

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Шебзухова Татьяна Александровна

Должность: Директор Пятигорского института (филиал) Северо-Кавказского  
федерального университета

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение

высшего образования

«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Уникальный программный ключ:

d74ce93cd40e39275c3ba2f5848641a1c8ef96f

Колледж Пятигорского института (филиал) СКФУ

**УТВЕРЖДАЮ**

Директор Пятигорского института  
(филиал) СКФУ Т.А. Шебзухова

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ  
ПМ. 03 ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ МОДЕРНИЗАЦИИ  
И МОДИФИКАЦИИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

**МДК.03.03 Тюнинг автомобилей**

**Специальность 23.02.07 Техническое обслуживание и ремонт двигателей, систем и агрегатов  
автомобилей**

Пятигорск 2022

Методические указания для практических занятий по дисциплине «МДК.03.03 Тюнинг автомобилей » составлены в соответствии с требованиями ФГОС СПО к подготовке выпускка для получения квалификации - специалист. Предназначены для студентов, обучающихся по специальности: 23.02.07 Техническое обслуживание и ремонт двигателей, систем и агрегатов автомобилей.

## **Пояснительная записка**

Данные методические указания предназначены для закрепления теоретических знаний и приобретения необходимых практических навыков и умений по программе дисциплины МДК.03.03 Тюнинг автомобилей для специальности СПО 23.02.07 Техническое обслуживание и ремонт двигателя, систем и агрегатов автомобилей

Практические занятия составлены в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен уметь:

- Определять основные геометрические параметры деталей, узлов и агрегатов;
- Определять технические характеристики узлов и агрегатов транспортных средств;
- Подбирать необходимый инструмент и оборудование для проведения работ;
- Подбирать оригинальные запасные части и их аналоги по артикулам и кодам в соответствии с каталогом.
- Подбирать необходимый инструмент и оборудование для проведения работ;
- Подбирать оригинальные запасные части и их аналоги по артикулам и кодам в соответствии с заданием;
- Визуально и экспериментально определять техническое состояние узлов, агрегатов и механизмов транспортного средства;
- Подбирать необходимый инструмент и оборудование для проведения работ.
- Определять возможность, необходимость и экономическую целесообразность модернизации автотранспортных средств;
- Соблюдать нормы экологической безопасности
- Определять направления ресурсосбережения в рамках профессиональной деятельности по профессии (специальности)
- Определить необходимые ресурсы;
- Владеть актуальными методами работы;
- Проводить контроль технического состояния транспортного средства.
- Составить технологическую документацию на модернизацию и тюнинг транспортных средств.
- Определить взаимозаменяемость узлов и агрегатов транспортных средств, необходимый объем используемого материала, возможность изменения интерьера, качество используемого сырья;
- Установить дополнительное оборудование, различные аудиосистемы, освещение.
- Выполнить арматурные работы.
- Определить необходимый объем используемого материала, возможность изменения экстерьера качества используемого сырья;
- Установить дополнительное оборудование, внешнее освещение.
- Наносить краску и пластидип, аэробографию.
- Изготовить карбоновые детали
- Визуально определять техническое состояние производственного оборудования;
- Определять наименование и назначение технологического оборудования;

- Подбирать инструмент и материалы для оценки технического состояния производственного оборудования;
- Читать чертежи, эскизы и схемы узлов и механизмов технологического оборудования;
- Обеспечивать технику безопасности при выполнении работ по оценке технического состояния производственного оборудования;
- Определять потребность в новом технологическом оборудовании;
- Определять неисправности в механизмах производственного оборудования.
- Составлять графики обслуживания производственного оборудования;
- Подбирать инструмент и материалы для проведения работ по техническому обслуживанию и ремонту производственного оборудования;
- Обеспечивать технику безопасности при выполнении работ по техническому обслуживанию производственного оборудования;
- Настраивать производственное оборудование и производить необходимые регулировки.
- Прогнозировать интенсивность изнашивания деталей и узлов оборудования;
- Определять степень загруженности и степень интенсивности использования производственного оборудования;
- Диагностировать оборудование, используя встроенные и внешние средства диагностики;
- Рассчитывать установленные сроки эксплуатации производственного оборудования;
- Применять современные методы расчетов с использованием программного обеспечения ПК;
- Создавать виртуальные макеты исследуемого образца с критериями воздействий на него, применяя программные обеспечения ПК.

**В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен знать:**

- Назначение, устройство и принцип работы агрегатов, узлов и деталей автомобиля;
- Правила чтения электрических и гидравлических схем;
- Правила пользования точным мерительным инструментом;
- Современные эксплуатационные материалы, применяемые на автомобильном транспорте.
- Основные сервисы в сети интернет по подбору запасных частей; Классификация запасных частей автотранспортных средств;
- Законы РФ регулирующие сферу переоборудования транспортных средств;
- Назначение, устройство и принцип работы агрегатов, узлов и деталей автомобиля;
- Основные направления в области улучшения технических характеристик автомобилей;
- Назначение, устройство и принцип работы технологического оборудования для модернизации автотранспортных средств;

- Методику определения экономического эффекта от модернизации и модификации автотранспортных средств.
- Конструктивные особенности узлов, агрегатов и деталей автотранспортных средств;
- Назначение, устройство и принцип работы технологического оборудования для модернизации;
- Материалы, используемые при производстве деталей узлов, агрегатов.
- Правила расчета снижения затрат на эксплуатацию Т.С., рентабельность услуг;
- Правила подсчета расхода запасных частей, затрат на обслуживание и ремонт;
- Правила экологической безопасности при ведении профессиональной деятельности
- Основные ресурсы, действованные в профессиональной деятельности
- Пути обеспечения ресурсосбережения. Требования техники безопасности.
- Законы РФ, регламентирующие производение работ по тюнингу
- Особенности и виды тюнинга. Основные направления тюнинга двигателя.
- Устройство всех узлов автомобиля. Теорию двигателя. Теорию автомобиля. Особенности тюнинга подвески. Технические требования к тюнингу тормозной системы. Требования к тюнингу системы выпуска отработанных газов. Особенности выполнения блокировки для внедорожников. Знать виды материалов применяемых в салоне автомобиля;
- Особенности использования материалов и основы их компоновки;
- Особенности установки аудиосистемы;
- Технику оснащения дополнительным оборудованием;
- Особенности установки внутреннего освещения;
- Требования к материалам и особенности тюнинга салона автомобиля. Способы увеличения мощности двигателя;
- Технологию установки ксеноновых ламп и блока розжига;
- Методы нанесения аэографии;
- Технологию подбора дисков по типоразмеру;
- ГОСТ Р 51709-2001 проверки света фар на соответствие;
- Особенности подбора материалов для проведения покрасочных работ;
- Знать особенности изготовления пластикового обвеса;
- Технологию тонировки стекол; Технологию изготовления и установки подкрылков.
- Назначение, устройство и характеристики типового технологического оборудования;
- Признаки и причины неисправностей оборудования его узлов и деталей;
- Неисправности оборудования его узлов и деталей;
- Правила безопасного владения инструментом и диагностическим оборудованием;
- Правила чтения чертежей, эскизов и схем узлов и механизмов технологического оборудования;
- Методику расчетов при определении потребности в технологическом оборудовании;

