

Сергей Савосин

# СОВЕТЫ АВТОМЕХАНИКА

*Техобслуживание,  
Диагностика,  
Ремонт*



**bhv®**

• Подробные схемы основных элементов автомобиля • Основные принципы технического обслуживания • Возможные опасности при ремонте • Советы по выбору подходящего масла • Подробный перечень неисправностей • Пошаговые инструкции по устранению неполадок • Иллюстрации неисправных деталей и механизмов

**Сергей Савосин**

# **СОВЕТЫ АВТОМЕХАНИКА**

---

**ТЕХОБСЛУЖИВАНИЕ,  
ДИАГНОСТИКА,  
РЕМОНТ**

Санкт-Петербург

«БХВ-Петербург»

2011

УДК 656.1  
ББК 39.33-08  
С13

## **Савосин С. А.**

С13      Советы автомеханика: техобслуживание, диагностика, ремонт. — СПб.: БХВ-Петербург, 2011. — 192 с.: ил.

ISBN 978-5-9775-0472-0

Книга советов и рекомендаций опытного автомеханика является пособием по эксплуатации и ремонту автомобиля с доступным изложением материала, четкими и конкретными указаниями, грамотным и подробным описанием базовых технологических процессов. Рассматривается детальная классификация автомобилей, даны основные принципы технического обслуживания, обозначены возможные опасности при ремонте, приведены советы по выбору подходящего масла и многое другое. Подробный перечень неисправностей и пошаговые инструкции по их устранению с иллюстрациями неисправных деталей и механизмов и схемами основных элементов автомобиля помогут автолюбителям предупреждать проблемы до их возникновения и устранять неполадки с минимальными затратами времени и средств.

*Для широкого круга читателей*

УДК 656.1  
ББК 39.33-08

### **Группа подготовки издания:**

|                                   |                            |
|-----------------------------------|----------------------------|
| Главный редактор                  | <i>Екатерина Кондукова</i> |
| Зав. редакцией                    | <i>Григорий Добин</i>      |
| Редактор                          | <i>Сергей Сапронов</i>     |
| Компьютерная верстка              | <i>Ольги Сергиенко</i>     |
| Корректор                         | <i>Зинаида Дмитриева</i>   |
| Дизайн серии и оформление обложки | <i>Елены Беляевой</i>      |
| Зав. производством                | <i>Николай Тверских</i>    |

Лицензия ИД № 02429 от 24.07.00. Подписано в печать 30.12.10.

Формат 60×90<sup>1/16</sup>. Печать офсетная. Усл. печ. л. 12.

Тираж 1500 экз. Заказ №

"БХВ-Петербург", 190005, Санкт-Петербург, Измайловский пр., 29.

Санитарно-эпидемиологическое заключение на продукцию  
№ 77.99.60.953.Д.005770.05.09 от 26.05.2009 г. выдано Федеральной службой  
по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека.

Отпечатано с готовых диапозитивов  
в ГУП "Типография "Наука"  
199034, Санкт-Петербург, 9 линия, 12

ISBN 978-5-9775-0472-0

© Савосин С. А., 2011

© Оформление, издательство "БХВ-Петербург", 2011

# Оглавление

|                                                                                                                |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Глава 1. Общие сведения и основные положения по техническому обслуживанию и ремонту .....</b>               | <b>5</b>  |
| 1.1. Принцип устройства автомобиля .....                                                                       | 5         |
| 1.2. Классификация автомобилей .....                                                                           | 8         |
| 1.3. Автомобильные топлива, смазочные материалы и технические жидкости .....                                   | 12        |
| 1.3.1. Автомобильные топлива .....                                                                             | 12        |
| Производство бензинов и дизельных топлив .....                                                                 | 14        |
| 1.3.2. Смазочные материалы .....                                                                               | 15        |
| Моторные масла .....                                                                                           | 19        |
| Трансмиссионные масла .....                                                                                    | 23        |
| Свойства трансмиссионных масел по классам вязкости .....                                                       | 25        |
| 1.3.3. Охлаждающие жидкости .....                                                                              | 25        |
| 1.4. Используемое оборудование и оснащение .....                                                               | 27        |
| 1.5. Базовые принципы технического обслуживания автомобиля: виды, периодичность, ежедневное обслуживание ..... | 27        |
| 1.6. Техника безопасности при обслуживании и ремонте автомобиля .....                                          | 31        |
| 1.6.1. Основные опасности при проведении ремонтных работ .....                                                 | 32        |
| Ошпаривание .....                                                                                              | 32        |
| Ожоги .....                                                                                                    | 32        |
| Отравление парами или газами .....                                                                             | 32        |
| Аккумулятор .....                                                                                              | 32        |
| Падение поднятого автомобиля .....                                                                             | 33        |
| Огонь .....                                                                                                    | 33        |
| Удар электрическим током .....                                                                                 | 33        |
| Ядовитые раздражающие вещества .....                                                                           | 33        |
| Асбест .....                                                                                                   | 34        |
| Топливная аппаратура дизелей .....                                                                             | 34        |
| Подушки безопасности .....                                                                                     | 34        |
| Плавиковая кислота .....                                                                                       | 34        |
| <b>Глава 2. Двигатели .....</b>                                                                                | <b>36</b> |
| Введение .....                                                                                                 | 36        |
| 2.1. Классификация двигателей .....                                                                            | 38        |
| 2.2. Устройство и работа .....                                                                                 | 40        |
| 2.2.1. Принцип работы бензинового двигателя .....                                                              | 41        |
| 2.2.2. Кривошипно-шатунный механизм .....                                                                      | 48        |
| 2.2.3. Газораспределительный механизм .....                                                                    | 53        |
| 2.2.4. Система охлаждения двигателя внутреннего сгорания .....                                                 | 55        |
| 2.2.5. Система смазки двигателя .....                                                                          | 62        |
| 2.2.6. Система подачи топлива .....                                                                            | 68        |
| 2.2.7. Система зажигания .....                                                                                 | 81        |

