вносить какие-то изменения в интерьер.

Существует множество вариантов улучшения интерьера – от замены рулевого колеса, тонирования стекол, установки неоновой подсветки и т. п. до полной замены внутренней облицовки и обивки. Чаще всего это зависит не столько от эстетических пристрастий, сколько от финансовых возможностей автовладельца. Можно усовершенствовать салон в стиле последних элитных моделей.

Если невозможно позволить себе полную смену облицовки, то можно попытаться придать автомобилю спортивный вид, содрав с него все лишнее. Таким способом можно преобразить салон, не выходя из гаража, затратив на это не очень много денег и времени. Но это – крайний вариант, продиктованный отчаянием.

8.2. Рулевое колесо и подушки безопасности

Рулевое колесо – первое, что привлекает внимание в салоне автомобиля. Это основная точка контакта водителя с автомобилем, поэтому желательно, чтобы рулевое колесо не раздражало, а радовало взгляд. При проектировании стандартного рулевого колеса конструкторы руководствуются требованиями стандартов, а не вкусами потребителей. Поэтому то, что хорошо для производителя, не всегда устраивает потребителей. При тюнинге салона водитель имеет возможность реализовать свои пожелания.

Рынок предлагает множество разновидностей рулевых колес разной формы и цвета. Можно приобрести рулевое колесо от престижной марки автомобиля, а можно выбрать рулевое колесо спортивного стиля. Перед выбором нового рулевого колеса следует обязательно вспомнить законы механики – чем меньше диаметр колеса, тем большее усилие придется к нему прикладывать для осуществления поворота автомобиля. Если в автомобиле отсутствует гидроусилитель руля, то рулевое колесо малого диаметра может доставить много неудобств, связанных с управлением автомобилем.

Не будет лишним иметь в виду одну маленькую хитрость – это съёмное рулевое колесо. Оно гарантирует дополнительную безопасность, связанную с угоном автомобиля. Снимая колесо на стоянке, водитель всегда сможет найти свой автомобиль там, где он его оставил.

Замена рулевого колеса связана с решением одной очень важной проблемы – заменой подушки безопасности. Большинство современных автомобилей оснащены подушками безопасности. Одна из них встроена в рулевое колесо (рис. 8.1). Поскольку на рынке нет тюнинговых рулевых колес, оснащенных подушками безопасности, то замена рулевого колеса означает утрату одного из средств безопасности водителя.

Для замены рулевого колеса приходится отключить систему подушек безопасности. Блок управления системой безопас-

ности чаще всего расположен в центральной консоли салона, но может быть и в другом месте. Этот же блок управляет, как правило, и натяжением ремней безопасности.

Но проблема подушек безопасности не исчерпывается простым отключением блока управления.

Во-первых, после этого сигнальная лампочка (индикатор) системы безопасности на приборной доске будет постоянно включена. Она может раздражать водителя. Но гораздо более важно то, что это может послужить поводом к серьезным претензиям сотрудника ГИБДД при прохождении планового технического осмотра автомобиля.

В действующих Правилах дорожного движения (ПДД) не оговорено обязательное наличие подушек безопасности. Но если они предусмотрены конструкцией автомобиля, то сигнал индикатора служит информацией об их отсутствии, что может послужить поводом для решения инспектора о повторном прохождении технического осмотра автомобиля после устранения неисправности.

Справиться с этой проблемой можно двумя способами: первый – замаскировать сигнальную лампочку либо удалить ее с панели приборов; второй – «обмануть» систему самодиагностики БЭУ, замкнув контакты системы безопасности. Их нужно соединить перемычкой с 5-амперным предохранителем. Тогда система самодиагностики будет «думать», что подушка безопасности на месте, и поэтому лампочка индикатора погаснет естественным образом.

Во-вторых (что еще более существенно), удаление подушки безопасности на одном только рулевом колесе нейтрализует и все остальные средства безопасности. Поэтому необходимо в обязательном порядке поставить в известность об этом страхо-

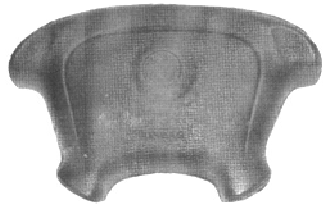


Рис. 8.1. Подушка безопасности, встроенная в рулевое колесо

вую компанию, которая выдавала страховой полис владельцу этого автомобиля.

Подушки безопасности относятся к классу взрывоопасных предметов. Парадоксально, но предназначенные для повышения безопасности водителя и переднего пассажира подушки безопасности сами могут нанести травму при неосторожном обращении с ними. Поэтому необходимо соблюдать следующие правила.

– Перед снятием подушки безопасности с рулевого колеса нужно отключить аккумулятор. Если аудиосистема автомобиля оснащена охранной системой, то перед отключением аккумулятора следует удостовериться в наличии у тюнера кода ее разблокировки. После отключения аккумулятора не нужно сразу трогать подушку безопасности, а подождать еще минут десять, потому что в системе управления подушкой безопасности сохраняется электрический заряд, который может привести ее в действие даже при отключенном питании.

– Подушка безопасности очень чувствительна к ударам. Падение с определенной высоты может привести ее в действие. Если при падении подушка не сработала, то скорее всего она уже не сработает никогда, даже в случае необходимости. С другой стороны, после своего срабатывания подушка превращается в хлам и повторно использована быть не может.

– Снятую подушку безопасности следует разместить контактами вверх и хранить ее в таком положении в прохладном месте. При этом вокруг нее должно быть достаточно свободного пространства. Если подушка случайно сработает, она не нанесет ущерба чему-нибудь или кому-нибудь.

– Подушка взрывоопасна, поэтому необходимо контролировать температуру среды, в которой она находится. При температуре свыше 90 °C подушка может взорваться. Такая температура может быть, например, в сушильной камере после покраски автомобиля.

В автомобилях, где подушки безопасности не предусмотрены конструкцией, нет и описанных выше проблем. Замена рулевого колеса выполняется по упрощенной технологии и стоит дешевле.

8.3. Новые сиденья

Очень часто владельцу автомобиля не нравится цвет обивки сидений. Эта проблема легко решается путем замены материала обивки. Гораздо хуже, если сиденья оказываются старомодными, неудобными, форма сидений не соответствует анатомическим особенностям фигуры водителя. Случается, что при движении автомобиля по криволинейной траектории водитель под действием сил инерции смещается в сторону, соскальзывая с подобного довольно плоского сиденья. В таком случае требуется замена обоих передних сидений.

Правильная установка сиденья имеет большое значение как для пассажира (или штурмана), так и для любого водителя, а особенно для водителя-гонщика. Наиболее важным является правильная регулировка расстояния от сиденья до рулевого колеса и установка угла наклона спинки сиденья.

Современные тюнинговые автомобильные кресла максимально учитывают особенности человеческого тела. Но все-таки перед покупкой кресла желательно водителю в нем посидеть и почувствовать, насколько оно удобно. При этом необходимо определить, какое кресло правое, а какое левое, т. е. какое кресло предназначено для водителя, а какое – для переднего пассажира.

Покупая новые сиденья, не следует забывать о способах их крепления в салоне. Под старыми сиденьями на днище кузова автомобиля предусмотрены специальные усиленные опоры. Наилучший вариант выбора будет таким, когда точки крепления новых сидений совпадут с отверстиями на этих опорах. В противном случае придется переделывать либо опоры, либо салазки кресел.

Обычно новые сиденья приобретают вместе с новыми ремнями безопасности. Они могут быть с трехточечным либо с четырехточечным креплением. Это тоже нужно учитывать. Но ни в коем случае не следует пытаться самостоятельно изгото-

вить опоры для крепления ремней. Заводские конструкторы провели множество тестов, связанных с поиском рациональных мест для размещения ремней, и испытали их опоры на прочность. При ДТП возникают такие большие силы, что самодельные крепления могут их не выдержать.

8.4. Тонирование стекол

Не всем водителям нравится, что снаружи можно разглядеть все, что находится в салоне автомобиля, в том числе и пассажиров, поэтому часто возникает желание тонировать стекла полупрозрачными пленками. Тонированные стекла хорошо смотрятся на новом элегантном автомобиле с качественной окраской, улучшая внешний вид автомобиля. Существует большой выбор пленок для стекол, в том числе цветных, полупроницаемых и отражающих ультрафиолетовые лучи.

Тонирование – это дело личного вкуса, однако существуют объективные ограничения. Тонирование стекол автомобилей регламентировано ГОСТ 5727–88, который разрешает снижение светового потока через лобовое стекло на 25 %, а через остальные стекла – на 30 %. Поэтому при покупке пленки для тонирования стекол необходимо следить за соответствием качества пленки требованиям стандарта, для чего следует потребовать от поставщика сертификат соответствия. Этим владелец автомобиля будет гарантирован от неприятных объяснений с сотрудниками ГИБДД, потому что почти на всех постах ГИБДД имеется оборудование для проверки светопропускаемости тонированных стекол.

Суть операции тонирования состоит в наклейки необходимой пленки на стекло. Комплекты пленок для тонирования автомобильных стекол поставляются в двух вариантах: 1) в виде рулона, из которого необходимо будет вырезать куски

по форме стекол; 2) в виде готовых выкроек, сделанных по форме стекол.

Второй вариант практичнее, но он не допускает ошибок. Если по неосторожности будет испорчено хотя бы одно полотно из комплекта, то купить его в отдельности нельзя. Придется заново покупать весь комплект выкроек. Количество пленки в рулоне продается с некоторым запасом, который необходим для компенсации неудачных попыток.

Работа с пленкой требует большого терпения и тщательности. Лучше выполнять ее вдвоем. Если используется пленка в рулоне, то она вначале наклеивается на стекло, а затем ее излишки обрезаются по форме стекла. Вначале с пленки необходимо снять защитный слой, внести пленку внутрь салона и наклеить на стекло. Все это надо проделать в стерильной чистоте, поскольку любая пыль, капли воды или внезапное движение воздуха может весь труд уничтожить в одно мгновение, поэтому клеить пленку надо внутри салона, а не снаружи.

Перед наклейкой пленки необходимо самым тщательным образом очистить стекло. Оно должно быть стерильно чистым снаружи и внутри салона. Нельзя пользоваться жидкостями для мытья стекол, поскольку эти жидкости содержат аммиак или уксус. Эти химические вещества вступают в реакцию с пленкой или клеем и способны привести материал в негодность. Имеет смысл промыть пространство вокруг окон, чтобы случайно не занести с него грязь на пленку. Если это произойдет, то исправить результат будет уже невозможно.

Начиная с размотки рулона, пленку следует стараться держать постоянно натянутой. Если пленка слипнется или получится залом, то разгладить ее потом будет нельзя никаким способом. От рулона нужно отмотать кусок нужной длины и обрезать его приблизительно по форме стекла с некоторым припуском на дальнейшую подрезку.

Чтобы обрезать пленку по форме стекла, ее вначале нужно приложить с наружной стороны стекла защитным слоем к себе.

Перед этим следует обрызгать из пульверизатора наружную сторону стекла слабым мыльным раствором. Аккуратно приложив пленку к стеклу и обрызгав наружную сторону пленки тем же мыльным раствором, необходимо обязательно удалить пузырьки воздуха из-под пленки ребром линейки либо валиком для накатки фотографий. Только теперь острым ножом пленка обрезается по форме стекла.

После этого пленку нужно снять с наружной стороны стекла и перенести внутрь салона для окончательной ее наклейки на внутреннюю сторону стекла. По мере снятия пленки полезно брызгать воду между ее наружной поверхностью и стеклом, что поможет пленке легче отделяться от стекла. Желательно не удалять пленку слишком далеко от стекла, чтобы на ней не образовались заломы. При этом пленку все время нужно держать в натянутом состоянии, не давая ей скручиваться.

После снятия пленки нужно с большой осторожностью вдвоем с помощником перенести ее в салон и аккуратно наложить на внутреннюю поверхность стекла. Поверхность пленки, которая до этого была снаружи, теперь должна оказаться обращенной внутрь, к поверхности стекла. Поскольку пленка имеет точную форму стекла, ее можно приложить только одним определенным образом. Вновь смочив внутреннюю поверхность стекла и наружную сторону пленки мыльным раствором, необходимо прикатать ее валиком или краем линейки для удаления влаги и пузырьков воздуха. В углах прикатывать пленку удобнее линейкой.

8.5. Аудиосистема

Аудиотюнинг – один из наиболее популярных видов реконструкции салона среди водителей молодого возраста. Особенно часто он применяется на автомобилях старых (да

и не очень старых) моделей, в которых качество аудиосистем не является безупречным.

Для хорошего звучания музыки в салоне необходим первоклассный аудиоблок, усилитель и динамик. Не бывает лишним и проигрыватель компакт-дисков. Современные производители радиотехники предлагают огромный ассортимент аудиосистем, поэтому проблема выбора заключается лишь в наличии вкуса и денег. Основная трудность состоит в том, чтобы поставить новый блок с большим количеством проводов вместо старого.

Но эта техническая проблема всегда имеет конкретное решение. Обычно любители настоящих автомобильных стереосистем предпочитают четырехканальные усилители. Два канала используются для передних высокочастотных динамиков, а два – для сабвуфера. На фоне высококлассной тюнинговой аппаратуры динамики должны соответствовать качеству музыкального центра и издавать звуки, которые приятно слушать. Прекрасно зарекомендовала себя звуковая система, в состав которой входит динамик средних частот, высокочастотный динамик и пассивный делитель частот. Делитель расщепляет звуковой сигнал от усилителя на высокие и средние частоты и посылает их на соответствующие динамики.