- Технические жидкости, масла и смазки, применяемые в узлах производственного оборудования.
- Систему технического обслуживания и ремонта производственного оборудования;
- Назначение и принцип действия инструмента для проведения работ по техническому обслуживанию и ремонту производственного оборудования;
- Правила работы с технической документацией на производственное оборудование;
- Требования охраны труда при проведении работ по техническому обслуживанию и ремонту производственного оборудования;
- Технологию работ, выполняемую на производственном оборудовании;
- Способы настройки и регулировки производственного оборудования.
- Законы теории надежности механизмов и деталей производственного оборудования;
- Влияние режима работы предприятия на интенсивность работы производственного оборудования и скорость износа его деталей и механизмов;
- Средства диагностики производственного оборудования;
- Амортизационные группы и сроки полезного использования производственного оборудования; Приемы работы в Microsoft Excel, MATLAB и др. программах;
- Факторы, влияющие на степень и скорость износа производственного оборудования

# **Практическая работа № 1**

## **Тема 1. Тюнинг как сфера услуг.**

### **Оказание услуг в системе автосервиса**

Система автосервиса занимается не только техническим обслуживанием и ремонтом автомобилей. 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.

#### **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 дистрибутеров или эксклюзивных дилеров на договорной основе. Имеет место развитие и независимых автосалонов.

Основная доля продаж принадлежит дистрибутерам, 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, кенгуруятники, расширители крыльев, козырьки, подсветки днища автомобиля, дефлекторы окон, пороги, решетки радиатора, спойлеры, механическая защита фар, фаркопы (цепные устройства), передние фары, противотуманные фары, задние фонари, автомобильные коврики, накладки педалей, спортивные рулевые колеса, спортивные анатомические сиденья, глушители, воздушные фильтры низкого сопротивления, впускные и выпускные системы, впускные 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 изготавливают 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.

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.).

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.

## Обеспечение технической эксплуатации

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

### **Станции технического обслуживания автомобилей (СТОА)**

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

Кроме того, на этих станциях могут предоставляться технические консультации по техническому обслуживанию, ремонту тюнингу автомобилей. Ядром организационной структуры СТОА является ее технический центр. 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, трети 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 фирмработают 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, 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.

## Практическая работа № 2

### Тема 2 Подготовка к тюнингу двигателя

#### Изучение резервов повышения мощности двигателя

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

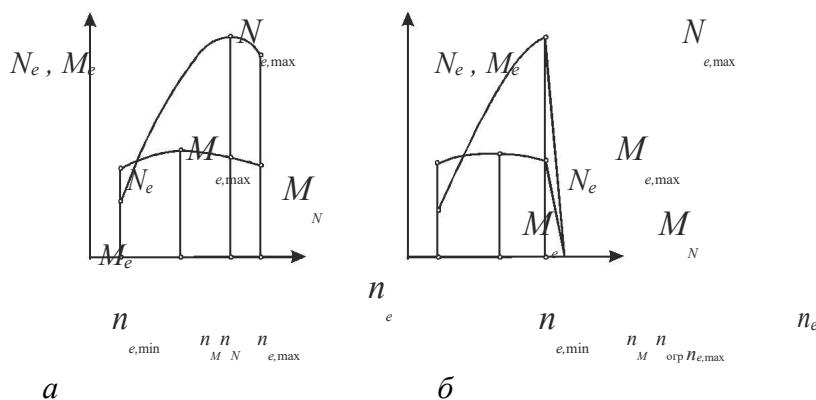


Рис. 2.7. Внешние скоростные характеристики поршневых двигателей внутреннего сгорания:  
а – без ограничителя частоты вращения вала; б – с ограничителем

Основными показателями внешней скоростной характеристики являются:

- максимальная эффективная мощность двигателя (иногда ее называют номинальной мощностью);
- максимальный крутящий момент на валу ДВС;
- крутящий момент на валу двигателя при его максимальной мощности;
- частота вращения вала при максимальной эффективной мощности двигателя;
- максимальная частота вращения вала двигателя; для карбюраторных двигателей без ограничителей частоты вращения вала,
- частота вращения вала при максимальном крутящем моменте;
- минимальная частота вращения вала,

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. Ограничитель включается на той части внешней скоростной характеристики, где мощность двигателя практически не возрастает, т. е. вблизи точки экстремума. Принудительное ограничение частоты вращения вала при частоте применяется чаще всего на двигателях грузовых автомобилей и автобусов частности, практика модификации ДВС показывает, что дальнейшее форсирование современных автомобильных двигателей внутреннего сгорания путем увеличения частоты вращения коленчатого вала является малоперспективным.

Основания для такого вывода следующие. Современные ДВС уже и так имеют достаточно высокие скорости вращения коленчатого вала. При дальнейшем возрастании прогрессивно возрастут аэродинамические (насосные) потери во впускном и выпускном трактах (коллекторах), а также потери на трение в подшипниках и в сопряжениях поршней с цилиндровыми 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.

Увеличение хода поршня 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. 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 путем увеличения количества цилиндров 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 в цилиндре ДВС. В свою очередь последнее пропорционально среднему индикаторному давлению и механическому КПД двигателя:  $\eta_m$ .

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  $\rho$  при изменении его температуры,

### **Контрольные вопросы и задания**

1. В чем заключаются особенности рабочего процесса поршневого двигателя внутреннего сгорания?
2. Как классифицируются двигатели внутреннего сгорания?
3. Что такое тактность поршневого двигателя внутреннего сгорания и фазы газораспределения?
4. Как они влияют на мощность двигателя?