|                                                                                                                                           |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 2.3. Диагностика и техническое обслуживание.....                                                                                          | 87         |
| 2.3.1. Определение тяговых качеств автомобиля.....                                                                                        | 89         |
| 2.3.2. Проверка экономических качеств автомобиля.....                                                                                     | 90         |
| 2.3.3. Определение расхода масла.....                                                                                                     | 91         |
| 2.3.4. Проверка компрессии в цилиндрах двигателя.....                                                                                     | 92         |
| 2.3.5. Проверка технического состояния по шумности работы.....                                                                            | 93         |
| 2.4. Неисправности и их устранение.....                                                                                                   | 96         |
| 2.4.1. Неисправности карбюраторного двигателя.....                                                                                        | 97         |
| Двигатель не заводится или плохо запускается.....                                                                                         | 97         |
| Двигатель не вращается при запуске.....                                                                                                   | 100        |
| Стартер работает, но двигатель не вращается.....                                                                                          | 102        |
| Двигатель запускается и немедленно глохнет.....                                                                                           | 103        |
| Систематические перебои в работе одного или нескольких цилиндров.....                                                                     | 104        |
| Двигатель перегревается (течь отсутствует).....                                                                                           | 106        |
| Двигатель не развивает полной мощности.....                                                                                               | 108        |
| Течь масла через уплотнения.....                                                                                                          | 111        |
| <b>Глава 3. Электрооборудование.....</b>                                                                                                  | <b>117</b> |
| 3.1. Общие сведения.....                                                                                                                  | 117        |
| 3.2. Диагностика и техническое обслуживание.....                                                                                          | 123        |
| 3.3. Неисправности и их устранение.....                                                                                                   | 126        |
| 3.4. Рекомендации и полезные советы.....                                                                                                  | 134        |
| <b>Глава 4. Трансмиссия.....</b>                                                                                                          | <b>135</b> |
| 4.1. Устройство и работа.....                                                                                                             | 135        |
| 4.2. Диагностика и техническое обслуживание.....                                                                                          | 139        |
| 4.2.1. Диагностика и техническое обслуживание сцепления.....                                                                              | 139        |
| 4.2.2. Диагностика и техническое обслуживание коробки перемены передач,<br>карданной передачи, заднего моста и привода ведущих колес..... | 140        |
| 4.2.3. Неисправности и их устранение.....                                                                                                 | 147        |
| Неисправности сцепления.....                                                                                                              | 147        |
| Неисправность коробки перемены передач.....                                                                                               | 150        |
| <b>Глава 5. Ходовая часть и рулевое управление.....</b>                                                                                   | <b>154</b> |
| 5.1. Общие сведения.....                                                                                                                  | 154        |
| 5.2. Устройство и работа передней и задней подвески.....                                                                                  | 156        |
| 5.2.1. Диагностика и техническое обслуживание подвески.....                                                                               | 173        |
| 5.3. Устройство и работа рулевого управления.....                                                                                         | 176        |
| 5.3.1. Рулевые механизмы.....                                                                                                             | 177        |
| Рулевые механизмы с вращательным движением.....                                                                                           | 177        |
| Рулевой механизм со скольжением.....                                                                                                      | 183        |
| 5.3.2. Рулевой привод.....                                                                                                                | 186        |
| Варианты компоновки приводов рулевого механизма.....                                                                                      | 186        |
| 5.3.3. Диагностика и техническое обслуживание передней, задней подвески<br>и рулевого управления.....                                     | 191        |
| Неисправности и способы их устранения.....                                                                                                | 191        |

# Глава 1



## Общие сведения и основные положения по техническому обслуживанию и ремонту

### 1.1. Принцип устройства автомобиля

Современный легковой автомобиль представляет собой транспортное средство, состоящее из многих систем, механизмов и узлов.

*Кузов* автомобиля — это жесткая пространственная рама, облицованная тонким листом или волокнистым пластиком. В настоящее время кузов делают «несущим», т. е. заменяющим раму, и к нему крепят все агрегаты и механизмы.

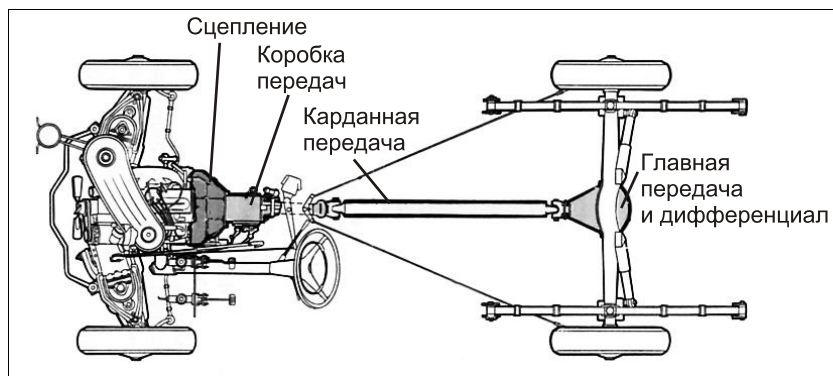
Автомобиль приводится в движение *двигателем внутреннего сгорания*, являющимся источником механической энергии.

Для передачи крутящего момента от двигателя к *колесам* автомобиля и для изменения этого момента в зависимости от условий движения каждый автомобиль имеет *трансмиссию* или *силовую передачу*, к которой относятся следующие агрегаты: *сцепление* или *гидротрансформатор*, *коробка перемены передач* (ручная или автоматическая), *карданная передача*, *главная передача*, *дифференциал* и *полуоси*.

Колеса с пневматическими *шинами* вместе с *передней* и *задней осями* и упругими элементами крепления осей к раме или кузову составляют *ходовую часть* автомобиля. В каждом автомобиле имеются механизмы управления, с помощью которых можно изменять направление движения и останавливать автомобиль или замедлять его движение. К этим механизмам относятся *рулевое управление* и *тормозная система*.

Для эксплуатации автомобиля в темное время суток на нем устанавливается *система освещения*. Безопасность движения современных автомобилей обеспечивается *системой сигнализации*. Для повышения комфортабельности автомобиля оборудуются *системами отопления* и *вентиляции*.

Расположение двигателя и агрегатов трансмиссии у разных моделей автомобилей неодинаково. Классическая схема размещения агрегатов и узлов представлена на рис. 1.1.



**Рис. 1.1.** Классическая схема размещения агрегатов и узлов автомобиля

Двигатель расположен спереди, вдоль оси автомобиля, ведущими колесами являются задние, для передачи крутящего момента к заднему ведущему мосту устанавливают карданный вал. *Карданный вал* может быть коротким, непосредственно соединяющим коробку перемены передач с задним мостом (рис. 1.2), либо

длинным, имеющим промежуточный карданный вал, установленный на *подвесном подшипнике* (рис. 1.3).



**Рис. 1.2.** Короткий карданный вал



**Рис. 1.3.** Длинный карданный вал с подвесным подшипником

На большинстве современных автомобилей применяется *переднеприводная схема* установки агрегатов и узлов: двигатель расположен спереди поперек автомобиля, агрегаты и трансмиссия также расположены спереди. В этом случае трансмиссия передает крутящий момент передним колесам, которые одновременно являются ведущими и управляемыми. В результате такого расположения агрегатов можно существенно уменьшить их массу и высоту центра тяжести. Такими же преимуществами обладают автомобили с задним расположением двигателя и агрегатов трансмиссии, передающих крутящий момент задним ведущим колесам.