Наряду с высокими и средними частотами для получения хорошего качества звука требуется воспроизведение также и низких частот. Вот для этой цели и предназначен специальный динамик – сабвуфер. Поскольку сабвуфер имеет большие габариты, его чаще всего помещают в багажнике автомобиля, предусмотрев для этого необходимые крепления.

При монтаже аудиосистемы особое внимание следует уделить электрическим проводам. Правильно выполненная электрическая проводка – необходимое условие высокого качества музыки, отсутствия посторонних шумов в динамиках и гарантия от короткого замыкания и пожара.

При прокладке кабеля питания усилителя обязательно следует включить в электрическую цепь предохранитель, расположив его недалеко от аккумулятора. Протягивая провода через моторную или иную перегородку, обязательно следует вставить в отверстие резиновую втулку, чтобы провода не перетерлись об острые кромки. Провода аудиосистемы, передающие звуковые частоты, нужно прокладывать подальше от проводов других электрических и электронных автомобильных систем, чтобы избежать взаимных помех. Особенно осторожно нужно обращаться с системами защиты – подушками и натяжителями ремней безопасности, чтобы избежать их непроизвольного срабатывания.

8.6. Ручки, накладки на педали и другие мелочи

Водитель автомобиля с механической коробкой передач пользуется рычагом переключения передач и рычагом стояночного тормоза многократно. Поэтому не исключено, что внешний вид этих рычагов заслуживает того, чтобы они выглядели достаточно эстетично. Для этого в продаже имеется огромный выбор тюнинговых рукояток на любой вкус. Установить их не представляет особого труда не только для специалиста, но и для самого водителя. Обычно рукоятка рычага переключения передач просто закрепляется с помощью резьбового соединения. Не будет лишним заменить и чехлы рукояток.

У современных водителей считается очень модным применение литых алюминиевых накладок на педали ножного тормоза, акселератора и педали сцепления (в автомобилях с механической коробкой передач). Тюнинговые накладки, предлагаемые авторынком, действительно имеют привлекательный вид, особенно анодированные в комбинации с разноцветными вставками.

Накладки крепятся специальными болтами, поэтому для их правильной установки необходимо предварительно разметить те

места, где следует просверлить отверстия для крепления. Перед установкой накладок нужно обязательно убедиться в том, что педалями легко пользоваться, что они занимают привычное место и не цепляют друг за друга и за коврик на полу при их нажатии до упора. После установки накладок следует надежно затянуть болты и гайки. Это очень важно для обеспечения безопасности вождения автомобиля. В процессе эксплуатации нужно регулярно следить за тем, чтобы крепления накладок не ослабли.

Пол автомобильного салона застелен, как правило, не очень дорогим ковровым покрытием. Ковровые покрытия пола красивы, но не практичны. В процессе интенсивной эксплуатации автомобиля они скоро превращаются в грязные лохмотья, особенно под ногами водителя. Существует множество вариантов замены изношенного покрытия. Например, изношенный грязный ковер можно закрыть специальным резиновым ковриком, но он не добавит изыска к интерьеру салона. Самый модный вариант – это настилка пластикового мата. Цветные текстурованные маты не только красивы, но и практичны. Их очень легко чистить и мыть. Водители оценят это их достоинство.

Если автомобиль не оснащен противоугонной системой, снабженной сигнальной тревожной лампочкой, то ее можно имитировать, установив дверные кнопки с мигающей лампочкой. В продаже имеются тюнинговые кнопки для запираания дверей изнутри салона, многие из которых снабжены такими мигающими лампочками (светодиодами). Они довольно популярны и пользуются большим спросом, потому что еще и красивы.

Дверные кнопки со светодиодами имеют два электрических провода. Их нужно подключить к бортовой электрической цепи автомобиля. Для этого потребуется один провод присоединить к плюсовой клемме аккумулятора, а второй – к массе. «Плюс» аккумулятора можно взять с контакта дверного выключателя. В результате лампочка будет мигать только при закрытой двери и при выключенном зажигании. Все-таки это заметное предостережение для вора.

В автомобиле, оснащенном электрическим стеклоподъемником или зеркалами заднего вида с электрическим приводом, можно взять «плюс» аккумулятора с одного из этих устройств, поскольку питание к ним уже подведено внутрь двери. Однако при таком варианте лампочки будут мигать всегда. А поскольку всякие дополнительные (нештатные) подсветки внутри салона запрещены, то необходимо встроить тумблер для их своевременного отключения, чтобы не вступать в объяснения с инспектором ГИБДД. Этот запрет справедлив, поскольку в темное время суток из освещенного салона хуже видно, что происходит снаружи. А это уже опасно.

Но есть еще одно интересное конструктивное решение. Один из проводов от светодиода нужно соединить с положительным контактом переключателя замка зажигания, а второй провод — с «плюсом» аккумулятора. От этого светодиод не сгорит. Следовательно, когда на оба контакта светодиода подается «плюс», то светодиод не горит, т. е. когда зажигание автомобиля включено, лампочка не мигает. При выключенном зажигании лампочка начинает мигать, что от нее и требуется.

Контрольные вопросы и задания

1. В чем заключаются основные проблемы интерьера салона?
2. Какие требования предъявляются к тюнинговым сиденьям автомобиля?
3. Назовите главные требования отечественных стандартов к тонировке стекол автомобильного салона.
4. Известны ли Вам основные критерии выбора тонирующих пленок?
5. Каковы основные этапы технологии наклейки пленки?
6. Перечислите основные требования стандартов, предъявляемые к современным аудиосистемам автомобилей.
7. Каковы требования техники безопасности при прокладке электрической проводки для аудиосистем?

9. НАРУЖНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ КУЗОВА

9.1. Боковые повторители сигналов поворота, фары и задние фонари

Установка новых, тюнинговых, повторителей сигналов поворота – это первый шаг в обновлении внешнего вида автомобиля.

Повторители должны светиться оранжевым светом и быть достаточно яркими. Если приобретенные рассеиватели света имеют нужный, т. е. оранжевый цвет, то достаточно вставить электрические лампочки стандартной мощности, и работу можно считать выполненной. Однако, если стекла рассеивателей света прозрачные, то придется поискать в продаже оранжевые лампочки. Промышленность выпускает лампочки, дающие оранжевый свет, хотя их стекла бесцветны. Но такие лампочки не так-то просто найти.

Боковые повторители сигналов поворота выпускаются разными фирмами и поэтому имеют разную конфигурацию. Поскольку все элементы внешнего декора автомобиля должны находиться в гармонии, нужно потратить время, чтобы найти повторители нужной формы. Кроме того, не следует ограничиваться только заменой боковых повторителей поворотов. Полезно заменить все наружное электрическое оборудование. В этом случае целесообразно приобретать его у одного поставщика, у одной фирмы. Тогда все приборы будут иметь единый стиль.

Задние фонари, в отличие от передних и боковых, могут быть в продаже любого цвета, поэтому здесь решающую роль играет эстетический вкус владельца автомобиля. Разноцветные задние фонари могут придать необычный колорит и оригинальность автомобилю. Наибольшей популярностью пользуются дымчатые и прозрачные фонари, поскольку из можно раскрасить по своему вкусу.

Однако надо иметь в виду, что не всякому инспектору ГИБДД понравится такое тюнинговое решение. Дело в том, что

действующими в Российской Федерации Правилами дорожного движения (ПДД) разрешается устанавливать внешние световые приборы от транспортных средств других марок и моделей только на те автомобили, которые уже сняты с производства.

Еще одна проблема касается установки заднего прожектора и задних противотуманных фонарей. По существующим правилам их необходимо встраивать в блок задних фонарей. Если это технически невозможно, то придется их ставить отдельно. В Российских ПДД об этом прямо ничего не сказано, но текст Правил можно истолковать и так, что задние противотуманные фонари вообще нельзя устанавливать. А инспектор ГИБДД всегда прав!

Многие модели современных престижных автомобилей имеют сдвоенные фары, которые придают автомобилю более строгий вид. Самый простой и дешевый способ изобразить свой автомобиль со сдвоенными фарами – это изготовить муляж таких фар, покрашенный под цвет автомобиля. Но для серьезной модификации автомобиля можно приобрести необходимый тюнинговый набор сдвоенных фар как с регулировкой луча фар, так и без нее.

Уместно будет вспомнить, что популярный двухфарный дизайн порожден изобретательностью раллистов начала 80-х гг. прошлого века. Ряд команд договорились об установке на свои автомобили двухфарных блоков. Причем на самом деле из каждой пары фар одна была декоративной. Во время гонок такие декоративные «фары» трансформировались в заборники набегающего потока воздуха для обдува тормозов или для наддува двигателя.

Некоторые водители стараются повысить яркость фар любыми способами. Одним из них является применение лампочек повышенной мощности или голубых лампочек. Они дают эффект галогеновых или ксеноновых ламп, легко устанавливаются в фары взамен стандартных ламп и позволяют обеспечить освещение на уровне современных престижных автомобилей. Но установка нового оборудования на старую модель автомобиля

не обходится без проблем. Главная из них – это предельная мощность, ограниченная стандартом.

Кроме законности установки сверхмощных ламп, они создают еще и ряд потенциальных опасностей, которые необходимо учитывать при их эксплуатации. Первая опасность состоит в том, что эти мощные лампы генерируют много тепла. Избыточный тепловой поток рано или поздно приведет фару в негодность. Прежде всего пострадает отражатель: он или покоробится, или отслоится его светоотражающее покрытие. Может произойти и то и другое одновременно. Немало автолюбителей сожгли фары своих автомобилей, прежде чем осознали эту опасность.

Повышенная мощность ламп требует более значительного тока для их питания, на который не рассчитаны провода, выключатели и предохранители электрооборудования. Известны случаи, когда плавилась изоляция проводов, и возникало короткое замыкание, которое приводило к пожару. Если в базовом автомобиле электрические цепи фар управляются только при помощи выключателей, без реле, то при установке более мощных ламп такое реле следует установить обязательно.

Лампочки повышенной мощности, имеющиеся в продаже в магазинах, как правило, разрешены для установки на автомобиль. Это подтверждается информацией на упаковке.

Анализируя аэродинамику передней части автомобиля, специалисты пришли к выводу, что располагать противотуманные фары и прочие осветительные устройства лучше всего по центру автомобиля, иначе это плохо отражается на общих аэродинамических свойствах автомобиля.

9.2. Элементы аэродинамики автомобиля

Антикрыло. Одним из элементов аэродинамического обвеса автомобиля является антикрыло. Антикрыло представляет

собой по конструкции перевернутое самолетное крыло небольшого размера, которое вместо подъемного эффекта обычного крыла, наоборот, прижимает автомобиль к земле. Являясь красивым элементом дизайна, антикрыло выполняет важную технологическую функцию, улучшая устойчивость автомобиля при больших скоростях движения. Современное антикрыло, жестко закрепленного на кузове, почти на 40 % улучшает аэродинамические показатели автомобиля.

Главным условием достижения столь впечатляющего эффекта является грамотное конструирование антикрыла с учетом законов аэродинамики. Неправильно изготовленное антикрыло может дать противоположный эффект и привести к аварийной ситуации. Поэтому при обзоре рынка, особенно непрофессионального, или ассортимента сомнительных магазинов автозапчастей следует очень критично подходить к выбору тюнингового антикрыла, опираясь на знания и опыт профессионалов в области аэродинамики.

Поскольку назначение антикрыла заключается в создании аэродинамической силы, прижимающей автомобиль к опорной поверхности, то устанавливать антикрыло нужно там, где воздействие на него набегающего потока воздуха будет максимальным. Таким местом является любая зона, не «затененная» кузовом. Например, у кузовов типа «седан» такая зона располагается за надстройкой кузова, в передней части крышки багажника. Сила, прижимающая автомобиль к земле, будет создаваться там, где поток воздуха, обойдя кабину, снова уплотняется. Расположение антикрыла в зоне разрежения желаемого эффекта не даст.

Например, у отечественного автомобиля ВАЗ-2110 «Жигули» еще на заводе-изготовителе ставят небольшое антикрыло на багажнике (рис. 9.1). Даже такое маленькое антикрыло, правильно сконструированное, обеспечивает «прижимной» эффект не только задних, но и передних колес автомобиля.

Чем дальше от кузова вынесено антикрыло, тем прочнее должно быть его крепление. Сила давления набегающего потока, под воздействием которой плохо закрепленное антикрыло может оторваться и причинить вред другим участникам движения, иногда превышает 1000 Н. Поэтому если предполагается участие автомобиля в профессиональных гонках, то эффективностью антикрыла можно пожертвовать, укрепив его поближе к кузову.

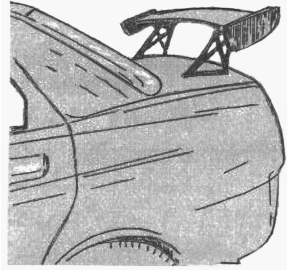


Рис. 9.1. Антикрыло на багажнике автомобиля ВАЗ-2108

Спойлеры. При идеальной аэродинамике автомобиля можно достичь равного распределения нормальных реакций опорной поверхности на передних и задних колесах. Но хорошая аэродинамика автомобиля достигается не только с помощью антикрыла. Большое значение имеет при этом спойлер, расположенный на переднем бампере. Главным назначением этого аэродинамического обвеса автомобиля является создание препятствия попаданию воздуха под днище автомобиля. Дело в том, что поток воздуха под днищем автомобиля, сталкиваясь с элементами ходовой части, вызывает дополнительное сопротивление движению автомобиля, а это снижает нормальные реакции опорной поверхности в зоне контакта колес и ухудшает устойчивость и управляемость автомобиля.