# Практическая работа № 3

## Тема 3 Модификация двигателя

### 1. Тюнинг выпускной системы

#### 1. Ознакомление с направлениями тюнинга выпускной системы

Система выпуска отработавших газов содержит следующие конструктивные элементы: выпускной коллектор, выхлопную трубу (или несколько) и глушитель (рис. 1), перед которым может быть встроен каталитический нейтрализатор отработавших газов, предназначенный для снижения их токсичности.

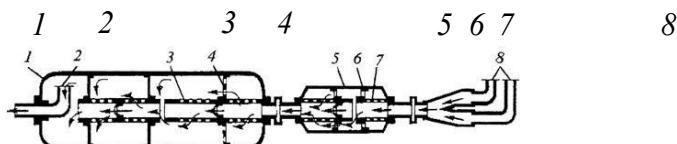


Рис. 1. Схема глушителя отработавших газов:

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 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. 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 со-всем 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 цилинду освобождаться от отработавших газов. Такой процесс называется *инерционной продувкой*.

### **Выпускные коллекторы двигателей, не имеющих системы турбонаддува**

Важнейшим компонентом выпускной системы ДВС повышенной мощности является тюнинговый 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 тюнинговый 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 тюнинговых 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 покоробятся 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 удается 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 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.

## 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 удержать 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 °C.

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.

## 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 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 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 ( $\alpha < 1$ ). наилучшая топливная экономичность двигателя имеет место при работе на обедненных смесях при коэффициенте избытка воздуха  $\alpha = 1,05 - 1,15$ . С целью определения количества кислорода, содержащегося в отработавших газах, и возможной коррекции состава топливовоздушной смеси, обеспечивающей 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 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, что-бы двигатель заглох. Вновь запустить его можно только после того, как выхлопная труба будет прочищена.

# Практическая работа № 4

## Тема 3 Модификация двигателя

### 2. Тюнинг системы зажигания

Ознакомление с направлениями тюнинга систем зажигания, подбор свечей зажигания

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 **батарейными** (по источнику тока). Постоянный ток низкого напряжения преобразуется в них в ток высокого напряжения 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. 1, а) состоит из двух электрических цепей: цепи низкого напряжения (первичной) и цепи высокого напряжения (вторичной).

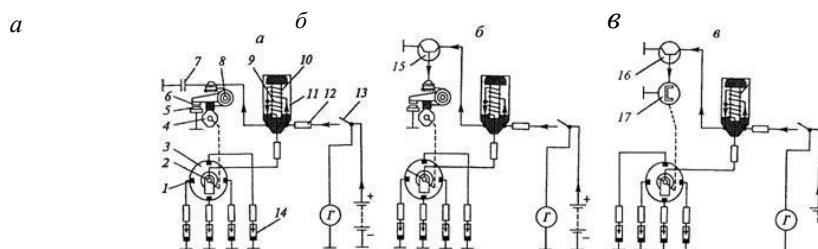


Рис. 1. Схемы систем зажигания:

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 – включатель зажигания; 14 – свеча зажигания; 15 – транзисторный комму-татор; 16 – электронный коммутатор; 17 – бесконтактный датчик

В первичную цепь входят: включатель зажигания 13, дополнительное сопротивление 12, первичная обмотка 10 катушки 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. 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. 2, б): катушка зажигания; распределитель зажигания 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. При включении зажигания 13 (рис. 1, в) ток низкого напряжения поступает к электронному коммутатору 16 (рис. 2) 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.

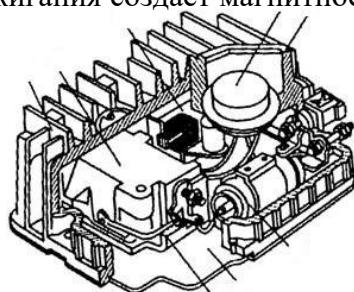


Рис. 2. Электронный коммутатор:

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 имеет 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.

### Зажигание в форсированных двигателях

**Опережение зажигания.** При воспламенении и сгорании смеси в цилиндре давление должно достигать своего максимума 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 снижается 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 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 повлияют 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. обычной системе зажигания на первичную обмотку катушки подается напряжение от аккумуляторной батареи (12 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, 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 пультом, 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 тонких голубых светящихся нитей. При повышенной влажности окружающей среды пробой заметен 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 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.

### 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 и 4) 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 свечах некоторых типов тепловой конус изолятора выступает за торец нижней части корпуса свечи для лучшего охлаждения. Для форсированных двигателей в настоящее время используют свечи, центральный электрод которых выполнен из меди покрыт никель-хромовой оболочкой. Такой электрод обеспечивает лучший теплоотвод при больших нагрузках двигателя.

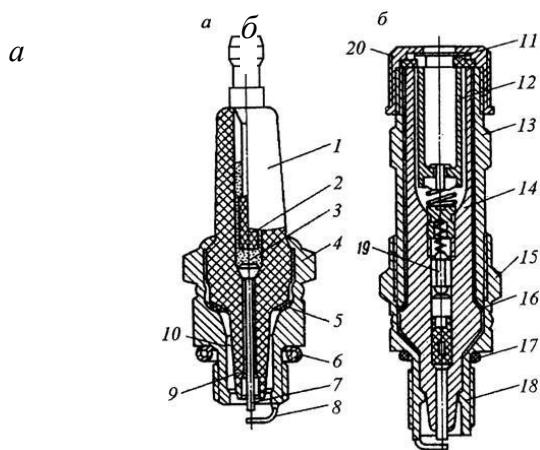


Рис. 3. Свечи зажигания:

*a* – неэкранированная; *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

На рис. 3, *a* показана неэкранированная, а на рис. 3.39, *б* экранированная герметизированная свеча. Защита

Свеча 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 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 M14x1,25; – резьба M18x1,5. 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 оптимальные. 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.

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.

## Практическая работа № 5

### Тема 4 Переоборудование двигателя

#### 1. Изучение фаз газораспределения и их влияния на мощность и крутящий момент

Перекрытие клапанов, фазы газораспределения, спортивные распределители, основы расчета и подбор.

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 за-ряд воздуха и удаляются отработавшие газы. Это потребует серьезной доработки конструкции газораспределительного механизма, направленных на изменение фаз газораспределения. Такие изменения конструкции двигателя кажутся трудновыполнимыми, но эта проблема должна быть решена, т. к. имеет очень большое значение. Ошибки здесь могут стоить 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 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. 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.