## 1.2. Классификация автомобилей

Все автомобили характеризуются следующими параметрами:

- ❑ *База* — расстояние между передними и задними осями колес.
- ❑ *Колея* — расстояние между средними плоскостями колес одной оси, замеренное в плоскости дороги.
- ❑ *Габаритные размеры* — длина, ширина и высота автомобиля, замеренные между крайними точками.
- ❑ *Дорожный просвет (клиренс)* — высота над дорогой наиболее низко расположенной точки шасси автомобиля (ось, картер моста и т. д.).
- ❑ *Радиус поворота* — радиус окружности, описываемый передними колесами при повороте рулевого колеса до отказа влево или вправо.

Автомобили можно классифицировать и по другим признакам:

1. По назначению: грузовые, пассажирские, грузопассажирские, специальные.
2. По степени приспособления в работе в различных дорожных условиях.
3. По общему числу колес и числу ведущих колес.
4. По числу осей.

5. По составу.
6. По типу двигателя.
7. По принадлежности.
8. По типу шасси.

Грузовые автомобили группируются по:

□ Грузоподъемности:

- особо малой грузоподъемности (до 1 т);
- малой грузоподъемности (1–2 т);
- средней грузоподъемности (2–5 т);
- большой грузоподъемности (свыше 5 т);
- особо большой грузоподъемности (свыше предела, установленного дорожными габаритами и весовыми ограничениями).

□ Виду перевозимого груза.

□ Типу кузова:

- самосвалы;
- бортовые;
- крытые;
- с тентом;
- бетоносмесительные;
- автоцистерны;
- автовозы;
- тягачи.

Пассажирскими автомобилями называются:

□ Автобусы (вместимостью свыше 8 человек), которые различаются по:

- Габаритной длине:
  - ✧ особо малой до 5 м;
  - ✧ малой от 6 до 7,5 м;

- ✧ средней 8–9,5 м;
- ✧ большой 10,5–12 м;
- ✧ особо большой (сочлененный) 16,5 м и более.
- Назначению:
  - ✧ городские (внутригородские и пригородные);
  - ✧ местного сообщения (для сельских перевозок);
  - ✧ междугородные;
  - ✧ туристические;
  - ✧ микроавтобусы;
  - ✧ троллейбусы;
  - ✧ внедорожники.
- Легковые машины (вместимостью до 8 человек), которые различаются по:
  - Размеру. В США размерный класс легковых автомобилей определяется внутренним объемом пассажирского салона и багажного отделения. Кроме того, в США существует еще и так называемая классификация автомобилей по рыночной оценке. В Японии всего 3 класса легковых автомобилей: мини, малые и стандартные. В России применяется европейская классификация легковых автомобилей, в основе которых лежат габаритные размеры машин.
    - ✧ Сегмент А (особо малый класс, городской автомобиль). Сюда входят малогабаритные автомобили, предназначенные в основном для эксплуатации в городских условиях. Длина таких машин не должна превышать 3,6 м, а ширина — не более 1,6 м. Типичными представителями можно считать автомобили «Smart», «Ford Ka», «Renault Tvingo», «Ока».
    - ✧ Сегмент В (малый класс, супермини). Это достаточно популярный в Европе класс машин, значительная часть которых имеет кузов хэтчбек и передний привод. Габариты автомобилей класса В: длина — 3,6–3,9 м, шири-

на — 1,5–1,7 м. Типичные представители: «Fiat Punto», «Opel Corsa», «Таврия».

- ✧ Сегмент С (малый средний, компактный, гольф-класс). Длина автомобиля — 3,9–4,4 м, ширина — 1,6–1,75 м. Типичные представители: «VW Golf», «Opel Astra», все «Жигули» с первой по пятнадцатую модели.
- ✧ Сегмент D (средний, семейный автомобиль). Один из наиболее динамично развивающихся классов автомобилей, представители которого все чаще соперничают с машинами класса E. В этот класс входят автомобили длиной 4,4–4,7 м и шириной 1,7–1,8 м. Типичные представители: «VW Passat», «Audi A4», «Opel Vectra», «Волга» от ГАЗ 24 до ГАЗ 3110.
- ✧ Сегмент E (бизнес-класс, среднеразмерный, полноразмерный автомобиль). Параметры машин E-класса: длина — свыше 4,6 м, ширина — свыше 1,7 м. Типичные представители: «Opel Omega», «Renault Safrane», «MB E-класса», «BMW» 5-й серии.
- ✧ Сегмент F (представительский класс, полноразмерный автомобиль). Сосредоточил в себе комфортабельные мощные автомобили, потому называется также «люкс» или «представительским классом». Длина таких машин обычно свыше 4,6 м, ширина — свыше 1,7 м. Типичные представители: «BMW» седьмой серии, «Jaguar XJ8», «Mercedes-Benz S-Class», «Ford Crown Victoria», «Чайка» ГАЗ-13, ГАЗ-14, ЗИЛ-111, ЗИЛ-114, ЗИЛ-117.



### **ПРИМЕЧАНИЕ**

Кроме того, существует еще несколько отдельных групп автомобилей, которые не подходят ни под один из описанных выше классов. Это купе, кабриолеты, универсалы повышенной вместимости (УПВ) и внедорожники, известные также как автомобили повышенной проходимости.

- Типу кузова:

- ✧ седаны;
- ✧ универсалы;

- ✧ хэтчбэки;
- ✧ лимузины;
- ✧ пикапы;
- ✧ минивэны и т. д.
- Рабочему объему цилиндров двигателя:
  - ✧ особо малый (до 1,2 л);
  - ✧ малый (от 1,2 до 1,5 л);
  - ✧ средний (от 1,5 до 3,5 л);
  - ✧ большой (свыше 3,5 л);
  - ✧ высший (не регламентируется).

## 1.3. Автомобильные топлива, смазочные материалы и технические жидкости

### 1.3.1. Автомобильные топлива

Долговечность работы двигателя зависит от многих факторов, и в значительной степени — от качества применяемого топлива. Основными автомобильными топливами являются *бензины* и *дизельное топливо*.

Бензин — это смесь углеводородов (соединение углерода и водорода), имеющих температуру кипения от 30 до 200 °С и присадок, предназначенных для улучшения эксплуатационных свойств топлива. Бензин используется в двигателях внутреннего сгорания с воспламенением от искры.