Некоторые автопроизводители, чтобы не допустить описанного эффекта, устанавливают профилированные панели под днищем автомобиля. Однако практика показала, что лучшим и одновременно более простым решением этой проблемы является установка переднего спойлера. Находясь на переднем бампере автомобиля, он перенаправляет потоки воздуха вверх на радиатор. При этом вместо подъемного эффекта будет наблюдаться прижимание автомобиля к опорной поверхности вследствие возникновения разрежения под днищем автомобиля. Такой

эффект иногда даже называют «эффектом земли». Задний спойлер выполняет практически ту же задачу, что и передний. К тому же он берет на себя функцию антикрыла.

Из разновидностей спойлеров следует назвать еще спойлеры-козырьки. Они устанавливаются в местах срыва воздушного потока и дают довольно ощутимый аэродинамический эффект. Существуют также спортивные спойлеры для любителей стритрейсинга. Имея довольно простую и в то же время максимально эффективную аэродинамическую форму, они выглядят впечатляюще.

Наружных обтекателей воздушного потока, именуемых дефлекторами или спойлерами, выпускается великое множество. Приобрести их можно отдельно, не связывая покупку с тюнингом других частей кузова. Дефлектор вносит значительные изменения в облик автомобиля. Он не зависит от других работ с кузовом, и его можно поставить в любое время. Главное – покрасить его в нужный цвет и хорошо закрепить. Очень важно при установке дефлектора правильно разметить места установки. Дефлектор – деталь крупная, и его неправильная установка может изуродовать внешний вид кузова. Причем для крепления дефлектора придется сверлить кузов, а лишние отверстия в нем не нужны.

Колесные ниши и дефлекторы. Арки, обрамляющие колеса, называются колесными нишами. От их аэродинамических свойств зависит 20 % аэродинамических показателей всего автомобиля. Важными при этом являются многие факторы: сами колеса с их шириной и диаметром, а также дизайн дисков и размер колесной ниши.

9.3. Прочие аксессуары

Замена эмблем. Тюнинг безграничен. Завершив тюнинг таких солидных объектов, как двигатель трансмиссия, кузов, захочется обратить свой взор и на мелочи. Если автомобиль имеет

уже солидный возраст, но выглядит как современная иномарка, то почему бы, шутки ради, не прицепить вместо эмблемы отечественного завода эмблему какой-нибудь популярной иномарки. Пусть это будет не эмблема знаменитой Bugatti (никто не поверит!), но хотя бы эмблему Toyota или Hyundai прикрепить можно. Никому не надо знать, сколько денег потрачено на «осовременивание» родной машины, если она фактически осталась прежней моделью.

Хотя заменой эмблем и даже добавлением новых значков можно улучшить внешний вид автомобиля, необходимо соблюдать меру. Количество, размеры и цвет эмблем должны гармонизировать с внешним дизайном автомобиля. Для большего эффекта их желательно тщательно почистить и отполировать.

Противосолнечная пленка. Противосолнечные наклейки, как правило, приносят пользу. Их легко установить либо снаружи лобового стекла, либо изнутри салона. Снаружи клеить их значительно удобнее, но существует опасение, что щетки стеклоочистителя их могут повредить.

Не нужно забывать, что государственным стандартом не допускается снижение светового потока более чем на 25 %. Это означает, что площадь светозащитной пленки не должна занимать более 25 % площади лобового стекла.

Один стеклоочиститель. Автомобиль с одним стеклоочистителем, расположенным по центру лобового стекла, смотрится более элегантно, чем с двумя. Замена двух стеклоочистителей на один большего размера сделает автомобиль отличающимся от других. Но эта замена имеет и практический смысл. Первыми додумались ставить один стеклоочиститель вместо двух автогонщики. Они считают, что стеклоочистители небольшого размера, как правило, чистят лобовое стекло не очень хорошо и не дают достаточного поля для обзора. Один большой стеклоочиститель улучшает видимость.

О том, как снять привод стеклоочистителя, можно прочесть в руководстве по обслуживанию и ремонту автомобиля.

Но, чтобы из двух стеклоочистителей сделать один, надо проявить смекалку и применить инженерные знания.

Штыревая антенна. Антенны теперь устанавливают на все модели автомобилей. Но на автомобилях старых моделей ее может не быть, или захочется установить ее сзади или сверху. Прежде чем приступать к сверлению отверстий, следует решить, где лучше проложить антенный кабель. В идеальном варианте он должен быть в стороне от проводов динамиков и усилителя аудиосистемы. Как правило, его прокладывают в нижней части кузова с левой или правой стороны.

Гладкая дверь багажника. Придать аэродинамичный вид двери багажного отделения не очень сложно, если эту работу будет выполнять профессиональный сварщик, владеющий к тому же техникой шпатлевки и покраски. Заглаживание двери багажного отделения — логичное продолжение усовершенствований, начатых с удаления эмблем и наклеек. Эту работу лучше всего выполнять вместе с остальными кузовными работами.

Вставка сеток. Сеткой можно заменить решетку радиатора, воздухозаборники промежуточного теплообменника, кондиционера, вентилятора. Если сделать все в одном стиле, покрасить сетку в тон кузова, то это будет красиво и гармонично.

Пороги. Так называемые пороги, которые на самом деле являются накладками на них, не только придают автомобилю оригинальный вид, но и неплохо предохраняют кузов от коррозии. Даже при довольно сильных ударах пороги неплохо амортизируют, ну а если уж расколется, что повлечет за собой повреждение основного металлического порога под ним, то в качестве ремонта можно будет обойтись всего лишь антикором и новой пластиковой накладкой на порожек, что стоит не так уж дорого. Тюнинговые накладки на порожки выпускаются разного цвета и украсят внешний вид кузова.

При выборе порожка надо обращать внимание не только на цвет, но и на материал, из которого он изготовлен. Порожек

должен быть достаточно прочным и не продавливаться совсем легко. В противном случае – это простая подделка. Выпускают порошки и из стекловолокна. Но они являются довольно хрупкими и при небольших ударах могут треснуть.

Маски. Есть еще небесполезные аксессуары, называемые масками. Маски являются ничем иным, как декоративными решетками, закрывающими радиатор. Поскольку никаких особых физических нагрузок маска не испытывает, то к выбору материала особо критически подходить не следует. Более важно само исполнение маски. Чтобы убедиться в хорошем качестве такого тюнингового изделия, следует посмотреть на маску с изнанки. Если маска собрана неаккуратно, то в процессе эксплуатации она может оторваться и принести много неприятностей.

Рейлинг. Это труба или иной металлический профиль, закрепляемый на крыше легкового автомобиля для подвешивания на нем различных вспомогательных аксессуаров: осветительных приборов, аудиосистем, рекламных щитов и т. п. Рейлинги выполняют не только декоративную, но и грузовую функцию, позволяя монтировать на них багажник.

Кенгурятник. Чтобы защитить облицовку радиатора, а также капот и осветительные приборы от повреждений при наезде зимой на сугробы, столкновении с животными, ветками деревьев или иной крупной растительностью, используют так называемые кенгурятники (кенгурины). Они представляет собой конструкцию из загнутых труб, закрепляемую впереди переднего или сзади заднего бампера автомобиля. Кенгурятники появились в Австралии, поскольку местные водители слишком часто повреждали свои автомобили при столкновении с кенгуру, перебегавшими дорогу.

Кенгурятники в нашей стране пользуются спросом у охотников и рыбаков, которые передвигаются на автомобилях по бездорожью, заросшему кустарником или молодыми побегами деревьев. Зачастую на кенгурятниках закрепляют также лебедку и противотуманные фары.

Выручает кенгурятник и при столкновении автомобилей. В довольно распространенной ситуации, когда автомобиль въезжает передней частью в другой автомобиль, такой кенгурятник, расположенный спереди или сзади, вполне может сохранить целостность кузова. А в такой опасной ситуации, как подкат легкового автомобиля под грузовик, кенгурятник тоже окажет неоценимую помощь. Лобовой удар, вместо того чтобы выбить передние стойки крыши, придется по кенгурятнику, который передаст нагрузку на лонжероны.

Однако есть и недостатки. При очень сильном лобовом столкновении кенгурятник может быть выдернут вместе с лонжеронами, что в дальнейшем приведет к необходимости стального ремонта вместо более простой рихтовки кузова.

Рейлинги и кенгурятники выполняют не только защитную, но и эстетическую функцию, поскольку их часто выполняют из нержавеющей или хромированной стали. При использовании обычной конструкционной стали кенгурятники окрашивают в различные яркие цвета. Поэтому для большинства автолюбителей кенгурятник – это только модный аксессуар.

Контрольные вопросы и задания

1. Что такое внешний тюнинг автомобиля?
2. Перечислите основные виды переоборудования кузова.
3. Какой цвет должны иметь повторители сигналов поворота?
4. Известны ли Вам причины появления сдвоенных фар автомобилей?
5. Для каких целей применяются порошковые покрытия?
6. Какие технологические процессы называются хромированием, анодированием и золочением?
7. Что такое «флип»-эффект и как он достигается?
8. Как получается перламутровый цвет покрытия?
9. Какие аксессуары можно заменять при внешнем тюнинге автомобиля?
10. Что такое маски, рейлинги и кенгурятники? Каковы их функции?

10. АЭРОГРАФИЯ И АНТИКОРРОЗИОННЫЙ ТЮНИНГ АВТОМОБИЛЯ

10.1. Декалькомания

Тюнинг автомобиля выполняется для того, чтобы серийная модель стала отличаться от других свои собратьев, стала выглядеть лучше, чем задумали заводские дизайнеры. Но производителей тюнинговых аксессуаров значительно больше, чем видов производимой ими продукции. Например, если заменить стандартные стальные диски колес на литые из алюминиевого сплава, то это не значит, что нельзя больше увидеть автомобили с подобными дисками. Значит, автовладелец с сожалением будет констатировать, что он не единственный обладатель таких дисков. Отсюда следует вывод, что оригинальный внешний вид автомобилю может придать только сам его владелец, опираясь на свои эстетические вкусы, а также на технические и финансовые возможности.

Одним из эффективных способов выделиться из потока однообразных машин является *аэрография*, т. е. нанесение на кузов разнообразными способами узоров, рисунков и даже граффити с использованием всевозможных красок, лаков и иных материалов. В настоящее время широко распространенным явлением стало нанесение на кузов автомобиля надписей, рисунков и знаков методом декалькомании.

Декалькомания – это наиболее простой способ изготовления различных знаков, надписей или изображений посредством приклеивания их на поверхность по принципу обычных переводных картинок. Для этого переводное изображение (калькому) печатают на специальной бумаге, на которую с одной стороны нанесен клеевой слой. Существуют калькомы и без клеевого слоя. Тогда калькому перед приклеиванием нужно покрыть лаком ГФ-95.

Если на калькоме есть клеевой слой, нанесенный на заводе-изготовителе, то для перенесения рисунка ее необходимо смочить теплой водой (35–40 °С), затем клеевым слоем наложить на поверхность кузова и аккуратно прикатать. После этого верхний слой бумаги осторожно следует удалить, а поверхность с изображением хорошо просушить. После сушки изображение покрывается одним или двумя слоями прозрачного лака. Методом декалькомании изображения наносятся только на готовые качественные покрытия.

Нанесение рисунков, у которых отсутствует заводской клеевой слой, например, при замене фирменных знаков такси производят по следующей технологии. На поверхность старого изображения накладывается ватный тампон, смоченный в растворителе № 646, который выдерживается 12–15 мин. После этого переводной знак осторожно смывается с поверхности. Поверхность высушивается при температуре 18–23 °С не менее 6 ч, а затем наносится марлевым тампоном тонкий слой глифталевого лака ГФ-95 на переводное изображение и сушится при комнатной температуре в течение 20–25 мин до появления липкости. Переводной рисунок с нанесенным на него лаком наклеивается на поверхность и разглаживается валиком для лучшего приклеивания.

Приклеенная калькома обильно смачивается теплой водой (не выше 30 °С) и оставляется сохнуть при температуре 18–25 °С в течение 5–7 мин. Потом с калькомы удаляется бумага, и калькома вновь разглаживается до полного удаления пузырьков воздуха, затем сушится не менее двух часов. На высохшую калькому наносится бесцветный лак МЧ-52, который сушится с помощью лампового рефлектора или передвижной терморadiaционной установки.

Механическая прочность изображений, нанесенных методом декалькомании, значительно ниже, чем у лакокрасочного покрытия автомобиля, поэтому в процессе эксплуатации

приходится эти изображения заменять новыми, что, впрочем, даже полезно.

10.2. Декоративные покрытия

Особый шик придают автомобилю разнообразные декоративные покрытия кузова или его частей с помощью хромирования, анодирования, золочения и т. д.

Хромирование. *Хромирование* – это нанесение тончайшего слоя хрома на незащищенную стальную поверхность. Хром, являющийся тяжелым металлом (по терминологии химиков), служит барьером, предохраняющим сталь от коррозии. Кроме того, хромовое покрытие выглядит фантастически красиво и легко чистится. Но справедливости ради следует сказать, что само хромовое покрытие не дает того зеркального блеска, который ассоциируется с его названием. Зеркальный блеск получается, если под хромовое покрытие предварительно нанесен слой никеля. Хром – это только финишное сверхтонкое покрытие.