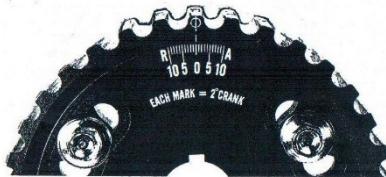


Рис. 1. Регулируемая звездочка привода распределительного вала

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. 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 опасности попадания в полость ремня постороннего предмета. Если это случится, то с двигателем можно рас прощаться.

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 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.

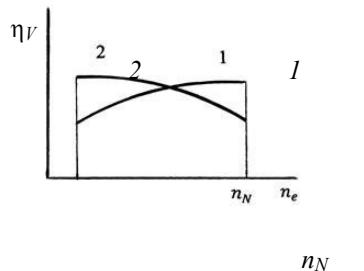


Рис. 2. График изменения коэффициен-

та наполнения  $\eta$  при быстротходной  
регулировке фаз газораспределения:

— частота вращения коленчатого вала  
двигателя; — его номинальная частота,  
соответствующая максимальной мощнос-  
ти двигателя

При управлении клапанами с помощью только одного распределительного вала можно эффективно настраивать фазы газораспределения или только для впускных, или только для выпускных клапанов. Настройка фаз газораспределения должна выполняться в условиях испытательного стенда, позволяющего производить нагрузку двигателя по внешней скоростной характеристике и контролировать все необходимые параметры.

### 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

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 «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. Некоторые 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 днищем поршня. Увеличенный ход клапанов может привести к столкновению их с поршнем, особенно если была прошлифована 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 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 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.

### 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 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, 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.



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 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.

## Практическая работа № 6

### Тема 4 Переоборудование двигателя

#### 2. Подготовка шатунов для модифицированного двигателя

Ознакомление с правилами подбора шатунов, методиками расчета

##### **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, что-бы его размеры укладывались в нижний предел поля допуска, оговоренного фирмой-производителем. Это максимально увеличит 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 ослабляются 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 изменении 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 кованые 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 от ковки 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 методом ковки. 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 кованые коленчатые валы для современных форсированных двигателей. Например, фирма Honda выпускает стандартные кованые коленчатые валы для своих двигателей. Кованые 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.

# Практическая работа № 7

## Тема 5 Автомобильные электронные системы

### 1. Системы электронного управления форсированными двигателями

#### Ознакомление с направлениями тюнинга электронных систем двигателя

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 тюнингового 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, тюнинговый 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.

## Практическая работа № 8

### Тема 5 Автомобильные электронные системы

#### 2. Размещение дополнительных тюнинговых приборов в салоне автомобиля

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 автомобиля. 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 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 мелко гранулированную 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 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 пытаться 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?

## Практическая работа № 9

### Тема 6 Обновление трансмиссии

#### 1. Тюнинг коробки передач

Трансмиссия любого, особенно спортивного автомобиля — важнейший механизм реализации динамических характеристик двигателя. Увеличившаяся мощность мотора тяжким бременем ложится на трансмиссию, которая дополнительной нагрузки может и не выдержать. А как выяснить, на что способна трансмиссия вашего автомобиля? Для этого следует знать ее основной параметр — проходной момент. До тех пор, пока он по величине больше или равен крутящему моменту двигателя, — все в порядке. Незначительное превышение лишь сокращает ресурс коробки. Но если оно достигает полутора раз, шестерни будут работать практически без запаса прочности и о ресурсе можно вообще забыть. Если же крутящий момент двигателя превышает проходной момент трансмиссии более чем в полтора раза — коробку надо менять или переделывать. В противном случае есть риск просто «порвать» трансмиссию.

##### Тюнинг коробки передач

Коробка передач играет в трансмиссии основную роль — даже с относительно слабым мотором машина может быть быстрой благодаря правильно подобранным передаточным числам КПП. Спортивные автомобили отличаются от серийных, в первую очередь, именно коробками передач, а уж потом моторами, кузовами и подвеской.

Для наилучшей разгонной динамики трансмиссия должна позволять мотору как можно дольше работать в „правой“ зоне шкалы тахометра (в промежутке от оборотов максимального момента до оборотов максимальной мощности). Добиться этого несложно: нужно лишь, чтобы передаточные числа каждой из передач были близки друг к другу. Тогда при переключении „вверх“ обороты упадут ненамного, мотор вновь окажется „в моменте“ и сможет резво ускорять автомобиль. „Близкие“ ступени коробки помогут и при переключении „вниз“: даже на относительно высокой скорости в случае необходимости можно смело включить пониженную передачу и сделать разгон более интенсивным, не рискуя при этом выскочить в красную зону на тахометре. Конечно, конструкторы серийных автомобилей знают об этом не хуже нас с вами. Но ряды передаточных чисел стандартных коробок нередко имеют огромные „дыры“ между соседними ступенями. Понятно, что инженеры подбирают такой ряд не со зла и не от хорошей жизни. Ведь „гражданский“ автомобиль должен иметь не только приемлемую динамику, но и удовлетворять многим другим требованиям.

Во-первых, он обязан уверенно развивать максимальную скорость, доступную для мотора данной мощности. Для этого передача, на которой он ее достигает, должна быть достаточно „длинной“, с малым передаточным отношением. Во-вторых, автомобиль должен уверенно трогаться с места на крутом подъеме с полной нагрузкой, а для этого требуются „короткие“ низшие передачи. Что же делать? Выход один: сохранив корпус коробки (его переделка — слишком дорогое удовольствие), заново изготовить оригинальные валы и шестерни. Работа эта чрезвычайно трудоемкая, а потому недешевая. Где-нибудь в Америке на человека, желающего изменить передаточные числа стандартной трансмиссии своего “Мерседеса”, посмотрели бы как на помешанного. А для владельцев отечественных машин есть одно весьма приятное обстоятельство: в нашей стране опыт подобного рода переделок накоплен, и немалый. Здесь, как обычно, в авангарде выступили автоспортсмены: для ралли, для кросса и „кольца“ было разработано огромное количество самых разных рядов и главных пар — в первую очередь, для переднеприводных тольяттинских машин.