Неконтролируемое самовоспламенение части бензовоздушной смеси, сопровождающееся горением взрывного характера (скорость распространения фронта пламени возрастает с 15–20 до 1500–2500 м/с), называется детонацией. Ее признаками являются характерные металлические стуки (результат многократного отражения ударных волн от поверхностей цилиндров), вибрации и снижение мощности двигателя, увеличение расхода топлива, по-

вышение дымности отработанных газов. Детонация приводит к перегреву и оплавлению поршней, прогару прокладки головки блока цилиндров, разрушению поршневых колец, износу подшипников коленчатого вала.

Показатель стойкости бензина к детонации выражается *октановым числом* (ОЧ) бензина. Оно определяется в лабораторных условиях на моторной установке путем сравнения ее работы на испытуемом бензине и эталонном топливе (смеси изооктана с ОЧ=100 и гептана с ОЧ=0), детонационная стойкость которого известна. Октановое число равно содержанию изооктана в смеси с гептаном. Важнейшим условием бездетонационной работы двигателя является применение топлива с октановым числом, рекомендуемым заводом-изготовителем. Оно указывается в марке бензина, т. е., к примеру, бензин АИ-95 обладает октановым числом 95.

Дизельное топливо представляет собой смесь углеводородов с температурой кипения 180–360 °С. В некоторые марки дизельного топлива вводятся присадки для улучшения его эксплуатационных свойств. Оно предназначено для двигателей внутреннего сгорания с воспламенением от сжатия. Дизельное топливо, впрыснутое в сжатый и нагретый в цилиндре воздух (500–700 °С), должно распылиться, частично испариться и самовоспламениться за очень короткий промежуток времени (0,002–0,003 с), который называется периодом задержки самовоспламенения.

Воспламеняемость дизельного топлива характеризуется *цетановым числом*, которое определяется испытанием на моторной установке. Чем оно выше, тем короче период задержки самовоспламенения. Его численное значение равно процентному содержанию цетана в смеси с метилнафталином, воспламеняемость которой эквивалентна испытуемому дизтопливу. При цетановом числе менее 40 (большом периоде задержки самовоспламенения) топливо в цилиндре успевает хорошо прогреться, поэтому воспламенение носит взрывной характер и резко повышает давление в цилиндре. Такую работу дизеля называют «жесткой», она вызывает ударные нагрузки на поршень, подшипники коленвала, приводит к их ускоренному износу. Дизельное топливо с цетано-

вым числом выше 55, поступив в цилиндр, не успевает хорошо прогреться, поэтому давление в цилиндре нарастает равномерно, дизель работает «мягко». Однако при этом ухудшается процесс смесеобразования, что приводит к неполному сгоранию топлива, падению мощности и экономичности двигателя, повышению дымности отработавших газов. Цетановое число летнего и зимнего дизельного топлива разное.

## **Производство бензинов и дизельных топлив**

Производство топлива — это комплекс технологических процессов, осуществляемых преимущественно на крупных нефтеперерабатывающих заводах. Потребление высокооктановых бензинов (например АИ-95, АИ-98) несколько выше, чем объем их производства на нефтеперерабатывающих заводах. Это связано с низкой потребностью в этих бензинах в некоторых регионах страны, а малотоннажное производство крупным предприятиям не выгодно, поэтому высокооктановые бензины производят небольшие фирмы, которые должны обладать допуском, выданным межведомственной комиссией по испытанию топлив, смазок и специальных жидкостей при Госстандарте РФ.

Эти предприятия получают бензин из компонентов, изготовленных промышленным путем на нефтеперерабатывающих заводах. Например, добавлением в АИ-92 12–15 % метил-трет-бутилового эфира получают бензин марки АИ-95, АИ-98, которые имеют вполне приемлемое качество. Используются также (в допустимых концентрациях) высокооктановые добавки — антидетонаторы.

Тем не менее встречаются недобросовестные производители, нарушающие технологию производства. В основном это заключается в изготовлении суррогатных бензинов из низкооктановых компонентов путем добавления антидетонационных присадок в концентрациях, превышающих допустимые нормы. Использование такого топлива в большинстве случаев приводит к нарушению нормальной работы двигателя и даже к выходу его из строя. Например, превышение допустимых норм железосодержащих антидетонаторов вызывает отложение токопроводящего кранного

налета на свечах, распылительных отверстиях форсунок и т. д., который практически не удаляется и выводит эти элементы из строя. Зимнее дизельное топливо дороже летнего, поэтому недобросовестные производители для снижения температуры застывания добавляют зимой в летнее дизтопливо бензины или керосины. У них довольно низкое цетановое число (у керосина — 20–40, у бензина — 14–24), что приводит к жесткой работе двигателя и, соответственно, к повышению износа.

Добавление в дизтопливо некачественных депрессорных присадок, понижающих только температуру застывания и не влияющих на предельную температуру фильтруемости, вызывает забивание фильтров. Дизельное топливо получают смешением прямогонных и прошедших гидроочистку фракций в соотношении, обеспечивающем требования стандарта по содержанию серы. Для обеспечения низкотемпературных свойств зимнее и арктическое дизтопливо получают из более легких фракций, чем летнее, или проводят его депарафинизацию (извлечение парафинов).

### 1.3.2. Смазочные материалы

Все механизмы автомобиля требуют смазки. Несмотря на то, что нефть была известна человеку давно, она использовалась только в чистом виде. Когда нефть научились перерабатывать, из нее извлекали в основном керосин, а ценнейший остаток — мазут, составляющий 70–90 % ее массы, использовали только как топливо. Дальнейшее развитие технологии нефтепереработки позволило разделить мазут на фракции и производить из него различные масла, которые получили название минеральных.

Современные автомобильные двигатели характеризуются высокими механическими и тепловыми нагрузками и поэтому предъявляют высокие требования к качеству смазочного материала. Этого можно добиться добавлением к маслам специальных веществ, так называемых присадок, каждая из которых улучшает одно или несколько свойств масла. Так, например, противоизносные присадки снижают износ трущихся деталей, моющие уменьшают отложение налета на детали и не допускают приго-

рания поршневых колец и т. д. В современных маслах число вводимых присадок достигает десяти.

Все масла имеют множество показателей, которые указаны в технической характеристике. Но покупателей должны интересовать только два из них: уровень качества (подойдет ли оно к автомобилю) и вязкость (годится ли оно для предстоящего сезона и для данного климата). Ответы на эти вопросы содержатся в маркировке любого товарного сорта принятой во всем мире системы индексации моторных масел.