Хромирование является длительным и технологически сложным процессом, который можно осуществить только в заводских условиях. Оно (хромирование) требует дорогого оборудования и материалов. В связи с этим почти невозможно найти предприятие, которое взялось бы за выполнение единичного заказа. А если такое предприятие и найдется, то хромированная деталь будет стоить дороже золотой.

Сначала обрабатываемое изделие погружается в соляную кислоту для растворения ржавчины и старых защитных покрытий. Затем после удаления кислоты изделие полируется до зеркального блеска и проходит еще раз тщательную очистку. После очистки изделия выполняется процесс его никелирования. Изделие выдерживается в ванне с электролитом для никелирования в течение двух часов, после чего помещается в ванну с другим

электролитом для хромирования всего на несколько минут. После этого изделие полируется до зеркального блеска. Следует заметить, что главным компонентом электролита для хромирования является хромовая кислота, а не соль хрома. А главной составляющей электролита для никелирования является серно-кислый никель.

Никелирование и хромирование представляют собой процессы электролитического нанесения тонкого слоя соответствующего металла на поверхность изделия. Лучшее качество хромирования достигается в результате тройного покрытия. Для этого перед нанесением никеля на основу изделия его поверхность вначале покрывается тонким слоем меди. Но такой технологический процесс длится гораздо дольше обычного и стоит дороже.

Хромировать можно не только стальные изделия, но и изделия алюминиевые. Разработана технология хромирования даже пластмассовых изделий. Но это — самая дорогая технология.

Сравнительно просто выполняется хромирование стальных изделий. Однако не рекомендуется подвергать хромированию детали, испытывающие при их эксплуатации большие нагрузки. В процессе хромирования сталь может потерять свою прочность.

Детали из алюминиевых сплавов хромировать труднее, поскольку требуется их тщательная полировка, после чего нужно будет нанести слой меди и слой никеля. Хромированные алюминиевые диски колес будут стоить очень дорого, но зато получатся уникальные изделия, доставляющие огромное эстетическое наслаждение.

При электролизе растворов на основе хромовой кислоты наряду с классическими видами покрытий блестящего хрома можно получить на катоде осадок хрома черного цвета. Осадки черного хрома по сравнению с другими черными покрытиями обладают насыщенным черным цветом, низкой отражающей способностью, высокой коррозионной стойкостью и твердостью. Эти его качества позволяют применять черный хром для

покрытия зеркал заднего вида, наружных зеркал, облицовок радиаторов, щеткодержателей и т. п.

Анодирование. *Анодирование* – это электрохимическое оксидирование, т. е. электрохимический процесс покрытия алюминиевых деталей защитной оксидной пленкой. Анодирование не просто придает изделию нарядный вид, но и надежно защищает его от коррозии. Достоинством такого покрытия является то, что оно составляет одно целое с алюминиевым изделием. Для отделочных работ анодирование привлекательно не столько тем, что защищает поверхность, сколько возможностью придать поверхности блеск и множество различных оттенков цвета.

Для анодирования пригодны только сам алюминий и сплавы на его основе. Причем, чем выше качество алюминиевого сплава, тем красивее будет анодированная поверхность. Анодированные поверхности очень нарядны. Они легко чистятся. Даже одна анодированная деталь способна радикально украсить как интерьер салона, так и кузов автомобиля.

Перед процессом анодирования поверхность изделия необходимо тщательно отполировать. Только на полированной поверхности можно получить красивое блестящее покрытие с глубокой окраской. Отполированное изделие помещается в ванну с кислотой, и к нему подводится положительное напряжение (т. е. изделие выполняет роль анода). При пропускании тока происходит окисление поверхности алюминиевого изделия.

После электролиза изделие промывается, высушивается и еще раз полируется. Следует учитывать, что процесс анодирования обладает плохой воспроизводимостью. Это значит, что получить вторично точно такой же оттенок цвета очень трудно, даже если строго выдержать прежний химический состав ванны и все технологические параметры. Поэтому все изделия, которые должны иметь одинаковый цвет, необходимо анодировать вместе в одной ванне. При эксплуатации изделия анодированный слой легко поцарапать, а исправить его будет уже невозможно.

Золочение. *Золочение* – это электролитический способ нанесения тонкого слоя золота на поверхность изделия в защитных или декоративных целях.

Позолотить можно что угодно, даже пластмассу. Можно позолотить панель магнитолы, облицовочные панели или даже головки болтов. Но попасть в книгу рекордов Гиннеса вряд ли удастся. Трудно соревноваться с султаном Брунея, который позолотил весь кузов своего любимого автомобиля в целях антикоррозионной защиты.

Перед золочением изделие погружается в ванну с цианистым калием. Вначале к изделию подключается отрицательный электрод. В такой ванне оно очищается, и активируется его поверхностный слой. Затем к изделию подключается положительный электрод, и на его поверхность начинает осаждаться тончайший слой золота. После золочения остается только отполировать поверхность и уменьшить свой счет в банке.

Для золочения изделий из алюминиевых сплавов необходимо предварительно выполнить полирование поверхности и никелирование. Чтобы позолотить пластмассовые изделия, нужно их вначале хромировать.

Порошковые покрытия. Эксклюзивное графическое оформление кузова автомобиля удобно выполнять с помощью разнообразных порошковых покрытий. Они наносятся в электростатическом поле в специальной камере. Изделие электростатически заряжается до высокого потенциала, и на него распыляется порошок нужного пигмента. Порошок прилипает к заряженной поверхности и после сушки образует прочный ровный слой декоративного покрытия, который хорошо противостоит ударам и царапинам.

Порошковые покрытия могут быть глянцевыми, матовыми, текстурованными и металлизированными. Известны четыре вида покрытий, дающих специальные эффекты. Это – металлик, металлические вкрапления, перламутр и «флип»-эффект.

Чаще всего встречаются покрытия в стиле металлик. Такие покрытия состоят из обычной краски, в которую включен мелкий металлический порошок, который отражает свет и придает поверхности эффект хрустальной люстры. Покрытие с металлическими вкраплениями похоже на металлик, только частицы металла в нем крупнее и реже расположены. На автомобиле среднего класса при удачном подборе цвета и оттенка не очень крупные металлические вкрапления производят ошеломляющее впечатление. Но при нанесении такого покрытия следует обязательно консультироваться с профессиональным дизайнером.

Для достижения «флип»-эффекта в краску добавляют жидкие кристаллы и пигменты, которые после финишной обработки позволяют видеть поверхность в разном цвете в зависимости от угла зрения. Автомобиль выглядит потрясающе красиво. Вот только не очень понятно, что нужно будет написать в графе «цвет» технического паспорта на автомобиль?

Перламутровое покрытие получается путем нанесения нескольких слоев краски и лака. Первый слой – матовый слой краски основного цвета. После высыхания он покрывается цветным лаком, а затем еще слоем бесцветного лака. В результате кузов приобретает преимущественно один цвет с переливающимися оттенками на изогнутых панелях.

Для покраски автомобиля со спецэффектами требуется специальная подготовка кузова и маляр очень высокой квалификации и опыта. Кроме того, все это стоит очень дорого. Металлик не дешевый материал, а перламутровое покрытие стоит еще дороже. Что же касается настоящего «флип»-покрытия, то для покупки только материала потребуется две-три тысячи долларов USA.

10.3. Покраска автомобиля

Покраска легкового автомобиля в наши дни стала скорее искусством, чем элементарной защитой металла от коррозии.

Любители эстетики используют для окраски автомобиля два, три и более цветов (колеров). Находятся и такие автовладельцы, которые превращают кузов своего автомобиля в настоящий цветник. Тем не менее, утилитарное значение этого технологического процесса изначально выполняло и продолжает выполнять чрезвычайно важную роль.

Существует две технологии покраски автомобилей – заводская и ремонтная, выполняемая на станциях технического обслуживания (СТОА). На первый взгляд они похожи, но на самом деле между ними огромное различие. Главное отличие – температурный режим. На автомобильном заводе кузов можно целиком окунуть в краску, а затем греть и сушить столько, сколько потребуется. В условиях СТОА автомобиль в ванну окунуть невозможно, да и греть его после покраски нельзя, т. к. некоторые детали, которые на заводе установлены уже после покраски, могут расплавиться. В ремонтных условиях предельно допустимая температура нагрева составляет 80 °С. Кроме того, при малых объемах окрасочных работ приходится выполнять изоляцию мест, не подлежащих окрашиванию, чего не делают при полной окраске кузова.

Если кузов автомобиля планируется перекрашивать полностью, а сушку эмали проводить при повышенной температуре в печи, то необходимо снять шины, стекла, обивку, декоративные детали с гальваническим покрытием, резиновые прокладки и другие нетермостойкие материалы. Окрашивать и сушить кузов целесообразно по частям. Детали, которые можно снять (капот, крышку багажника, двери), лучше обрабатывать отдельно.

Если кузов автомобиля окрашивается в два цвета (колера) или более, то эмаль каждого цвета наносят и сушат отдельно. Четкость разграничительных линий при этом достигается наклеиванием липкой ленты по границам раздела цветов. Остальную поверхность кузова защищают бумагой или специальной пастой. Клейкую ленту и бумагу нужно снять с поверхности

сразу после окончания окраски до горячей сушки. Иначе клей с липкой ленты может оставить на краске несмываемые следы.

Процесс окрашивания является многостадийным. Это обусловлено тем, что каждый из слоев лакокрасочного покрытия имеет определенное назначение и исключение любого из них приведет к ухудшению защитных или декоративных свойств покрытия.

Залогом хорошего качества окраски, надежной антикоррозионной защиты и красивого внешнего вида покрытий является неукоснительное соблюдение правильной технологии подготовки поверхностей, нанесения и сушки лакокрасочных материалов. Не следует экспериментировать, пользуясь материалами неизвестных марок или смешивая лакокрасочные материалы на основе различных связующих. Подробно свойства лакокрасочных материалов приведены в соответствующей специальной технической литературе.

Особенностью современной технологии окрашивания стало слово «дважды»! Это значит, что все технологические процессы производятся дважды. Дважды производится грунтовка, дважды производится окраска и лакировка. Впечатляет и очень тщательная подготовка кузова к окраске, которая состоит из двенадцати этапов, включающих обезжиривание и фосфатирование. При восстановительной или декоративной окраске около 90 % трудозатрат приходится на подготовительные работы и только 10 % собственно на окраску и сушку изделия.

Фосфатирование поверхности перед покраской позволяет обеспечить необходимый уровень защитных свойств лакокрасочных покрытий – повышает адгезию (прилипание) покрытия к металлу и существенно тормозит развитие подпленочной коррозии. Фосфатирование производится путем обработки поверхности водными растворами, содержащими фосфорные соли металлов и различные добавки, играющие роль активаторов процесса фосфатирования, ингибиторов коррозии, загустителей и наполнителей.

При фосфатировании происходит химическое взаимодействие поверхности металла с компонентами фосфатирующего раствора, в результате которого на поверхности образуется химически связанный слой нерастворимых фосфатов.

Различают следующие виды фосфатирования: обычное (нормальное), ускоренное, холодное и аморфное. На автомобильных заводах фосфатирование производят специальным раствором при температуре 45–50 °С. В условиях СТОА реально можно выполнить только холодное фосфатирование с использованием соответствующих паст и растворов. Фосфатирование мелких стальных деталей можно проводить при комнатной температуре.

При покраске чрезвычайно важна совместимость компонентов. Например, если эмаль требуется покрыть лаком, то может оказаться, что растворитель, используемый в качестве основы для лака, слишком химически активен для краски. В результате окрашенная поверхность окажется неровной, на ней быстро появятся трещины. Такая поверхность не будет выполнять ни свои декоративные, ни защитные функции, что наиболее важно.

При выполнении декоративных элементов дизайна кузова с помощью краски и лака их приходится наносить на существующий слой краски. Все они, как правило, имеют разный химический состав. Но в общей системе окрашивания каждый компонент должен быть совместим с тем, на котором он применяется. Поэтому, прежде чем приобретать компоненты для покраски, следует определить, чем был покрашен автомобиль прежде.

Некоторые производители автомобилей указывают особенности окрасочных заводских работ автомобиля в виде кодов покраски, которые находятся в списке на маркировочной этикетке. Точный тип краски можно определить по VIN-коду. VIN-код (Vehicle Identification Number) — идентификационный номер автомобиля, состоящий из 17 символов (латинских букв и цифр). В комбинациях кода никогда не используются символы I, O и Q.

Основные места расположения VIN-кода:

- в левой верхней части приборной панели, прямо под лобовым стеклом; при таком расположении VIN-кода его можно увидеть только снаружи автомобиля (рис. 10.1);
- внизу арки водительской двери; при таком расположении VIN-кода его можно увидеть только при открытой водительской двери (рис. 10.2);
- под капотом двигателя;
- в салоне автомобиля недалеко от водительского сиденья;
- в свидетельстве о регистрации автомобиля или паспорте технического состояния (ПТС).



Рис. 10.1. VIN-код, расположенный под лобовым стеклом автомобиля

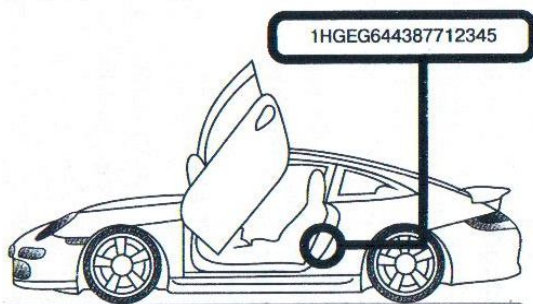


Рис. 10.2. VIN-код, расположенный внизу арки водительской двери

Отчет системы CARFAX(это информация об автомобиле на основании VIN-кода) можно получить в Интернете на специализированных сайтах.