Несмотря на различия, все тюнинговые ряды строятся, в общем, по одному принципу. Низшие передачи здесь существенно „длиннее“, то есть более скоростные чем у серийных коробок. А высшие — наоборот, „короче“ и ближе друг к другу. Такой подбор передаточных чисел немного усложняет процесс трогания с места, зато потом поведение автомобиля меняется просто сказочным образом: уже на первой-второй „выкрутив“ мотор до отсечки, можно разогнаться до скорости, где будут вполне уместны четвертая, пятая и даже шестая передачи! Ничуть не менее интересной становится и быстрая езда. Например, даже если пятая передача уже „в тонусе“, и обороты достаточно высоки, можно без проблем перейти даже не на четвертую, а сразу на третью ступень и сделать разгон еще более интенсивным.

Устанавливая в коробку новую „начинку“, следует лишь помнить, что не каждый ряд сможет нормально „уживаться“ с серийной главной передачей. Впрочем, здесь вариантов разработано тоже немало: в стандартный картер можно установить тюнинговые „пары“ с передаточным числом 4,33; 4,5; 4,7; 5,0, и даже 5,125. А еще можно установить так называемую короткую „кулису“, которая изменяет передаточное отношение привода переключения. Стоит это недорого, зато оперировать коробкой будет куда проще. А есть ли варианты еще более экстремальные, нежели простая замена ряда? За отдельную и весьма немалую плату желающим соберут самую настоящую гоночную кулачковую „шестиступку“. Такая коробка позволяет гонщикам переключаться без выжима сцепления и существенно сокращает время разгона. Но чтобы ездить на „кулачке“, одних только денег мало, нужно еще и уметь ей пользоваться. Да и шумит такая трансмиссия сильно- примерно как серийная без масла. Впрочем, бывают кулачковые коробки, которые не требуют специальных „гоночных“ навыков (правда, на отечественные машины их, к сожалению, не ставят). В принципе, кулачковая коробка устроена так же, как обычная, только вместо косозубых шестерен — прямозубые, вместо зубчатых муфт — кулачковые, и никаких синхронизаторов — гоночное зацепление. Кулачки обеспечивают высочайшую скорость переключений, но из-за ударных нагрузок быстро скругляются и требуют замены.

### Выбор сцепления

Еще более внимательно придется отнести к выбору сцепления. Ведь ему приходится не только передавать мощность от мотора к трансмиссии, но и играть роль демпфера, смягчающего рывки при переключении передач и резком разгоне или, наоборот, торможении двигателем. Тут, что называется, шаг влево, шаг вправо... Поставишь слабую корзину — неминуема пробуксовка сцепления, а более мощная не будет сглаживать рывки, что приведет к повышенным ударным нагрузкам в трансмиссии и, соответственно, приблизит ее кончину. Но даже если сцепление подобрано правильно, при агрессивной езде пробуксовка муфты неизбежна, а если вы еще и любитель не сбрасывать газ при манипулировании коробкой. В таких случаях незаменимыми оказываются металлокерамические диски сцепления.

# Практическая работа № 10

## Тема 6 Обновление трансмиссии

### 2. Тюнинг межколесного дифференциала

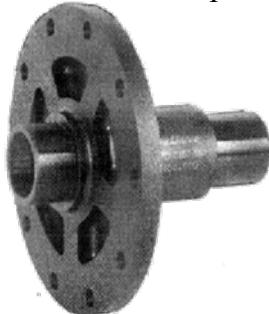
Ознакомление с направлениями тюнинга межколесных и межосевых дифференциалов

**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. 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 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. 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. 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 по-ворот 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. 1).



*Рисунок. 1 Тюнинговая «катушка», напрямую соединяющая ведущие валы (полуоси)*  
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 – триподные шарниры. При передаче больших усилий, особенно при разгоне автомобиля, эти

наиболее слабые узлы могут сломаться. Обновленная силовая 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 тюнинговые ведущие валы с усиленными шарнирами равных угловых скоростей могут передавать дополнительные нагрузки, вызванные заменой шин (рис. 2).



Рисунок 2 . Тюнинговый 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. 3 показан один из вариантов ступицы с цельным фланцем и усиленными шпильками крепления колеса.



Рисунок 3 - Тюнинговая ступица

### 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

# Практическая работа №11

## Тема 7 Тюнинг ходовой части

### 1. Подбор дисков колес и шин

Изучение правил подбора дисков, шин, требований к ним

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 примеряйте вырезанные фотографии колес различного размера и с разными дисками. Здесь проявятся природные художественные навыки либо потребуется помочь профессионального дизайнера. Только после этого следует идти к дилеру и приобретать полюбившиеся диски и шины. Но в любом случае нельзя забывать основную функцию колес.

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. 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 оффсет и код PCD дисков.

**Оффсет** – это расстояние между средней плоскостью вращения колеса и плоскостью прилегания диска к ступице в месте крепления колеса. Чем меньше оффсет, тем дальше отстоит колесо от подвески. И наоборот, чем больше оффсет, тем глубже колесо уходит под крыло. При слишком большом оффсете колесо может начать цепляться за детали подвески. Диск с неправильным оффсетом ухудшит управляемость автомобиля. Автомобиль с неправильно выбранным оффсетом 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, т. е. расстояние от оси колеса до беговой дорожки. От него напрямую зависит динамический радиус колеса.

Размер шин обозначается 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

(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.

## Практическая работа № 12

### Тема 7 Тюнинг ходовой части

#### 2. Тюнинг тормозной системы

Ознакомление с направлениями тюнинга тормозных систем: дисковые тормоза, усилители тормозов, материалы для компонентов тормозных систем

**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 уменьшают 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 является 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. 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 трубы. 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 делаются 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



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,

Рис. 7.2. Тормозные вентилируемые диски - 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 гармонировали с новыми красивыми дисками. Почему бы не совместить установку новых дисков и колодок с покраской суппортов? Тормоза – устройства грязные, поэтому перед покраской их нужно хорошо 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 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 изготавлялся 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 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.



## Практическая работа № 13

### Тема 8 Тюнинг салона

#### 1. Замена рулевого колеса

Ознакомление с направлениями тюнинга рулевой системы, замена рулевого колеса

Рулевое колесо – первое, что привлекает внимание в салоне автомобиля. Это основная точка контакта водителя с автомобилем, поэтому желательно, чтобы рулевое колесо не раздражало, радовало взгляд. При проектировании стандартного рулевого колеса конструкторы руководствуются требованиями стандартов, не вкусыми 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 съемное 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. 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 безопасности 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.