По зарубежным стандартам вязкость определяется и указывается по методике американского Общества автомобильных инженеров SAE. Буквы SAE на этикетке означают, что последующие цифры характеризуют вязкость масла. Буква W (winter — зима) ставится в обозначениях зимних сортов. Стандарт SAE J300 предусматривает 6 зимних классов вязкости — 0W, 5W, 10W, 15W, 20W, 25W, гарантирующих холодный пуск и достаточную прокачиваемость при температурах от  $-30$  до  $5^{\circ}\text{C}$  соответственно.

В наименованиях летних сортов буквы и обозначения не используются, и с повышением вязкости (при температуре, равной  $100^{\circ}\text{C}$ ) они распределяются по классам SAE в следующем порядке: 20, 30, 40, 50, 60. Для водителей, эксплуатирующих автомобиль круглый год, использовать сезонные сорта масел невыгодно. Поэтому повсеместно применяют всесезонные сорта, в маркировке вязкости которых после букв SAE сначала следует зимний показатель, затем летний. Между двумя обозначениями обычно ставят дефис или знак дроби, либо пробел. Например, SAE 15W-40, SAE 5W/50, SAE 10W 30.

Во всем мире принята квалификационная система, разработанная Американским институтом нефти API. В институте регулярно проводятся испытания моторных масел всех фирм, по их результатам присваивается индекс качества в соответствии с требованиями, предъявляемыми конструкторами автомобилей. Буквы API на этикетке предшествуют символам класса качества. Их два: шкала S, используемая в бензиновых двигателях, и шкала C, используемая в дизельных двигателях.

Уровни качества обозначаются латинскими буквами. В системе API приняты восемь классов для бензиновых двигателей (А, В, С, D, E, F, G, H) и шесть классов — для дизелей (А, В, С, D, E, F4).

Наряду с обычным минеральным маслом — продуктом прямой переработки нефти — существует масло синтетическое, полученное в результате реакции синтеза при взаимодействии различных молекул веществ животного или растительного происхождения. Масло, изготовленное на синтетической основе, как правило, на 20–30 % дороже, но обеспечивает больший пробег до очередной замены масла, а при регулярном использовании — более продолжительную жизнь двигателю.

Синтетическое масло — прекрасный смазочный материал, многие его показатели выше аналогичных показателей масел на нефтяной основе: лучшая вязкость, меньшая испаряемость, шире диапазон рабочих температур, более высокая сопротивляемость окислению. Синтетическое масло обеспечивает легкий пуск двигателя в сильные морозы и прекрасно защищает изнашивающиеся детали при больших нагрузках, позволяя экономить топливо, а также снижает расход моторного масла.

Следует заметить, что смешивать при эксплуатации синтетическое и минеральное масла нельзя, если это специально не оговаривается на этикетке. Ведущие производители масел добились такого уровня технологий, при котором можно смешивать синтетические масла с другими типами моторных масел данного производителя. Использование масла более низкого качества, например, группы В вместо рекомендуемого Г, неизбежно приведет к снижению ресурса двигателя. По ряду причин не следует применять масла более «высоких» групп, чем рекомендовано заводом-изготовителем автомобиля.

Среди владельцев дизельных легковых автомобилей распространено ошибочное мнение, что для их моторов подходит любое дизельное масло. Такое суждение также часто поддерживается продавцами дешевых дизельных масел для большегрузных транспортных средств. Нередко желание повысить объем сбыта идет вразрез с рекомендациями по использованию таких масел.

Разница между двигателями легковых и грузовых автомобилей следующая: мотор легкового автомобиля должен быть легким и небольшим, для грузовиков это требование не имеет большого значения. Чтобы установить дизельный двигатель в легковой автомобиль, его габариты не должны превышать размеры бензинового мотора. Малый диаметр поршней и цилиндров, небольшой рабочий объем существенно ухудшают условия смесеобразования и сгорания по сравнению с большим дизелем. Чтобы получить достаточную мощность при малом размере двигателя, приходится в несколько раз увеличивать обороты. Например, для достижения номинальной мощности двухлитрового двигателя необходимо 4000–4500 об/мин, а для двенадцатилитрового двигателя — 1900–2100 об/мин. В результате повышаются механические нагрузки от инерционных сил, действующих на детали двигателя и разделяющую их масляную пленку, а время смесеобразования резко сокращается. Поэтому дизельные двигатели легковых автомобилей часто оснащают дополнительными (вихревыми) камерами сгорания. Существенный недостаток такой конструкции — образование большого количества сажи. Следовательно, вязкость масла в двигателях с вихревыми камерами повышается гораздо быстрее. К тому же в отдельных камерах сгорания частицы сажи гораздо крупнее. Это значит, что для поддержания их во взвешенном состоянии необходимо масло с более высокими диспергирующими свойствами.

В последние годы для повышения мощности на малых дизелях чаще применяется турбонаддув. Давление воздуха во впускном коллекторе за турбокомпрессором превышает атмосферное в 1,8–2,0 раза, в цилиндрах на протяжении всего цикла оно выше, чем снаружи. Поэтому у современных дизелей по сравнению с безнаддувным вариантом газы активнее прорываются в картер. Если к этому добавить повышенную температуру деталей поршневой группы и проблемы с охлаждением подшипника турбокомпрессора (с частотой вращения до 40 000 оборотов в минуту), то можно сказать, что условия работы масла резко ухудшаются, а это приводит к его ускоренному старению.

К малым дизелям предъявляются высокие экологические требования. Чтобы уложиться в нормативы, используют катализаторы,

применяют рециркуляцию выхлопных газов, что также ужесточает условия для действия масла. Сроки замены масла на малых дизелях обычно гораздо короче, чем у дизелей большегрузных автомобилей. Если на грузовых автомобилях высококачественные масла типа Castrol Turbomax допускается заменять через 45 000 км, а синтетическое дизельное масло Castrol Suntruck — через 90 000 км, то для малых дизелей этот срок составляет в среднем 10 000–15 000 км.

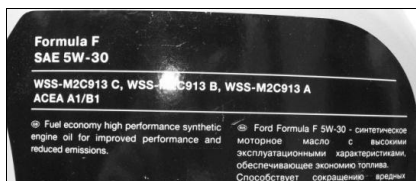
Следовательно, малому дизелю требуется специальное масло. Приобретая масло для легкового автомобиля, нужно ознакомиться с маркировкой на упаковке. Крупные производители автомобильных масел обязательно указывают все классификации и спецификации, которым отвечает данный продукт. К примеру, моторные масла Castrol GTX5 Lightec имеют маркировку SAE 10W-40 API SJ/CF, ACEA A3-96, B3-96, VW 00. Из этой маркировки следует, что масло имеет класс вязкости 10W-40, класс качества по API для бензиновых SJ (введен с октября 1996 г.) и дизельных CF. Дополнительно приведена классификация ACEA (Ассоциация европейских производителей автомобилей), введенная с 1 января 1996 года. A3-96 — высший класс для бензиновых, а B3 — высший класс для дизельных двигателей. Кроме того, масло соответствует последним требованиям двигателя «Фольксваген» VW 505.00 и может применяться во всех легковых автомобилях «Мерседес-Бенц».