Если нет возможности определить тип краски с помощью маркировочной этикетки, VIN-кода, по маркировке на упаковке из-под краски (если автомобиль перекрашивался краской другого типа, отличающейся от заводской) или из других источников, то выяснить это можно и нужно самостоятельно. Для этого следует выбрать малозаметное место на той части поверхности, ко-

торую нужно покрасить, приложить к нему чистую белую ткань, смоченную в растворителе, и слегка потереть. Если цвет краски сразу побледнел, а пятно начало сморщиваться, то это значит, что место на поверхности было покрыто эмалью. Если краска стала бледнеть только после очень сильной протирки, то это место покрыто лаком. Если же после энергичной протирки краска не изменяет цвет, то поверхность была покрашена краской уретанового типа.

Чтобы определить, имеются ли сверху основного цветного слоя краски прозрачные слои, малозаметное место поверхности, которую необходимо покрасить, следует протереть тонкой наждачной бумагой. Если в результате такой обработки посыпался белый порошок, то это означает, что поверх цветной основы наложены прозрачные слои.

Современные автомобили окрашивают либо металликом, либо неметалликом. Покраска неметалликом – это то же самое, что нанесение лака. Окраска кузова металликом сопровождается последующим лакированием поверхности.

Желательно, чтобы все эти процедуры выполняли профессионалы.

10.4. Общие сведения о красках

Краска, применяемая для покрытия кузовов, выполняет двойную работу: защищает металл кузова от коррозии и создает общее впечатление об автомобиле. Составы автомобильных красок постоянно меняются, технология покраски непрерывно совершенствуется.

Краска (эмаль) представляет собой механическую смесь цветного нерастворимого порошка (пигмента) в растворе связки с разбавителем. Высохшая краска создает пленку или цветное непрозрачное покрытие с определенной степенью блеска.

Если краска состоит только из связки и растворителя, т. е. она не цветная и образованная ею пленка прозрачная, то такая краска называется лаком.

Готовая к применению цветная краска в общем случае состоит из следующих компонентов: связующего, пигмента, наполнителей, отвердителей, пластификаторов и растворителей.

Связующее. Это высокомолекулярное соединение, обладающее высокой покрывающей способностью. Оно предназначено для полного обволакивания частичек красителя, чтобы создать однородное распределение смеси «краситель-связка» в краске и в полученной сухой пленке. Связующее образует основу для краски – смолу. Разнообразные смолы (связующие) подразделяются на восемь групп: масла (жирные кислоты); глифталевые смолы; аминопластовые смолы; акриловые смолы; нитроцеллюлозные смолы; эпоксидные смолы; полиуретановые смолы; поливиниловые материалы.

Масла по своему происхождению бывают растительные и животные. К растительным относятся: льняное масло, кокосовое масло, пальмовое масло, касторовое масло, соевое масло, масло китайского дерева и др. К животным маслам относится рыбий жир.

Глифталевые смолы получают из трех компонентов: масел, многомолекулярного спирта (глицерина), многоосновных кислот (фталевого ангидрида).

Аминопластовые смолы (меламины и мочевиноформалиновые) являются результатом синтеза побочных продуктов химической обработки угля. Иногда производители смешивают их с глифталевыми смолами.

Акриловые смолы являются результатом синтеза продуктов нефтеперегонки.

Нитроцеллюлозные смолы являются отходами при неполной выработке эфира путем переработки целлюлозы азотной кислотой.

Эпоксидные смолы представляют собой полимерные материалы, полученные из побочных продуктов нефтехимии. Для затвердевания в них добавляют катализаторы. При воздушной сушке образуются эпоксидные полиамиды, при горячей – эпоксидные фенолы.

Полиуритановые смолы представляют собой продукты, получаемые при переработке нефти и угля. Они получают в результате химического взаимодействия соединений свободного гидроксила с изоцианатом.

Поливиниловые материалы с добавлением антикоррозионных красителей являются основой для защитных красок и грунтов. Сушка односоставных красок осуществляется за счет испарения растворителя, а двухсоставных – за счет полимеризации.

Пигменты (красители). Они представляют собой порошки, предназначенные для окрашивания связки, которая должна пропитывать и обволакивать каждую частицу красителя.

Растворители. Это жидкости, которые добавляют в краску при ее изготовлении и использовании. Различают два семейства растворителей:

- растворители, применяемые первоначально при изготовлении краски. Они обладают неограниченной разжижающей способностью. Их добавляют в краску в процессе ее приготовления;

- растворители-разбавители, которые отличаются ограниченной способностью к разжижению и добавляются в краску при ее использовании.

Присадки. К основным компонентам краски (связующим, пигментам, растворителям) добавляют различные присадки, позволяющие улучшить свойства красок. К присадкам относятся:

- наполнители, представляющие собой порошки минералов, не растворимых в лаках, и влияющие на такие свойства, как влагостойкость, стойкость к абразивному изнашиванию, облегчение обработки шлифованием. Наполнителями являются: асбест, тяжелый шпат, мел, каолин, слюда, тальк и другие минералы;

– сиккативы, предназначенные для ускорения окисления глифталевых красок и представляющие собой соли органических кислот. Это, например, соли кобальта, свинца, марганца, кальция, циркония и цинка. В краску обычно добавляется смесь сиккативов.

Противопленочные вещества. Они предназначены для предохранения от окисления краски, расфасованной в банки. Это замедлители окисления, которые являются летучими веществами и не мешают действию сиккативов в процессе использования краски.

10.5. Покраска пластмассовых деталей

В конструкции автомобиля имеется довольно большое количество разнообразных пластмассовых деталей. Некоторые из них нуждаются в декоративной окраске (например, пластмассовые бамперы, спойлеры и т. п.).

Перед обработкой пластмассовой детали следует уточнить маркировку материала, из которого изготовлена эта деталь. Материалы с маркировками AAS, ABS, PC, PVC – это термопласты (1-я группа); PA, EP, PUR – термореактивные пластмассы, т. е. duroпласты (2-я группа); PP, EPDM, POM – полипропилены (3-я группа). Покраска материалов каждой из этих групп имеет свою специфику, которая должна учитываться при работе.

Случается, что на деталях отсутствует маркировка. Это типично для деталей, изготовленных мелкими частными компаниями. К таким изделиям следует относиться особенно внимательно. Часто на поверхности таких деталей имеется неудаленный слой силиконовой смазки, которая используется при их производстве. Такая смазка глубоко проникает в материал детали.

Перед покраской пластмассовые детали нужно отмыть от растворимых в воде загрязнений, после чего нагревать до темпе-

ратуры 60 °С не менее 30 мин. Затем поверхность следует обезжирить специальным растворителем. Для пластмасс 1-й группы используется растворитель 3920S, а остальные обрабатываются растворителем для эпоксидных грунтов 3871S. Если пластмассовые детали не очищать и не обезжиривать, то силиконы окажутся распределенными по их поверхности, что существенно ухудшит адгезию лакокрасочного покрытия.

Для немаркированных пластмассовых изделий описанную процедуру нужно повторить несколько раз. Для пластмасс 3-й группы может потребоваться дополнительная обработка открытым пламенем газовой горелки. Такую обработку следует проводить достаточно быстро, чтобы не вызвать оплавления пластмассы. При этом пламя должно касаться поверхности изделия, для того чтобы его не закоптить.

После обезжиривания нужно приступить к механической обработке поверхности пластмассового изделия. Эта операция осуществляется шлифовочными материалами с зернистостью не более 600 мкм. Завершив механическую обработку, необходимо произвести еще одно обезжиривание. При этом растворитель нужно наносить на поверхность изделия и удалять сухой ветошью до того, как растворитель высохнет. Высохший растворитель оставит на поверхности пластмассы пятно силикона, которое невозможно будет устранить.

После обезжиривания поверхность пластмассовой детали следует загрунтовать. Пластмассы 1-й и 3-й групп нужно покрывать специальным грунтом для гибких подложек 800R. Он наносится в два слоя с минимальной толщиной 5–10 мкм за 10 мин до основного грунтования. Слоистые панели из терморезистивных пластмасс применения специальной грунтовки не требуют. После этого на поверхность пластмассовой детали наносится слой выравнивающего грунта. В зависимости от гибкости изделия в грунт и последующий слой лака необходимо добавить до 25 % пластификатора 805R.

Для грунтования можно использовать серию грунтов 901–907. Они отличаются только цветом: 901R – белый, а 907R – черный. Эти грунты сочетают в себе свойства адгезионного и основного грунтов. С одной стороны, они характеризуются отличной адгезией (прилипанием) ко всем пластмассам, включая РРиРР/EPDM. Их адгезия выше адгезии даже стандартных заводских грунтов. С другой стороны, такие грунты могут наноситься слоем толщиной до 30 мкм и шлифоваться «по мокрому» уже через два часа воздушной сушки. Смешение двух цветов позволяет получить любой оттенок серого и повышает укрывистость полупрозрачных эмалей.

Дальнейшая процедура покраски не отличается от аналогичной обработки металлических деталей. По такой же методике можно окрашивать металлические поверхности, покрытые специальным антикоррозионным составом.

10.6. Покраска алюминиевых деталей

При ремонте кузовов легковых автомобилей, особенно иномарок, приходится сталкиваться с деталями листовой обшивки из алюминиевых сплавов. Существует ошибочное мнение, что краска не прочно пристает к листу из алюминиевого сплава и с течением небольшого промежутка времени отслаивается. Это может иметь место, если при подготовке алюминиевых деталей кузова под покраску не соблюдаются определенные меры предосторожности, не выполняется необходимая технология.

Если лист из алюминиевого сплава зачищен, т. е. с него снята старая краска вместе с грунтовкой и металл совершенно чист, то он окисляется очень быстро. Поэтому возможность образования окиси алюминия необходимо предотвратить как можно быстрее. Для этого тщательно протравленная деталь из алюминиевого сплава должна быть покрашена в течение двух часов после очистки.

При несоблюдении этого срока могут возникать дефекты в результате плохого взаимодействия грунта и краски с поверхностью алюминиевого листа. Для предотвращения таких дефектов чистая поверхность детали из алюминиевого сплава должна быть срочно покрыта тонким первоначальным слоем краски.

10.7. Колеровка эмалей

При тюнинговой подкраске отдельных участков ранее окрашенных поверхностей кузова эмалью той же марки и цвета, но другой партии всегда появляется разнотонность новой и ранее окрашенной поверхностей. Поэтому возникает необходимость в подколеровке тюнинговой эмали, т. е. в подборе ее необходимого оттенка. Колеровку можно производить только эмалями того же типа, что и основная эмаль.

Цвет эмали можно точно классифицировать по трем признакам: цветовому тону, яркости и насыщенности. Например, к красному цвету наиболее близкими являются пурпурно-красный и оранжево-красный. К оранжево-красному наиболее близок оранжевый, затем оранжево-желтый, желтый, желто-зеленый, зеленый, сине-зеленый, синий, сине-фиолетовый, фиолетовый, красно-фиолетовый и, наконец, снова красный.

Если эти цвета расположить так, чтобы наиболее близкие стояли рядом, то получится цветовой круг (рис. 10.3). Этим кругом рекомендуется пользоваться при подборе компонентов, которые должны быть добавлены к краске основного цвета при ее колеровке.

Основными цветами являются синий, красный и желтый. Их нельзя получить смешиванием. Краски же всех остальных цветов можно получить путем смешивания красок основных цветов, расположенных в цветовом круге рядом. При необходимости к ним можно добавить краски белого и черного цветов.

Например, при смешивании желтого и синего получается зеленый цвет; при смешивании желтого и красного – оранжевый; при смешивании красного и синего – фиолетовый; при смешивании синего и белого – голубой цвет, а если к нему добавить немного зеленого, то получится бирюзовый оттенок.

Для получения ярких цветов при смешивании красок необходимо следить за тем, чтобы в них не содержался оттенок третьего основного цветового тона, который может привести к появлению серого оттенка. Так, для получения яркого зеленого цвета следует использовать синюю и желтую краски, не имеющие красноватого оттенка, например, содержащие в качестве пигментов железную лазурь и свинцовый лимонный крон. Не пригодна для этой цели также и эмаль, содержащая желтый свинцовый крон с красным оттенком. Зато она пригодна для получения оранжевых цветов путем смешивания с красной эмалью.



Рис. 10.3. Цветовой круг

10.8. Названия колеров

Не секрет, что для многих автовладельцев заводские названия колеров непонятны, если перед глазами нет образца. Ниже приведены названия основных колеров в алфавитном порядке и их цифровые коды, которые указаны в скобках.

Авантюрин (602) – черный металлик, получивший свое имя по названию поделочного камня авантюрина, представляющего собой прозрачный кварц серебристо-белого или красноватого цвета с равномерными включениями слюды.

Адриатика (425) – голубой неметаллик.

Аквамарин (460) – металлик цвета морской волны (зелено-голубой). Аквамарин – это драгоценный камень, тоже меняющий свои цвета – голубой и зеленый.

Альпийский (205) – белый металлик.

Аметист (145) – сиреневый металлик. Аметист – фиолетовый драгоценный камень.

Антилопа (277) – золотисто-бежевый металлик.