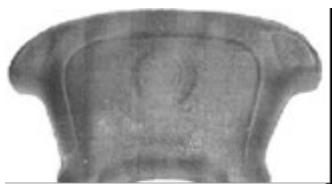


Рисунок 1 – подушка безопасности, интегрированная в рулевое колесо.

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 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 страховую 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 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 выше 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.

## **Практическая работа № 14**

### **Тема 8 Тюнинг салона**

#### **2. Тонирование стекол**

##### **Практическое выполнение тонирования стекла**

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 сотрудниками ГИБДД, потому что почти на всех постах ГИБДД имеется оборудование для проверки светопроницаемости тонированных стекол.

Суть операции тонирования состоит в искусстве 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 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-то 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 kleem 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 получит-ся 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.

## Практическая работа № 15

### Тема 9 Наружное оборудование кузова

#### 1. Определение характеристик внешних световых приборов

Практическое определение характеристик света фар, сравнение характеристик фар различных производителей

Для проведения проверки технического состояния фар головного освещения транспортного средства с помощью соответствующего прибора следует выполнить ряд подготовительных операций в указанной последовательности:

1. Установить проверяемое транспортное средство на рабочую площадку всеми колесами так, чтобы до передней границы площадки оставалось расстояние не менее 1 м, а до боковых границ — не менее 0,5 м. (Под рабочей площадкой понимается ровная горизонтальная площадка с твердым покрытием, имеющая отклонение от горизонтального положения не более 3 мм на 1 м и метрологически поверенная по этому показателю.)
2. Проверить давление воздуха в шинах и при необходимости довести его до нормы.
3. Проверить целостность фар и надежность их фиксации.
4. Для транспортных средств, оборудованных регулируемой подвеской, завести двигатель и установить подвеску в транспортное положение всех осей, после чего заглушить двигатель.
5. Проверить работоспособность корректирующих устройств света фар. После проверки установить корректор в соответствующее загрузку положение. На транспортных средствах, оборудованных регулируемой подвеской всех осей, установить корректор в нулевое положение независимо от загруженности транспортного средства.
6. Для порожних транспортных средств категории М1 обеспечить загрузку транспортного средства массой  $(70 \pm 20)$  кг (человек или груз) на заднем сиденье.
7. Определить первоначальный наклон светотеневой границы ближнего света фар по обозначению завода-изготовителя.
8. Определить тип фар по обозначениям, нанесенным на их рассеиватели.
9. Расположить прибор так, чтобы расстояние от рассеивателя фары до линзы прибора было равно расстоянию, предусмотренному инструкцией по эксплуатации прибора.
10. Разместить оптическую камеру по высоте таким образом, чтобы середина фары по высоте находилась на одном уровне с серединой по высоте положения линзы.
11. Сориентировать оптическую камеру прибора так, чтобы продольная ось камеры располагалась в одной плоскости с исходной осью фары. Для этого следует использовать ориентирующее приспособление прибора, как показано на рисунке.

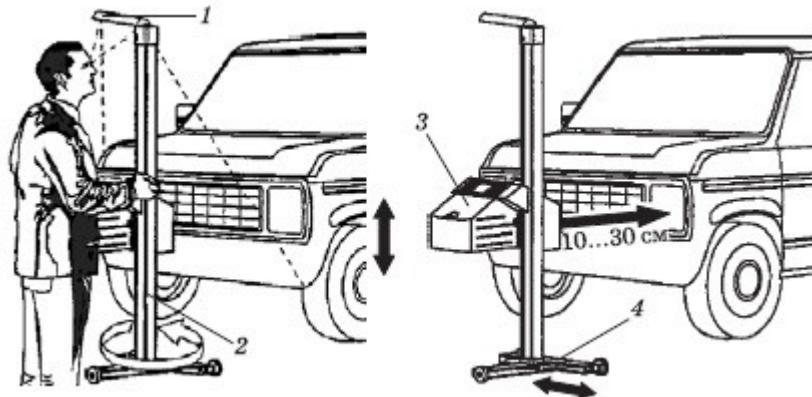


Рис. Установка прибора для проверки света фар: 1 — ориентирующее приспособление; 2 — поворотный штатив; 3 — оптическая камера; 4 — тележка для перемещения по полу

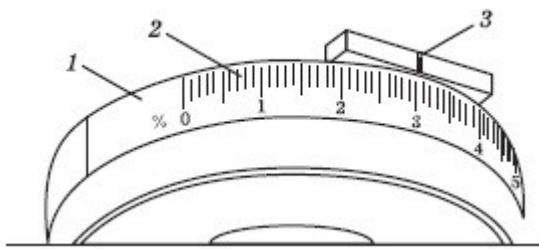


Рис. Лимб рукоятки для установки положения измерительного экрана: 1 — рукоятка; 2 — шкала; 3 — указатель

Далее проверяется свет фар:

1. Включить ближний свет фар.
2. С помощью рукоятки с нанесенной шкалой установить измерительный экран прибора в положение, при котором горизонтальная линия на нем совпадает с левой частью светотеневой границы фары. Определить абсолютное значение указанного снижения по шкале.
3. Проверить характер расположения светового пятна на экране. Световое пятно должно иметь выраженную светотеневую границу в соответствии с нанесенной на экран разметкой. Точка пересечения правой и левой частей светотеневой границы фары должна находиться на средней вертикальной линии Н-Н экрана.
4. При наличии на транспортном средстве фар, оснащенных газоразрядными источниками света, проверить исправность автоматического корректора фар путем наблюдения за неизменностью положения светотеневой границы при покачивании подпрессоренной части транспортного средства путем периодического приложения усилий к кузову в вертикальной плоскости, а также омывателя фар путем приведения его в действие.
5. Проверить уровень положения левой части светотеневой границы, который должен соответствовать значению, указанному в условном обозначении, а при его отсутствии — указанному в таблице.
6. К полученному значению уровня снижения прибавить 150 мм (1,5 %) и измерить в этом положении силу света фары. Сравнить полученное значение с нормативным для освещенной части экрана. Положение фотоприемника на измерительном экране должно соответствовать указанному на рисунке.
7. Вычесть из абсолютного значения снижения светотеневой границы 100 мм (1,0 %) и измерить в этом положении силу света фары. Полученное значение сравнить с нормативным для теневой части экрана. Положение фотоприемника на измерительном экране должно соответствовать указанному на рисунке.
8. Включить дальний свет фар.
9. Установить с помощью рукоятки измерительный экран прибора в нулевое положение по лимбу рукоятки. Проверить расположение светового пятна на экране: вертикальная ось симметрии светового пятна должна совпадать с вертикальной линией разметки. Центр светового пятна не должен быть выше центра разметки экрана.
10. Для фар типа И (НИ, DR) проверить силу света, установив фотоэлемент в точку, наиболее ярко освещенную на экране. Для фар типа СИ (НСИ, DCR) проверить силу света, установив фотоэлемент в точку, находящуюся на 100 мм (1 %) выше светотеневой границы ближнего света этой же фары.
11. Повторить операции по установке прибора для проверки света фар, расположенных по другому борту транспортного средства, после чего осуществить проверку ближнего и дальнего света, как указано выше. По окончании проверить и сложить контрольные значения силы света всех одновременно включаемых фар дальнего света, нанесенные на рассеиватели. Сравнить полученное значение с предельно допустимым.
12. Включить противотуманный свет.
13. Установить измерительный экран прибора с помощью рукоятки в положение, при котором горизонтальная линия на нем совпадает со светотеневой границей света фары. Определить по шкале лимба абсолютное значение указанного снижения.