## Моторные масла

На этикетке моторного масла (рис. 1.4) указываются:

1. Завод-изготовитель.
2. Название масла.
3. Группа качества по классификации API. Например, SG — масло высшего качества для бензиновых двигателей; CE — масло высшего качества для дизельных двигателей.
4. Маркировка по SAE (вязкостные свойства). Например, SAE 5W — зимнее масло; SAE 40 — летнее масло; SAE 15W-40 — всесезонное масло.

5. Основа масла: синтетическое, полусинтетическое, на минеральной основе.
6. Номер или индекс партии масла.
7. Дата изготовления.



**Рис. 1.4.** Примеры маркировки и тары для масел

Например:

1. BR (British Petroleum)
2. Название
3. SG/CC
4. SAE10W40
5. Min. (минеральное)
6. № 7.19.02.09

Современные моторные масла, в отличие от чистых минеральных масел (без присадок), заметно темнеют уже через некоторое время работы двигателя. Это потемнение объясняется особенностями свойств масла, является вполне нормальным и не служит сигналом о необходимости замены масла.

При выборе моторного масла для автомобиля иностранного производства, прежде всего, необходимо руководствоваться указаниями инструкции по эксплуатации. Для двигателей, форсированных с турбонаддувом, многоклапанных, необходимо применять масло высших групп качества SG, SH, CD, CE. Для иномарок выпуска 1988 г. и позже масла производства СНГ применять не рекомендуется. Различные добавки, присадки скорее могут ухудшить комплекс качеств хорошего моторного масла иностранного производства. Кроме того, существует опасность появления твердых отложений в системе смазки двигателя, засорения масляного фильтра, закупоривания масляных каналов и, как следствие, прекращения подачи масла к трущимся поверхностям и поломке двигателя.

При покупке моторного масла предпочтение надо отдавать известным фирмам, и приобретать масло следует в специализированных магазинах. Моторное масло хранится в герметичной упаковке, исключаяющей взаимодействие с воздухом и влагой. Вода, попавшая в масло даже в небольшом количестве, приводит к выпадению присадок в виде осадка. Масло необратимо теряет качество, восстановить его нельзя.

Тару с маслом желательно держать в прохладном месте. При соблюдении этих правил масло может храниться до 5 лет, не теряя своих качеств. Если масло долго хранилось, перед употреблением его необходимо тщательно перемешать.

Моторные масла производства СНГ в целом по качеству значительно уступают зарубежным. Более того, аналогов зарубежным маслам высшего качества вообще не производится.

По действующей классификации все масла, предназначенные для двигателей внутреннего сгорания, называются моторными и в зависимости от рекомендуемых областей применения подразде-

ляются на шесть групп (А, Б, В, Г, Д, Е). Для двигателей автомобилей используются только масла групп Б, В, Г; масла других групп для этой цели непригодны.

Внутри каждой группы масла подразделяются на марки. Условное обозначение масла состоит из буквы М, числа, указывающего величину вязкости масла, буквы, определяющей группу масла, а также индексов 1 или 2, обозначающих, что масло предназначено для бензиновых двигателей или дизелей. Отсутствие индекса означает, что это масло можно применять для обоих типов двигателей. Буква И после обозначения группы указывает на то, что в масле содержится импортная присадка. Например, масло М-8Г1: буква М означает, что это масло моторное, цифра 8 — характеристика вязкости, буква Г с индексом 1 указывает, что масло относится к группе Г и предназначено для смазывания высокофорсированных бензиновых двигателей.

Свои особенности имеют обозначения так называемых загущенных масел, которые отличаются низкой зависимостью вязкости от температуры. Например, масло марки М-6у/10Г1. Здесь цифра 6 — условный класс вязкости при температуре 18 °С, буква 'у' означает, что масло имеет загущающую присадку и предназначено для применения зимой, а также всесезонно, цифра 10 характеризует вязкость масла при 100 °С, буква Г с индексом 1 показывает, что масло относится к группе Г и предназначено для смазывания высокофорсированных бензиновых двигателей.

По вязкости масла производства СНГ подразделяются на 22 класса: четыре зимних класса (3, 4, 5, 6), семь летних (от 6 до 20) и одиннадцать всесезонных (3 3/8–6 3/16). Номер класса соответствует численной величине средней кинематической вязкости масла данного класса. Маркировка всесезонных масел имеет смешанный индекс: вначале стоит показатель зимнего класса и затем через дробную черту — показатель летнего класса.

Маркировка моторного масла производства СНГ начинается с буквы М (моторное); далее следует число, соответствующее классу вязкости; в конце расположена буква, характеризующая уровень качества. Например, М12Г1 — летнее масло для бензи-

новых двигателей с вязкостью 12 и уровнем качества Г1; М6 3/12Г1 — всесезонное масло с вязкостными свойствами 6 3/12 и уровнем качества Г1.

## Трансмиссионные масла

Трансмиссионным маслам уделяется гораздо меньше внимания, чем моторным. Однако надежная эксплуатация автомобилей возможна лишь при условии применения качественного масла во всех узлах и механизмах. Работа масла в трансмиссии современного автомобиля имеет специфические особенности. Это высокие контактные давления, скорости скольжения и широкий диапазон температур. Пусковые свойства и длительную работоспособность масла необходимо обеспечивать в интервале рабочей температуры от  $-60$  до  $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ . В зоне контакта зубьев шестерен фактическая температура может быть на  $150\text{--}200$  градусов выше.

К основным функциям трансмиссионного масла относятся:

- ☐ предохранение поверхностей трения от износа, задира, питтинга (коррозии) и поломки отдельных элементов, например зубьев;
- ☐ снижение потерь энергии на трение;
- ☐ отвод тепла из зоны контакта трущихся поверхностей;
- ☐ снижение шума и вибрации, уменьшение ударных нагрузок.

В зоне контакта некоторых элементов трансмиссии наблюдаются гидравлическое, смешанное и граничное трение. По мере совершенствования конструкции узлов и агрегатов и повышения интенсивности их работы доминирующим становится граничное и смешанное трение.