Афалина (421) – светло-зеленый металлик с бирюзовым оттенком.

Баклажан (107) – цвет спелого баклажана; темно-фиолетовый неметаллик.

Балтика (420) – синий неметаллик.

Бежевый (235) – бежевый неметаллик.

Белый (201) – чисто белый неметаллик.

Белый (233) – серо-белый неметаллик.

Бриз (480) – светло-зеленый неметаллик с бирюзовым оттенком.

Бургундия (117) – красный металлик.

Валентина (464) – серо-фиолетовый неметаллик.

Валюта (310) – светло-серый металлик со слабым зеленоватым оттенком.

Виктория (129) – ярко-красный металлик.

Вишня (127) – темно-красный неметаллик.

Голубой (481) – неметаллик.

Гранат (180) – темно-красный неметаллик с фиолетовым оттенком.

Дюшес (321) – желто-зеленый металлик.

Жасмин (203) – белый неметаллик с желто-зеленым оттенком.

Зеленый (963) – неметаллик.

Зеленый сад (307) – темно-зеленый неметаллик.

Золотая нива (245) – золотисто-лимонный металлик.

Игуана (311) – зеленый металлик, напоминающий цвет бутылочного стекла.

Изумруд (385) – темно-зеленый металлик. Это – драгоценный камень, прозрачный, интенсивного зеленого цвета.

Ирис (406) – светло-фиолетовый неметаллик.

Искра (128) – красно-вишневый металлик.

Кармен (118) – красно-малиновый или красно-вишневый неметаллик.

Коралл (116) – красно-сиреневый металлик.

Кориандр (790) – золотисто-коричневый металлик.

Корица (798) – коричневый металлик.

Корсика (370) – серо-зеленый металлик.

Кристалл (281) – желтый металлик.

Лагуна (487) – сине-голубой металлик.

Лазурит (445) – сине-фиолетовый металлик; как поделочный камень.

Лазурно-синий (498) – сине-черный металлик.

Лазурь (489) – синий неметаллик.

Ламинария (560) – зеленый неметаллик.

Магия (133) – темно-фиолетовый металлик.

Майя (120) – розово-сиреневый металлик.

Мальборо (121) – красный металлик.

Медео (428) – голубой неметаллик.

Миндаль (217) – бежево-розовый металлик.

Мираж (280) – серебристый металлик с бледно-желтым или голубым оттенками, которые зависят от освещения.

Мокрый асфальт (626) – серый металлик.

Монте-Карло (403) – ярко-синий неметаллик.

Мулен Руж (458) – ярко-фиолетовый неметаллик.

Мурена (377) – сине-зеленый неметаллик.

Нарцисс (223) – ярко-желтый неметаллик.

Нептун (628) – темно-серый металлик синего оттенка.

Океан (449) – сине-фиолетовый неметаллик.

Оливин (Оливия) (345) – оливковый металлик. Оливин (хризолит) – это прозрачно-зеленый драгоценный камень.

Оливковый (340) – оливковый неметаллик.

Опатия (286) – металлик цвета охры.

Опал (419) – серебристый металлик с легким желтым оттенком.

Папирус (387) – серый металлик с легким желтым оттенком.

Пирано (795) – красно-коричневый металлик.

Пицунда (417) – зелено-голубой неметаллик.

Приз (276) – металлик платинового цвета.

Примула (210) – блекло-желтый неметаллик.

Рапсодия (448) – сине-фиолетовый металлик.

Рубин (110) – красный неметаллик. Это – драгоценный камень густо-красного цвета.

Сандаловый (670) – розовый металлик.

Сапфир (446) – синий металлик. Сапфир – драгоценный камень, прозрачный, любого цвета кроме красного.

Сафари (215) – светло-бежевый неметаллик.

Светло-серый (671); **серо-голубой** (427); **серо-зеленый** (373); **синий** (405) – все они – неметаллики.

Синяя полночь (447) – сине-фиолетовый неметаллик.

Сирень (422) – светло-фиолетовый неметаллик.

Сливочно-белый (295) – бежево-белый неметаллик.

Слоновая кость (207) – бежево-желтый неметаллик.

Снежная королева (690) – серебристый металлик без какого-либо оттенка.

Табачный (399) – зелено-коричневый металлик.

Талая вода (206) – бело-зеленый металлик.

Темно-бежевый (509); **темно-коричневый** (793) – неметаллики.

Темно-серый (625); **темно-синий** (456) – неметаллики.

Торнадо (170) – красный неметаллик.

Триумф (100) – вишневый металлик.

Фея (416) – голубой металлик с легким сиреневым оттенком.

Чайная роза (228) – светлый бежево-розовый неметаллик.

Чароит (408) – темный серо-фиолетовый металлик. Чароит – поделочный камень.

Черный (601), **черный** (603) – неметаллики с едва различимыми оттенками.

Электрон (415) – темно-серый металлик.

При выборе красок пользоваться приведенным списком надо осторожно, имея в виду, что краска одного номера может быть различных оттенков в зависимости от фирмы-изготовителя.

10.9. Общие сведения о коррозии

В серийном производстве кузовов всех современных автомобилей и при их тюнинге много усилий и времени затрачивается на антикоррозионную защиту поверхностей.

Коррозия – это разрушение металлов при химическом или электрохимическом взаимодействии их с окружающей средой.

Химическая коррозия протекает в тех средах, которые не проводят электрический ток. Примером такой коррозии является коррозия выпускного тракта двигателя внутреннего сгорания при взаимодействии металла с отработавшими газами в зоне самых высоких температур.

Электрохимическая коррозия возникает при соприкосновении металла с электролитом. В этом случае возникает электрический ток, который протекает как в металле, так и в растворе электролита, образующих замкнутую цепь, подобно короткозамкнутому гальваническому элементу. Этот вид коррозии охватывает все виды коррозионного разрушения, среди которых наибольшее распространение имеет атмосферная коррозия.

Незащищенная поверхность металла адсорбирует из окружающей среды окислительные компоненты – молекулы кисло-

рода, оксидов углерода и серы, хлора и др. В результате образуется оксидная пленка, которая содержит конденсированную влагу. При некоторой критической толщине пленки влаги и определенном значении ее электрического сопротивления начинается электрохимическая коррозия.

На поверхности металла под пленкой влаги образуются анодные и катодные участки, поскольку любая металлическая поверхность электрохимически неоднородна. Таким образом, поверхность металла представляет собой огромное множество постоянно работающих гальванических элементов, а разрушаются при этом анодные участки поверхности.

Основным фактором, определяющим скорость атмосферной коррозии, является влажность воздуха. Кроме того, атмосферная коррозия усиливается многочисленными примесями, которыми почти всегда загрязнен воздух. Наиболее заметную роль из промышленных загрязнений воздуха играет диоксид серы (сернистый газ). Даже при содержании его в воздухе около 0,0001 % наблюдается значительное ускорение коррозии металлов. Скорость атмосферной коррозии изменяется на несколько порядков в зависимости от климата, сезона года и условий эксплуатации автомобиля.

В сухой атмосфере происходит химическое взаимодействие металла с кислородом и другими газообразными реагентами из воздуха. Сухая атмосферная коррозия приводит к потускнению поверхности металла, но не вызывает его разрушения. Железо и сталь в сухой атмосфере не ржавеют даже при наличии агрессивных газов.

10.10. Антикоррозионная защита

Наиболее распространенным способом антикоррозионной защиты различных открытых поверхностей автомобиля является их покраска. Но ее часто оказывается недостаточно. В особенно

экстремальных условиях находится днище автомобиля, внутренние поверхности крыльев и другие нижние поверхности кузова.

Для эффективной защиты кузова автомобиля от коррозии необходимы два различных антикоррозионных состава: первый – прочный, абразивостойкий, защищающий наружные поверхности кузова; второй – высокопроникающий материал, содержащий ингибиторы коррозии для обработки скрытых полостей.

Многие современные компании и фирмы предлагают свои услуги по нанесению антикоррозионных защитных покрытий, и перед потребителем неминуемо встает проблема выбора производителя работ. Разброс цен на антикоррозионные услуги велик, и нередко выбор делается в пользу низкой цены антикоррозионных материалов.

Для новых автомобилей, у которых антикоррозионное покрытие наносится на еще не поврежденное заводское покрытие, наиболее важно именно качественное нанесение антикоррозионного материала с полным соблюдением технологии.

Для автомобилей с большими сроками эксплуатации на первый план выступает не только цена, но и возможность проведения грамотных подготовительных работ перед нанесением защитного покрытия. Без качественной мойки, сушки специальными аппаратами, предварительного удаления с поверхности кузова отслаивающихся частей старого защитного покрытия, без зачистки очагов ржавчины любой антикоррозионный материал продержится на защищаемой поверхности недолго. Качество антикоррозионной обработки зависит от выбора и соблюдения технологии производства работ и от используемого технологического оборудования.

Подготовка к антикоррозионной обработке включает обязательную мойку днища автомобиля, в ходе которой удаляются грязь и отслаивающиеся части старого покрытия, и сушку – естественную или потоком теплого воздуха.

Скрытые полости кузова (стойки, лонжероны, пороги, двери, усилители капота и багажника) обрабатываются высокопро-

никающим составом в строгом соответствии с технологическими картами на каждую модель автомобиля. В некоторых случаях сверлят дополнительные отверстия, которые после обработки закрывают пластиковыми заглушками.

Рекомендуется на днище автомобиля наносить антикоррозионное покрытие в два или три тонких слоя, т. к. толстый слой краски, нанесенный в один прием, обладает тенденцией к растрескиванию. Первоначальная обработка производится высокопроникающим составом, обеспечивающим химическую защиту металла от коррозии и полную адгезию к поверхности абразивостойкого состава. Не дожидаясь полного высыхания первого слоя, на днище следует нанести абразивостойкие составы. Эти составы для наружных поверхностей, наряду с антикоррозионными свойствами, имеют высокую прочность и износостойкость, обеспечивая надежную защиту от механических и атмосферных воздействий.

Материалы характеризуются низким содержанием летучих растворителей, благодаря чему улучшаются условия труда, а в салоне автомобиля после обработки практически отсутствует неприятный запах. Покрытие при эксплуатации остается мягким и эластичным, сохраняя способность восстанавливать свою структуру при повреждениях.

Такая технология гарантирует защиту кузова от проникающей коррозии до 8 лет при соблюдении графика профилактических осмотров и обработок. Антикоррозийные составы наносятся безвоздушным или воздушным распылением. Пневматическое распыление позволяет наносить почти все виды лакокрасочных материалов, окрашивать изделия сложной формы и получать покрытия с хорошим декоративным видом.

Наиболее обстоятельную информацию о методах покраски поверхностей и их антикоррозионной защите можно получить в учебниках и учебных пособиях по кузовным работам и технологии покраски автомобилей.

10.11. Защитные покрытия двигателя и системы выпуска отработавших газов

Система выпуска отработавших газов у автомобильных двигателей внутреннего сгорания работает в очень тяжелых условиях, способствующих возникновению коррозии. Изнутри ее разрушают горячие отработавшие газы, пары кислоты и конденсата влаги, а снаружи – вода, грязь и соль. Из всех эксплуатационных факторов, способствующих коррозии, можно выделить пять основных: 1) сплошная внутренняя коррозия; 2) сплошная внешняя коррозия; 3) местная коррозия в местах сварки, щелях и зазорах; 4) коррозия под воздействием механических нагрузок и деформаций; 5) коррозия под влиянием очень высокой температуры.

Сплошная внутренняя коррозия развивается вследствие образования воды, окислов углерода, азота и серы в процессе сгорания топлива. Большинство из них являются сильнейшими катализаторами коррозии. Кроме того, этилированные топлива содержат добавки хлоридов и бромидов, которые служат источниками образования соляной и бромисто-водородной кислот.

Коррозия внутренних поверхностей глушителя ускоряется от действия нагара, образующегося при работе двигателя. Из-за большого различия коэффициентов теплового расширения слоя нагара и материала глушителя слой нагара при резких перепадах температур от попадания воды на наружную поверхность глушителя подвергается большим механическим напряжениям и отслаивается. По этой причине открывается незащищенная поверхность металла, которая легко и быстро ржавеет.

Наружные поверхности выпускной системы разрушаются от высокой температуры металла при контакте с отработавшими газами и от воздействия водяных брызг, соли и грязи. Для уменьшения коррозии системы выпуска используют различные методы. Некоторые автопроизводители изготавливают глушители из алюминированной стали, т. е. из стали, на поверхность кото-

рой диффузионным способом нанесена смесь порошков алюминия и оксидов алюминия. В результате долговечность глушителя возрастает в 2–3 раза. Часто глушители выполняют из легированной стали, содержащей хром, титан или молибден.

Весьма эффективным способом защиты от коррозии наружных поверхностей системы выпуска является их окраска. Поскольку температура выхлопных газов составляет 420–760 °С, а температура металла выхлопной трубы – 200–540 °С, то для их окраски пригодны только термостойкие эмали и лаки, изготовленные на основе кремния (кремнийорганические эмали и лаки). Достаточно высокой термостойкостью обладают покрытия из полиамидных лаков.

Проверен опытом и следующий метод антикоррозионной защиты, которым пользуются и любители, и профессионалы. Наружные поверхности выхлопных труб и глушители покрывают тонким слоем графитовой смазки. После обгорания смазки детали будут покрыты довольно прочной противокоррозионной пленкой черного цвета.

Автомобильный двигатель обычно окрашивают нитроглифталевой эмалью с примесью алюминиевой пудры.