14. Проверить расположение светового пятна на экране. Оно должно иметь выразительную горизонтальную светотеневую границу.
15. Проверить уровень положения светотеневой границы, который должен соответствовать значению, указанному в таблице
16. От полученного значения уровня снижения отнять 530 мм (5,3 %) и измерить в этом положении силу света фары. Полученное значение сравнить с нормативным для теневой части экрана. Положение фотоприемника на измерительном экране должно соответствовать указанному на рисунке.

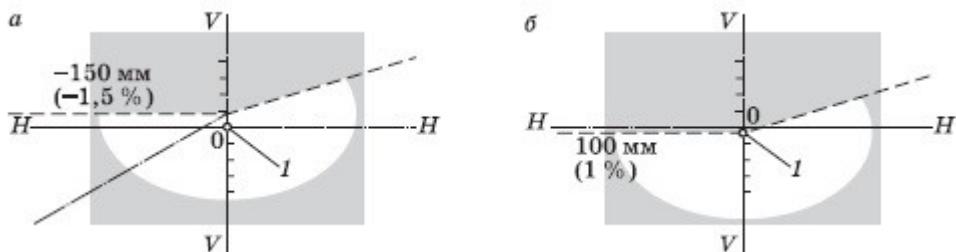


Рис. Установка фотоприемника при измерении силы света фар ближнего света: а — в освещенной части измерительного экрана; б — в теневой части измерительного экрана; 1 — фотоприемник

Замечания:

1. Ряд измерительных приборов, например ОП, оснащены несколькими фотоприемниками, расположенными одновременно в обеих контрольных точках (-1 %, +1,5 %). В случае применения таких приборов проверки (см. пп. 6 и 7) проводятся без перемещения измерительного экрана по высоте.
2. При проверке может возникнуть необходимость перевода единиц освещенности в единицы силы света. Такой перевод можно осуществить, пользуясь таблицей.

Таблица. Примерное соотношение единиц освещенности и силы света

Освещенность, Сила света, кд лк	Освещенность, Сила света, кд лк
1,00	650
1,20	750

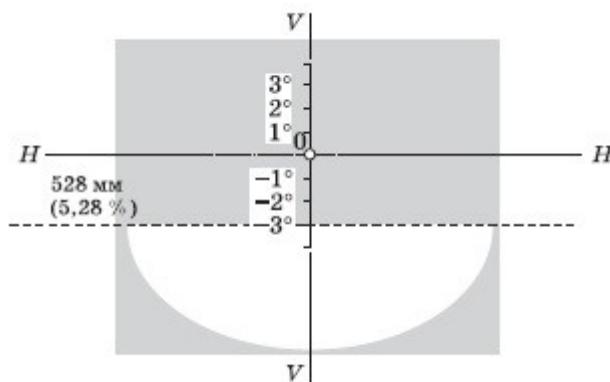


Рис. Установка фотоприемника при измерении силы света противотуманной фары в теневой части светового пятна

Прибор типа ОП оснащен фотоприемником, расположенным в указанной контрольной точке. В этом случае данная проверка проводится без перемещения измерительного экрана по высоте.

Проверка технического состояния прочих приборов освещения и световой сигнализации осуществляется в последовательности, указанной ниже:

Проверить правильность и соответствие установки световых приборов на транспортном средстве. Определить наличие на приборах освещения и сигнализации обозначений, указывающих на утверждение их типа и определяющих функциональное назначение приборов, особенности монтажа. При необходимости измерить расстояния, нормируемые при установке световых приборов.

Оценить целостность и надежность крепления приборов.

Оценить работоспособность приборов и соответствие режимов их включения и выключения. Для этого опробовать приборы путем включения их на разных режимах работы. При этом световая индикация работы приборов в кабине водителя должна соответствовать установленным требованиям.

Проверить работу указателей поворота в установленном режиме. Для этого определить количество миганий света в минуту с помощью секундомера не менее чем по 10 проблескам и сравнить полученное значение с допустимым.

Визуально сравнить силу света парных световых приборов транспортного средства, которая для парных фонарей одного функционального назначения должна различаться не более чем в два раза.

Проверить соответствие установки светоотражателей нормативным требованиям.

При необходимости проверить правильность нанесения светоотражающей или контурной маркировки на бортах транспортного средства.

## **Практическая работа № 16**

### **Тема 9 Наружное оборудование кузова**

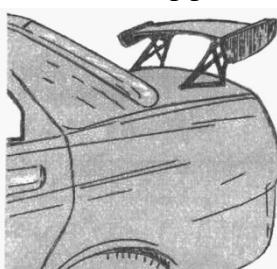
#### **2.Установка элементов аэродинамики на автомобиль**

Ознакомление с направлениями тюнинга кузовов автомобилей

**Антикрыло.** Одним из элементов аэродинамического об-веса 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, призывающей 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 расположается за надстройкой кузова, в передней части крышки багажника. Сила, призывающая автомобиль к земле, будет соз-даваться там, где поток воздуха, обойдя кабину, снова уплотняется. Расположение антикрыла в зоне разрежения желаемого эффекта не даст.