Для обеспечения пуска трансмиссии при наиболее низкой температуре и для снижения потерь на трение в передачах вязкость масла должна быть минимальной, а для обеспечения высокой несущей способности масляной пленки и предотвращения потерь масла через уплотнения — максимальной. При хороших низкотемпературных свойствах и минимально допустимой вязкости при пуске и разогреве агрегатов автомобиля масло должно обла-

дать достаточными противозадирными и противопиттинговыми свойствами, быть стойким к окислению, физически стабильным, противодействовать коррозии меди и пенообразованию, обладать необходимой совместимостью с резиновыми уплотнениями и иметь хорошие защитные свойства при контакте с водой.

Отечественная классификация трансмиссионных масел отражена в ГОСТ 17479.2-85. Трансмиссионные масла разделяются по вязкости на четыре класса. В каждом из них ограничены кинематическая вязкость при 100 °С и отрицательная температура, при которой динамическая вязкость не превышает 150 000 мПа·с (предельная величина, при которой возможна надежная работа агрегатов трансмиссии). В зависимости от эксплуатационных свойств и возможных областей применения масла для трансмиссии автомобилей, тракторов и другой мобильной наземной техники отнесены к пяти группам. По ГОСТ 17479.2-85 масла маркируют по уровню напряженности работы и классам вязкости. Например, в маркировке ТМ-5-18 обозначение ТМ — это начальные буквы слов «трансмиссионное масло», цифра 5 — группа по эксплуатационным свойствам, 18 — класс.

В США и Западной Европе получили распространение две системы классификации автотракторных трансмиссионных масел: SAEJ 306 — по вязкости (разработана Американским обществом автомобильных инженеров); API — по эксплуатационным свойствам (разработана Американским нефтяным институтом). Эти классификации дополняют одна другую, их совместное использование обеспечивает правильный выбор масла.

Согласно последней редакции SAE J306 (JUL98), при описании класса вязкости трансмиссионного масла в обозначении можно использовать число с буквой W, например, SAE 75W; только число (SAE 80); комбинацию двух чисел с буквой W (SAE 75W-90). В последнем случае вначале должен быть указан сорт с буквой W, после которой ставится дефис. Другие варианты написания неприемлемы. Маркировка с двумя буквами W исключается. Трансмиссионное масло, отвечающее требованиям SAE 75W, SAE 85W и SAE 90, имеет обозначение SAE 75W-90, но не SAE 75W-85W-90C.

## Свойства трансмиссионных масел по классам вязкости

ГОСТ 17479.2-85

| Класс вязкости | Кинематическая вязкость при 100 °С, не выше мм <sup>2</sup> /(сСт) | Температура увеличения динамической вязкости до 150 000 мПа·с |
|----------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| 9              | 6,0–10,99                                                          | -35                                                           |
| 12             | 11,00–13,99                                                        | -26                                                           |
| 18             | 14,00–24,99                                                        | -18                                                           |
| 34             | 25,00–41,00                                                        | –                                                             |

Классификация SAE J 306 (JUL98)

| Класс вязкости | Максимальная температура для вязкости 150 000 мПа·с (сПз), °С | Кинематическая вязкость при 100 °С, мм <sup>2</sup> /с |
|----------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| SAE 70W        | -55                                                           | 4,1 min                                                |
| SAE75W         | -40                                                           | 4,1 min                                                |
| SAE80W         | -26                                                           | 7,0 min                                                |
| SAE85W         | -12                                                           | 11,0 min                                               |
| SAE80          | –                                                             | 7,0–11,0                                               |
| SAE85          | –                                                             | 11,0–13,5                                              |
| SAE90          | –                                                             | 13,5–24,0                                              |
| SAE140         | –                                                             | 24,0–41,0                                              |
| SAE250         | –                                                             | 41,0 min                                               |

### 1.3.3. Охлаждающие жидкости

Одной из первых охлаждающих жидкостей является вода, ее иногда до сих пор используют в этом качестве. В природной воде растворены соли и минералы. Соли (преимущественно кальций и магний) в совокупности с хлоридами и сульфатами (в меньшей

степени) обуславливают жесткость воды. Карбонатная жесткость воды приводит к образованию осадка в форме нетвердых отложений (взвеси) или накипи на металлических поверхностях системы охлаждения. Солевые теплоизоляционные накипи снижают теплоотдачу частей системы охлаждения, которые особенно нуждаются в охлаждении, что может привести к серьезным проблемам, например, заклиниванию поршней или образованию трещин в блоке цилиндров. Кроме того, свободные сульфаты и хлориды приводят к увеличению коррозии металлов системы охлаждения. Но наиболее важные недостатки воды как хладагента заключаются в том, что она превращается в лед при  $0^{\circ}\text{C}$ , кипит при  $100^{\circ}\text{C}$  (при нормальном атмосферном давлении) и испаряется из открытых систем при температуре меньше  $100^{\circ}\text{C}$ .

Для увеличения температуры кипения систему охлаждения двигателя герметизируют. Однако существенно увеличить температуру кипения благодаря увеличению давления в системе охлаждения нельзя, т. к. не все элементы системы охлаждения выдерживают большое давление, например, резиновые шланги, уплотнения и радиатор, изготовленный из алюминия, меди или латуни. Точку замерзания воды ранее снижали, добавляя одноатомные спирты (метиловый, изопропиловый). Однако все они имеют очень низкую температуру кипения ( $65\text{--}82^{\circ}\text{C}$ ), поэтому в настоящее время не используются. Пытались также использовать глицерин (температура кипения  $290^{\circ}\text{C}$ ), но, по причине высокой вязкости при низкой температуре и, как следствие, плохой прокачиваемости, эта попытка оказалась неудачной.

Наиболее полно исправить недостатки воды и при этом не лишить ее достоинств позволяет водно-глицериновый раствор. Он представляет собой водный раствор этиленгликоля с температурой кипения около  $195^{\circ}\text{C}$  и температурой замерзания  $12\text{--}13^{\circ}\text{C}$ . Раствор ядовит и может проникать в организм человека через кожу, но наиболее опасен при попадании внутрь (смертельная доза  $35\text{ см}^3$ ). Раствор агрессивен к материалам деталей системы охлаждения (сталь, алюминий, чугун, медь, латунь, припой), поэтому в охлаждающей жидкости присутствуют присадки противокоррозионных (ингибиторов), антивспенивающих и стабилизирующих веществ. Плотность, температура замерзания и кипения

охлаждающей жидкости зависят от концентрации этиленгликоля в ней. Эти зависимости у разных жидкостей могут существенно отличаться друг от друга. Необходимо также учитывать, что качество используемой воды существенно влияет на эффективность присадок, входящих в состав охлаждающей жидкости.