При работе двигателя его поверхность нагревается до 80 °С. Пыль, сажа, масло и другие загрязнения образуют смеси, которые скапливаются на различных частях двигателя, образуя толстую пленку, затрудняющую его охлаждение. В состав грязи входят и агрессивные примеси: соединения хлора и серы, влага и пр. Они способствуют разрушению лакокрасочного покрытия двигателя, возникновению коррозии под пленкой грязи. Поэтому регулярная очистка двигателя от грязи является важнейшей технической необходимостью. На ремонтных предприятиях и СТОА для этой цели применяют водные моющие растворы, состоящие из смеси тринатрийфосфата, кальцинированной соды, метасиликата натрия и др.

В продаже есть специальное средство – автоочиститель двигателя, позволяющий быстро и качественно очистить двига-

тель в условиях гаража. В его состав входят растворители, поверхностно-активные вещества и ингибиторы коррозии. Этот очиститель хорошо снимает с двигателя все загрязнения и не оказывает отрицательного воздействия на металл. Однако он пожароопасен, поэтому перед нанесением препарата на двигатель необходимо снять клеммы с аккумуляторной батареи.

Для снятия нагара с головок цилиндров, поршней, клапанов, выпускных трубопроводов и свечей зажигания следует применять препараты типа «автоочистители нагара», содержащие растворители (керосин, ксилол и др.) и автомобильное моторное масло. Препарат используется при прогревом двигателя в соответствии с указанным на этикетке способом применения.

10.12. Уход за лакокрасочными покрытиями

Чтобы предотвратить преждевременное старение лакокрасочного покрытия автомобиля, сохранить его блеск, цвет и защитные свойства, за ним необходим регулярный уход. Уход заключается в систематической мойке покрытий, восстановлении блеска обработкой полирующими составами, а в случае необходимости – устранении мелких дефектов покрытий (царапины, сколы, трещины), предотвращающем распространение начавшейся в этих местах коррозии.

Автомобиль целесообразно мыть ежедневно перед постановкой на стоянку. Это необходимо делать потому, что среди попавших на поверхность кузова загрязнений могут оказаться такие, которые постепенно диффундируют в лакокрасочное покрытие (гудрон, деготь, смола). Лучше всего мыть автомобиль из шланга холодной водой под небольшим давлением либо поливать из лейки или ведра. Начинать надо с наиболее загрязненных мест: колес, внутренней поверхности крыльев, шасси. Затем нужно мыть весь автомобиль, поливая водой сверху вниз, начи-

ная с крыши так, чтобы смываемая грязь не попадала на уже вымытые части кузова.

Нельзя мыть кузов горячей или морской водой, потому что это приводит к преждевременному старению и разрушению лакокрасочных покрытий. Категорически не рекомендуется мыть автомобиль при температуре окружающего воздуха ниже нуля. Нельзя в любом случае создавать резких перепадов температур на лакокрасочном покрытии, т. е. не нужно мыть холодный кузов горячей водой, либо нагретый кузов – водой холодной.

Процесс мойки становится гораздо эффективнее, а автомобиль чище, если в воду добавлять специальные моющие средства – автомобильные шампуни. В их состав входят поверхностно-активные вещества, способствующие быстрому и эффективному удалению грязи, а также специальные добавки, замедляющие процесс коррозии. Автомобильные шампуни безвредны для лакокрасочных и гальванических покрытий, а также для резины.

Показатель качества шампуней – пена. Хорошие шампуни сильно пенятся. Пена при мытье кузова выполняет роль смазки, препятствующей образованию царапин, а также удерживает поверхностно-активные вещества, специальные очистители и воски на протяжении всего процесса мойки. При использовании высококачественных автошампуней на поверхности кузова всегда сохраняется восковой защитный слой.

Все другие моющие вещества (стиральные порошки, сода и пр.) вызывают потускнение и разрушение покрытий, поэтому применять их для мытья автомобилей не следует. Недопустимо пользоваться бензином для снятия трудносмываемых пятен.

Если автомобиль загрязнен очень сильно, практичнее сначала вымыть его снизу на эстакаде, а уже потов сверху, начиная с крыши и заканчивая низом. В последнюю очередь моют колеса. После мытья шампунем кузов необходимо тщательно ополоснуть чистой водой. Последняя операция – это удаление с чистой поверхности оставшихся капель воды.

Этому не всегда уделяется должное внимание, однако эта операция является весьма важной. Дело в том, что капли воды действуют как оптические линзы, поэтому сконцентрированные ими солнечные лучи образуют на лакокрасочном покрытии кузова белесые пятна. Для удаления капель влаги лучше всего использовать замшу, предварительно смоченную в чистой воде и затем отжатую. Замша хорошо впитывает воду, не оставляет на кузове волокон и одновременно втирает и располировывает воски. Замша может быть натуральная, но выгоднее использовать синтетическую. Она дешевле, а служит не меньше и вытирает не хуже. Замшу неплохо заменит старое махровое полотенце. Именно старое. Новое для этой цели подходит хуже.

После удаления капель воды поверхность кузова необходимо протереть чистой сухой тряпкой.

Контрольные вопросы и задания

1. Что такое калькома и какой процесс именуется декалькоманией?
2. Какие декоративные покрытия кузова легкового автомобиля наиболее популярны в настоящее время?
3. В чем состоят особенности технологических процессов нанесения покрытий на автомобильные кузова?
4. Как осуществляется покраска металлических частей автомобиля?
5. Что называется процессом фосфатирования деталей? Для чего необходимо фосфатирование?
6. В чем заключаются особенности покраски пластмассовых деталей?
7. Что такое коррозия металлов? Какова ее роль в технике?
8. Как осуществляется антикоррозионная защита автомобиля?
9. Перечислите защитные покрытия автомобильного двигателя и его системы выпуска.
10. Что такое цветовой круг и как сочетаются различные оттенки цветов?
11. В чем суть регулярного ухода за лакокрасочными покрытиями?
12. Из каких основных компонентов состоят краски?
13. В чем особенности покраски деталей из алюминиевых сплавов?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализируя перечень работ и сложность технологических процессов, выполняемых при тюнинге автомобиля, а особенно двигателя, становится понятно, почему от начала создания первого экспериментального образца нового автомобиля и до момента выхода новой модели на рынок проходит так много времени – многие месяцы и даже годы. И основная проблема заключается не столько в том, что эксплуатационные свойства автомобиля зависят от огромного количества факторов, но, главным образом, еще и в том, что многие из этих факторов находятся между собой в антагонизме, оказывая противоречивое влияние на конечный результат. Поэтому искусство конструкторов и испытателей новой техники состоит в поисках оптимальных технических решений, своеобразного компромисса между взаимно исключаящими явлениями и процессами.

Тюнинг автомобиля – это нарушение всесторонне отлаженной, оптимизированной конструкции автомобиля, выстраданной заводом-изготовителем в результате длительных теоретических и экспериментальных поисков. Практически тюнер на базе определенной модели создает новый автомобиль, обладающий иными свойствами. Поэтому для получения положительного результата необходим высокий профессионализм тюнеров, опирающийся на глубокие знания в различных разделах науки и техники. Такие знания дает техническое высшее учебное заведение.

Для повышения гарантии безопасности двигателя целесообразно вносить изменения в двигатель маленькими дозами. После каждой реконструкции нужно тщательно обследовать двигатель и протестировать его выходные параметры на наличие признаков детонации и иных изменений в режиме работы, чтобы своевременно предотвратить возможные проблемы.

Потребитель, прежде чем заказать и выполнить проект модификации автомобиля, основной составляющей которого является переоборудование двигателя, должен понять и почувствовать всю сложность этой процедуры и принять взвешенное решение, включающее ответственность за результаты тюнинга.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Автосервис*: станции технического обслуживания автомобилей / И.Э. Грибут, В.М. Артюшенко, Н.П. Мазаева [и др.] ; под ред. В.С. Шуплякова, Ю.П. Свириденко. – М. : Альфа-М : ИНФРА-М, 2008. – 480 с.
2. *Громаковский, А.* Покраска автомобиля и кузовные работы / А. Громаковский, Г. Бранихин. – СПб. : Питер, 2009. – 192 с.
3. *Дзоцанидзе, Т.Д.* Конструкционные и отделочные материалы автомобилей и тракторов / Т.Д. Дзоцанидзе. – М. : Metallurgizdat, 2010. – 132 с.
4. *Ильин, М.С.* Кузовные работы: рихтовка, сварка, покраска, антикоррозионная обработка / М.С. Ильин. – Минск : Современная школа, 2009. – 480 с.
5. *Круглов, С.М.* Справочник автослесаря по техническому обслуживанию и ремонту легковых автомобилей : справ. пособие / С.М. Круглов. – 2-е изд. перераб. и доп. – М. : Высш. шк., 2005. – 391 с.
6. *Мирошниченко, А.Н.* Теория движения автомобиля / А.Н. Мирошниченко. – Томск : Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2011. – 300 с.
7. *Муссельвайт, Б.* Тюнинг автомобиля / Б. Муссельвайт, Б. Джекс. – СПб. : Алфамер Паблишинг, 2003. – 184 с.
8. *Скрипник, И.* Тюнинг автомобиля своими руками / И. Скрипник. – М. : Изд-во АСТ; Владимир : ВКТ, 2012. – 288 с.
9. *Степанов, В.Н.* Тюнинг автомобильных двигателей / В.Н. Степанов. – СПб. : ЗАО «Алфамер Паблишинг», 2000. – 172 с.
10. *Сторер, Д.* Мощность. Тюнинг двигателя. Руководство / Д. Сторер, Б. Джекс. – СПб. : ЗАО «Алфамер Паблишинг», 2005. – 200 с.
11. *Стуканов, В.А.* Сервисное обслуживание автомобильного транспорта / В.А. Стуканов. – М. : ИД «ФОРУМ» : ИНФРА-М, 2013. – 208 с.
12. *Удлер, Э.И.* Конструкция автомобилей: учебное пособие для высших учебных заведений / Э.И. Удлер, О.Ю. Обоянцев. – Томск : Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2010. – 376 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица П.1

Диагностические коды контроллера MP7.0 «BOSCH» двигателей ВАЗ-2111 и ВАЗ-2112

№ – Неисправность кода	№ – Неисправность кода
<p>P0102 – Низкий уровень сигнала датчика массового расхода воздуха</p> <p>P0103 – Высокий уровень сигнала датчика массового расхода воздуха</p> <p>P0115 – Неверный сигнал датчика температуры охлаждающей жидкости</p> <p>P0117 – Низкий уровень сигнала датчика температуры охлаждающей жидкости</p> <p>P0118 – Высокий уровень сигнала датчика температуры охлаждающей жидкости</p> <p>P0122 – Низкий уровень сигнала датчика положения дроссельной заслонки</p> <p>P0123 – Высокий уровень сигнала датчика положения дроссельной заслонки</p> <p>P0130 – Неверный сигнал датчика кислорода</p> <p>P0132 – Высокий уровень датчика кислорода</p> <p>P0134 – Отсутствие сигнала датчика кислорода</p> <p>P0201, P0202, P0203, P0204 – Обрыв цепи управления форсунками 1, 2, 3 и 4-го цилиндров соответственно</p> <p>P0261, P0264, P0267, P0270 – Замыкание на массу цепи управления форсунками 1, 2, 3 и 4-го цилиндров соответственно</p>	<p>P0444 – Замыкание на источник питания или обрыв цепи управления клапаном продувки адсорбера</p> <p>P0445 – Замыкание на массу цепи управления клапаном продувки адсорбера</p> <p>P0506 – Низкие обороты холостого хода</p> <p>P0507 – Высокие обороты холостого хода</p> <p>P0560 – Неверное напряжение бортовой сети</p> <p>P0562 – Пониженное напряжение бортовой сети</p> <p>P0563 – Повышенное напряжение бортовой сети</p> <p>P0601 – Ошибка контрольной суммы ПЗУ</p> <p>P0603 – Ошибка внешнего ОЗУ</p> <p>P0604 – Ошибка внутреннего ОЗУ</p> <p>P0607 – Неверный сигнал канала детонации контроллера</p> <p>P1102 – Низкое сопротивление нагревателя датчика кислорода</p> <p>P1115 – Несправная цепь управления нагрева датчика кислорода</p> <p>P1140 – Неверный сигнал датчика массового расхода воздуха</p> <p>P1500 – Обрыв цепи управления реле электробензонасоса</p> <p>P1501 – Замыкание на массу цепи управления реле электробензонасоса</p>

Приложения

Окончание табл. П.1

№ – Неисправность кода	№ – Неисправность кода
P0262, P0265, P0268, P0271 – Замыкание на источник питания цепи управления форсунками 1, 2, 3 и 4-го цилиндров соответственно	P1502 – Замыкание на источник питания цепи управления реле электробензонасоса
P0327 – Низкий уровень сигнала датчика детонации	P1509 – Перегрузка цепи управления регулятором холостого хода
P0328 – Высокий уровень сигнала датчика детонации	P1513 – Замыкание на массу цепи управления регулятором холостого хода
P0335 – Неверный сигнал датчика положения коленчатого вала	P1514 – Обрыв цепи управления регулятором холостого хода
P0480 – Несправная цепь управления реле вентилятора охлаждения	P1570 – Неверный сигнал АПС
P0500 – Неверный сигнал датчика скорости автомобиля	P1602 – Пропадание напряжения бортовой сети в контроллере
P0503 – Прерывающийся сигнал датчика скорости автомобиля	P1689 – Ошибочные значения кодов памяти ошибок контроллера

Таблица П.2

Диагностические коды контроллера «Январь-4» двигателей ВАЗ-2111 и ВАЗ-2112

№ – Неисправность кода	№ – Неисправность кода
12 – Диагностическая цепь контрольной лампы исправна	19 – Неверный сигнал датчика положения коленчатого вала
13* – Низкий уровень сигнала датчика кислорода	21 – Неверное положение дроссельной заслонки карбюратора (высокое напряжение сигнала)
14 – Высокий уровень сигнала датчика температуры охлаждающей жидкости	22 – Неверное положение дроссельной заслонки карбюратора (низкое напряжение сигнала)
15 – Низкий уровень сигнала датчика температуры охлаждающей жидкости	24 – Нет сигнала датчика скорости автомобиля
16 – Повышенное напряжение бортовой сети	25* – Высокий уровень сигнала датчика температуры воздуха
17 – Пониженное напряжение бортовой сети	26* – Низкий уровень сигнала датчика температуры воздуха

№ – Неисправность кода	№ – Неисправность кода
27 – Высокий уровень сигнала СО-потенциометра	41** – Неверный сигнал датчика фазы
28 – Низкий уровень сигнала СО-потенциометра	43 – Неверный сигнал датчика детонации
33 – Неверный сигнал датчика массового расхода воздуха (высокая частота на выходе датчика)	44* – Нет отклика датчика кислорода при обеднении смеси
34 – Неверный сигнал датчика массового расхода воздуха (низкая частота на выходе датчика)	45* – Нет отклика датчика кислорода при обогащении смеси
35 – Отклонение оборотов холостого хода	51 – Ошибка ППЗУ
38* – Высокий уровень сигнала датчика кислорода	52 – Ошибка ОЗУ
	53*** – Ошибка ЭПЗУ
	61*** – Ошибка связи с иммобилизатором

* Коды 13, 25, 26, 38, 41, 44 и 45 не используются в данной системе управления двигателем.