Например, у отечественного автомобиля ВАЗ-2110 «Жигу-ли» еще на заводе-изготовителе ставят небольшое антикрыло на багажнике (рис. 1). Даже такое маленькое антикрыло, правильно сконструированное, обеспечивает «прижимной» эффект не только задних, но и передних колес автомобиля.



## Рис 1 – антикрыло ВАЗ-2110

Чем дальше от кузова вынесено анти-крыло, тем прочнее должно быть его крепление. Сила давления набегающего потока, под воздействием которой плохо закрепленное антикрыло может оторваться и при-чинить 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.

**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 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.

## Практическая работа № 16

### Тема 10 Аэrogрафия и антикоррозионный тюнинг автомобиля.

#### 1. Применение многоцветного лакокрасочного покрытия

Подбор красок, подготовка окрашиваемой поверхности,

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 термопласти (1-я группа); PA, EP, PUR – термореактивные пластмассы, т. е. дуропласти (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 температуры 60 °C 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 термореактивных 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, 907R – черный. Эти грунты сочетают в себе свойства адгезионного и основного грунтов. С одной стороны, они характеризуются отличной адгезией (прилипанием) ко всем пластмассам, включая PP/EPDM. Их адгезия выше адгезии даже стандартных заводских грунтов. С другой стороны, такие грунты могут наноситься слоем толщиной до 30 мкм и шлифоваться «по мок-рому» 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 антикоррозийным составом.

#### 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 защищен, 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.

### **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 поверхности. 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.

### **Названия колеров**

Для многих автовладельцев заводские на-звания колеров непонятны, если перед глазами нет образца. Ниже приведены названия основных колеров в алфавитном порядке и их цифровые коды, которые указаны в скобках.

**Авантурин** (602) – черный металлик, получивший свое имя по названию поделочного камня авантюрина, представляющего собой прозрачный кварц серебристо-белого или красно-бурого цвета с равномерными включениями слюды.

**Адриатика** (425) – голубой неметаллик.

**Аквамарин** (460) – металлик цвета морской волны (зеле-но-голубой). Аквамарин – это драгоценный камень, тоже меняющий свои цвета – голубой и зеленый.

**Альпийский** (205) – белый металлик.

**Аметист** (145) – сиреневый металлик. Аметист – фиолето-ый 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.  
**Мальboro** (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.  
**Опалия** (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.

# Практическая работа № 17

## Тема 10 Аэрография и анткоррозионный тюнинг автомобиля.

### 2. Работы по анткоррозийной защите автомобиля

Ознакомление с технологией проведения работ по анткоррозийной защите кузова.

Наиболее распространенным способом анткоррозионной 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 анткоррозионных 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 анткоррозионных защитных покрытий, перед потребителем неминуемо встает проблема выбора производителя работ. Разброс цен на анткоррозионные услуги велик, и нередко выбор делается в пользу низкой цены анткоррозионных материалов.

Для новых автомобилей, у которых анткоррозионное покрытие наносится на еще не поврежденное заводское покрытие, наиболее важно именно качественное нанесение анткоррозионного 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 анткоррозионный материал продержится на защищаемой поверхности недолго. Качество анткоррозионной обработки зависит от выбора и соблюдения технологии производства работ и от используемого технологического оборудования. Подготовка к анткоррозионной 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 высокопроникающим 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 анткоррозионное покрытие в два или три тонких слоя, т. к. толстый слой краски, нанесенный в один прием, обладает тенденцией к расщесиванию. Первоначальная обработка производится высокопроникающим составом, обеспечивающим химическую защиту металла от коррозии и полную адгезию к поверхности абразиво-стойкого состава. Не дожидаясь полного высыхания первого слоя, на днище следует нанести абразивостойкие составы. Эти составы для наружных поверхностей, наряду с анткоррозионными 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, 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. Анткоррозийные 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 анткоррозионной защите можно получить в учебниках и учебных пособиях по кузовным работам и технологиям покраски автомобилей.

**Заданные 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 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 которой 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, 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 нитро-глифталевой 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 двигатель в условиях гаража. В его состав входят растворители, поверхностноактивные 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 двигателе в соответствии с указанным на этикетке способом применения.

## 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 анткоррозионная 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. ?
14. В чем особенности покраски деталей из алюминиевых сплавов?

## Список используемой литературы

### Основная литература

Виноградов, В. М. Организация производства технического обслуживания и текущего ремонта 1. Бакунина, Т.А. Основы автоматизации производственных процессов в машиностроении : учебное пособие : [16+] / Т.А. Бакунина. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. – 193 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=564218>. – Библиогр.: с. 190. – ISBN 978-5-9729-0373-3.

Сафиуллин, Р.Н. Интеллектуальные бортовые системы на автомобильном транспорте : монография / Р.Н. Сафиуллин, М.А. Керимов. – Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2017. – 355 с. : ил., схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=473825>. – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-4475-9238-7. – DOI 10.23681/473825. – Текст : электронный.

Дружинин, А.М. Модернизация двигателей внутреннего сгорания: цилиндкопоршневая группа нового поколения / А.М. Дружинин. - Москва-Вологда : Инфра-Инженерия, 2017. - 151 с. : ил., схем., табл. - ISBN 978-5-9729-0158-6 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=466777>

Фещенко, В.Н. Обеспечение качества продукции в машиностроении : учебник : [16+] / В.Н. Фещенко. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. – 789 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=564257>. – ISBN 978-5-9729-239-2.

### Дополнительные источники:

1. Фещенко, В.Н. Справочник конструктора : учебно-практическое пособие / В.Н. Фещенко. - 2-е изд. перераб. и доп. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2017. - Кн. 1. Машины и механизмы. - 401 с. : ил., схем., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-9729-0084-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=466782>
2. Сафиуллин, Р.Н. Конструкция, расчет и эксплуатационные свойства транспортных средств : учебник / Р.Н. Сафиуллин, А.С. Афанасьев, Р.Р. Сафиуллин. – Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2018. – 313 с. : ил., схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=493346>. – ISBN 978-5-4475-9658-3. – DOI 10.23681/493346. – Текст : электронный.
3. Перцев, С.Н. Производственная эксплуатация транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования : методические указания / С.Н. Перцев ; Министерство сельского хозяйства РФ, Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, Кафедра технических систем в агробизнесе. – Санкт-Петербург : СПбГАУ, 2018. – 34 с. : ил.,табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=495119>. – Библиогр. в кн. – Текст : электронный.

1.