** Код 41 используется в системе распределенного последовательного впрыска топлива.

*** Коды 53 и 61 используются при комплектации системы иммобилизатором.

Таблица П.3

**Диагностические коды контроллера «Январь-5.1»
(M1.5N «BOSCH») двигателей ВАЗ-2111 и ВАЗ-2112**

№ – Неисправность кода	№ – Неисправность кода
P0102 – Низкий уровень сигнала датчика массового расхода воздуха	P0123 – Высокий уровень сигнала датчика положения дроссельной заслонки карбюратора
P0103 – Высокий уровень сигнала датчика массового расхода воздуха	P0131 – Низкий уровень сигнала датчика кислорода
P0117 – Низкий уровень сигнала датчика температуры охлаждающей жидкости	P0132 – Высокий уровень сигнала датчика кислорода
P0118 – Высокий уровень сигнала датчика температуры охлаждающей жидкости	P0134 – Отсутствие сигнала датчика кислорода
P0122 – Низкий уровень сигнала датчика положения дроссельной заслонки карбюратора	P0135* – Неисправность цепи управления нагревателем датчика кислорода
	P0171 – Нет отклика датчика кислорода при обеднении смеси

Приложения

Окончание табл. П.3

№ – Неисправность кода	№ – Неисправность кода
P0172 – Нет отклика датчика кислорода при обогащении смеси P0325 – Обрыв или короткое замыкание в цепи датчика детонации P0327 – Низкий уровень сигнала датчика детонации P0328 – Высокий уровень сигнала датчика детонации P0335 – Неверный сигнал датчика положения коленчатого вала P0501 – Неверный сигнал датчика скорости автомобиля	P0505 – Ошибка регулирования холостого хода P0562 – Пониженное напряжение бортовой сети P0563 – Повышенное напряжение бортовой сети P0601 – Ошибка ПЗУ P0603 – Ошибка ОЗУ P1600 – Нет связи с АПС P1603 – Ошибка ЭРПЗУ

* Код только для контроллера «Январь-5.1».

Таблица П.4

Диагностические коды неисправностей комплексной системы управления двигателем «МИКАС 5.4.»

№ – Неисправность кода	№ – Неисправность кода
12 – Начало работы блока в режиме самодиагностики 13 – Низкий уровень сигнала с датчика массового расхода воздуха 14 – Высокий уровень сигнала с датчика массового расхода воздуха 17 – Низкий уровень сигнала с датчика температуры воздуха 18 – Высокий уровень сигнала с датчика температуры воздуха 21 – Низкий уровень сигнала с датчика температуры двигателя 22 – Высокий уровень сигнала с датчика температуры двигателя 23 – Низкий уровень сигнала с датчика положения дроссельной заслонки карбюратора	24 – Высокий уровень сигнала с датчика положения дроссельной заслонки карбюратора 25 – Низкий уровень напряжения в бортовой сети автомобиля 26 – Высокий уровень напряжения в бортовой сети автомобиля 31 – Низкий уровень сигнала потенциометра СО 32 – Высокий уровень сигнала потенциометра СО 51 – Неисправность № 1 в блоке управления 52 – Неисправность № 2 в блоке управления 53 – Неисправность датчика положения коленчатого вала

№ – Неисправность кода	№ – Неисправность кода
54 – Неисправность датчика положения распределительного вала	141 – Неисправность форсунки 4-го цилиндра (короткое замыкание)
61 – Неисправность № 3 блока управления	142 – Неисправность форсунки 4-го цилиндра (обрыв)
62 – Неисправность оперативной памяти блока управления	143 – Неисправность форсунки 4-го цилиндра (короткое замыкание на корпус)
63 – Неисправность постоянной памяти блока управления	161 – Неисправность обмотки 1-го регулятора дополнительного воздуха (короткое замыкание)
64 – Неисправность при чтении энергонезависимой памяти блока управления	162 – Неисправность обмотки 1-го регулятора дополнительного воздуха (РДВ) (обрыв)
65 – Неисправность при записи в энергонезависимую память блока управления	163 – Неисправность обмотки 1 РДВ (короткое замыкание на корпус)
131 – Неисправность форсунки 1-го цилиндра (короткое замыкание)	164 – Неисправность обмотки 2 РДВ (короткое замыкание)
132 – Неисправность форсунки 1-го цилиндра (обрыв)	165 – Неисправность обмотки 2 РДВ (обрыв)
133 – Неисправность форсунки 1-го цилиндра (короткое замыкание на корпус)	166 – Неисправность обмотки 2 РДВ (короткое замыкание на корпус)
134 – Неисправность форсунки 2-го цилиндра (короткое замыкание)	167 – Неисправность цепи реле бензонасоса (короткое замыкание)
135 – Неисправность форсунки 2-го цилиндра (обрыв)	168 – Неисправность цепи реле бензонасоса (обрыв)
136 – Неисправность форсунки 2-го цилиндра (короткое замыкание на корпус)	177 – Неисправность цепи разгрузочного реле (короткое замыкание)
137 – Неисправность форсунки 3-го цилиндра (короткое замыкание)	178 – Неисправность цепи разгрузочного реле (обрыв)
138 – Неисправность форсунки 3-го цилиндра (обрыв)	181 – Неисправность цепи контрольной лампы (короткое замыкание)
139 – Неисправность форсунки 3-го цилиндра (короткое замыкание на корпус)	182 – Неисправность цепи контрольной лампы (обрыв)

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Введение	4
1. Тюнинг как сфера услуг	8
1.1. Виды тюнинга	8
1.2. Встреча с законом	13
1.3. Модификации, привлекающие внимание	19
1.4. Поиск тюнера	22
1.5. Оказание услуг в системе автосервиса	27
1.5.1. Торговля	28
1.5.2. Обеспечение технической эксплуатации	30
1.5.3. Станции технического обслуживания автомобилей (СТОА)	30
1.6. Технические средства диагностирования автомобилей	37
1.6.1. Тяговые стенды	37
1.6.2. Тормозные стенды	38
1.6.3. Стенды контроля бокового увода автомобиля	39
1.6.4. Стенды диагностики подвески автомобиля	40
1.6.5. Стенды для контроля и регулировки углов установки колес	40
1.6.6. Мотор-тестеры и сканеры	42
Контрольные вопросы и задания	46
2. Подготовка к тюнингу двигателя	47
2.1. Рекомендации автовладельцу	47
2.2. Классификация автомобильных двигателей	49
2.3. Теоретические циклы двигателей внутреннего сгорания	51
2.4. Принципы работы поршневых двигателей	56
2.5. Скоростные характеристики двигателей	66
2.6. Резервы повышения мощности двигателя	69
Контрольные вопросы и задания	71
3. Модификация двигателя	73
3.1. Внешний тюнинг двигателя	73
3.2. Тюнинг системы впуска	80
3.3. Наддув двигателя	89
3.3.1. Общие представления о наддуве	89
3.3.2. Проблемы, создаваемые наддувом	95
3.3.3. Волновой наддув	102
3.4. Тюнинг выпускной системы	108
3.4.1. Противодавление	108
3.4.2. Выпускные коллекторы двигателей, не имеющих системы турбонаддува	111
3.4.3. Выпускные коллекторы двигателей с турбонаддувом	112

3.4.4. Глушители и каталитический нейтрализатор.....	113
3.5. Инерционная продувка цилиндров двигателя	116
3.5.1. Импульсные выпускные системы	117
3.5.2. Импульсные выпускные системы с преобразователем импульсов.....	118
3.5.3. Эжекционные однотрубные выпускные системы.....	122
3.6. Регулирование давления наддува	124
3.6.1. Перепуск выхлопных газов.....	127
3.6.2. Двухступенчатый турбонаддув	137
3.6.3. Перепуск наддувочного воздуха	139
3.7. Модификация топливной системы двигателя	141
3.7.1. Мощность и оксид азота	141
3.7.2. Оксид азота и детонация	147
3.7.3. Оксид азота и турбонаддув	150
3.7.4. Топливная система	151
3.8. Тюнинг системы зажигания	169
3.8.1. Назначение и устройство	169
3.8.2. Зажигание в форсированных двигателях.....	175
3.8.3. Свечи зажигания.....	179
3.9. Конвертирование двигателя внутреннего сгорания для работы на газе.....	187
Контрольные вопросы и задания.....	192
4. Переоборудование двигателя	194
4.1. Надежность и долговечность двигателя	194
4.2. Поршни	195
4.3. Фазы газораспределения	197
4.4. Распределительный вал для форсированного двигателя	201
4.5. Пружины клапанов и клапаны	205
4.6. Блок цилиндров двигателя	207
4.7. Шатуны и коленчатые валы	209
4.8. Замена двигателя.....	212
Контрольные вопросы и задания.....	216
5. Автомобильные электронные системы.....	217
5.1. Блок электронного управления.....	217
5.2. Компьютер и модификация двигателя	220
5.3. Системы электронного управления форсированными двигателями	230
5.4. Информационные датчики и приборы	232
5.5. Размещение дополнительных тюнинг-приборов	243
Контрольные вопросы и задания.....	245
6. Обновление трансмиссии	246
6.1. Назначение и типы трансмиссий	246
6.2. Маховик и сцепление.....	248
6.3. Редукторы трансмиссии	252

6.4. Межколесный дифференциал	256
Контрольные вопросы и задания.....	260
7. Тюнинг ходовой системы	261
7.1. Подвеска автомобиля.....	261
7.2. Побочные эффекты	264
7.3. Диски колес и шины	266
7.4. Тормозная система.....	269
7.5. Регулируемая тяга Панара.....	274
Контрольные вопросы и задания.....	276
8. Тюнинг салона	277
8.1. Проблемы интерьера.....	277
8.2. Рулевое колесо и подушки безопасности.....	278
8.3. Новые сиденья.....	281
8.4. Тонирование стекол.....	282
8.5. Аудиосистема.....	284
8.6. Ручки, накладки на педали и другие мелочи	286
Контрольные вопросы и задания.....	288
9. Наружное оборудование кузова	289
9.1. Боковые повторители сигналов поворота, фары и задние фонари	289
9.2. Элементы аэродинамики автомобиля	291
9.3. Прочие аксессуары.....	294
Контрольные вопросы и задания.....	298
10. Аэрография и антикоррозионный тюнинг автомобиля	299
10.1. Декалькомания	299
10.2. Декоративные покрытия.....	301
10.3. Покраска автомобиля.....	305
10.4. Общие сведения о красках	310
10.5. Покраска пластмассовых деталей.....	313
10.6. Покраска алюминиевых деталей.....	315
10.7. Колеровка эмалей.....	316
10.8. Названия колеров	317
10.9. Общие сведения о коррозии.....	321
10.10. Антикоррозионная защита	322
10.11. Защитные покрытия двигателя и системы выпуска отработавших газов	325
10.12. Уход за лакокрасочными покрытиями	327
Контрольные вопросы и задания.....	329
Заключение	330
Список рекомендуемой литературы	331
Приложение	332

Учебное издание

Мирошниченко Александр Николаевич

ТЮНИНГ АВТОМОБИЛЯ

Учебное пособие

Редактор Т.С. Володина
Технический редактор Н.В. Удлер

Подписано в печать 18.05.2015.
Формат 60×84/16. Бумага офсет. Гарнитура Таймс.
Усл. печ. л. 19,76. Уч.-изд. л. 17,89. Тираж 100 экз. Зак. № 183.

Изд-во ТГАСУ, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2.
Отпечатано с оригинал-макета в ООП ТГАСУ.
634003, г. Томск, ул. Партизанская, 15.