## **1.4. Используемое оборудование и оснащение**

Для проведения технического обслуживания и ремонта автомобиля может понадобиться специальное оборудование и оснащение. Инструменты, которыми укомплектован современный автомобиль, позволяют самостоятельно приподнять автомобиль и произвести замену колеса. При этом необходимо помнить, что при подъеме автомобиль может сместиться вперед или назад и упасть с домкрата. Для предотвращения этого необходимо под переднее и заднее колеса подставить башмаки или другие предметы, предотвращающие смещение автомобиля.

В настоящее время в нашей стране интенсивно расширяется сеть станций технического обслуживания (СТО), авторемонтных мастерских, в которых автомобилистам может быть оказан любой вид ремонтных работ различной сложности. Многие мастерские в своем арсенале имеют эвакуаторы, способные доставить ваш автомобиль к месту ремонта. Поэтому набор оборудования и оснащения вашего автомобиля зависит от того, в каком объеме вы собираетесь его обслуживать самостоятельно.

## **1.5. Базовые принципы технического обслуживания автомобиля: виды, периодичность, ежедневное обслуживание**

Техническое обслуживание предназначено для поддержания автомобиля в наилучшем рабочем состоянии, продлении жизни

автомобиля и экономии денежных средств. Существуют определенные простые виды ежедневной и еженедельной проверки, которые занимают всего несколько минут, но при этом экономят время и деньги.

Техническое обслуживание включает в себя следующие виды работ:

- ☐ смазочные;
- ☐ регулировочные;
- ☐ контрольно-диагностические;
- ☐ крепежные;
- ☐ заправочные;
- ☐ электротехнические.

Помимо перечисленных, при проведении технического обслуживания современного автомобиля может возникнуть необходимость в проведении других видов работ, зависящих от марки автомобиля и его состояния.

В зависимости от периодичности выполнения работ, их количества и сложности, техническое обслуживание автомобилей подразделяется на:

- ☐ ежедневное (ТО);
- ☐ первое (ТО-1);
- ☐ второе (ТО-2);
- ☐ сезонное (СО).



### **ВНИМАНИЕ**

Ежедневные и еженедельные проверки не требуют большого опыта и специальных инструментов, но должны выполняться регулярно и тщательно.

Объекты проверки:

- ☐ Шины. Осмотр шин и проверка давления в них не только предотвратит их преждевременный износ, но и может спасти вам жизнь (рис. 1.5), а также подсказать направление поиска неисправности в подвеске.



**Рис. 1.5.** Результат невнимательности при осмотре шин

- ❑ Проводка. Многие неисправности возникают в связи с неполадками в электрических цепях. Регулярный внешний осмотр проводки и состояния аккумулятора поможет их избежать.
- ❑ Тормозная жидкость. Подтекание тормозной жидкости может привести к снижению эффективности тормозов. Необходимо проверять уровень резервной жидкости в бачке главного тормозного цилиндра.
- ❑ Масло. Понижение уровня масла или охлаждающей жидкости в двигателе может привести к очень дорогостоящему ремонту. Регулярно следите за уровнями технических жидкостей, и при обнаружении утечек незамедлительно устраняйте неисправность.

Для сохранения заводской гарантии на новый автомобиль ТО следует выполнять на станции технического обслуживания официального дилера.

При регулярных поездках на короткое расстояние (менее 20 км) с многочисленными остановками, масло и фильтр в двигателе следует заменять между обслуживанием, т. е. каждые 8000 км или 6 месяцев.

Рекомендуемые интервалы между обслуживанием:

- ☐ Каждые 400 км проводить еженедельные проверки.
- ☐ Каждые 16 000 км, но не позднее 12 месяцев:
  - проверить ремень привода вспомогательных агрегатов;
  - проверить отсутствие течи под капотом и состояние шлангов;
  - проверить состояние проводки в моторном отсеке;
  - проверить регулировку зазоров в механизме привода клапанов (если это требуется для данной модели двигателя);
  - заменить масло в двигателе;
  - проверить обороты холостого хода и качество смеси;
  - проверить систему выпуска отработанных газов;
  - проверить топливную магистраль;
  - провести ходовые испытания.
- ☐ Каждые 32 000 км, но не позднее 24 месяцев выполнить все перечисленные ранее операции и заменить свечи зажигания.
- ☐ Каждые 48 000 км, но не позднее 36 месяцев выполнить все перечисленные ранее операции (кроме замены свечей зажигания), а также:
  - заменить охлаждающую жидкость (кроме охлаждающей жидкости красного цвета);
  - заменить фильтр воздухоочистителя.
- ☐ Каждые 96 000 км выполнить все перечисленные ранее операции, а также:
  - заменить ремень привода распределительного вала (смотри инструкцию по эксплуатации конкретного автомобиля);

- заменить тормозную жидкость (каждые три года независимо от пробега автомобиля).

## **1.6. Техника безопасности при обслуживании и ремонте автомобиля**

При проведении технического обслуживания или ремонте своего автомобиля необходимо соблюдать осторожность и осмоторительность:

- ☐ не позволяйте детям и домашним животным находиться внутри или рядом с автомобилем, на котором ведутся ремонтные работы;
- ☐ не пытайтесь поднять груз, масса которого превосходит ваши физические возможности — воспользуйтесь посторонней помощью;
- ☐ не торопитесь закончить ремонтные работы, делайте перерывы;
- ☐ не разбрасывайте инструмент вокруг себя;
- ☐ пролитое масло немедленно вытирайте;
- ☐ не используйте неисправный инструмент — он может стать причиной травмы;
- ☐ если вы работаете один, попросите кого-нибудь заглядывать к вам время от времени, чтобы убедиться, что с вами все в порядке;
- ☐ пользуйтесь перчатками и защитным кремом;
- ☐ защищайте глаза при пользовании электроинструментом и при работе под автомобилем;
- ☐ надевайте облегающую одежду с застегивающимися рукавами и головной убор;
- ☐ перед работой обязательно снимайте кольца, браслеты, часы, цепочки и пр.;

- перед использованием подъемных и опорных приспособлений убедитесь в их исправности и достаточной грузоподъемности.

## **1.6.1. Основные опасности при проведении ремонтных работ**

### **Ошпаривание**

Не снимайте пробку радиатора или расширительного бачка, пока двигатель не остынет. Технические жидкости — моторное, трансмиссионное масло, жидкость гидроусилителя руля — могут оказаться опасно горячими.

### **Ожоги**

Опасность ожогов представляет любая часть двигателя, особенно его выхлопная система. Горячими могут оказаться детали тормозов.

### **Отравление парами или газами**

Выхлопные газы ядовиты; они обычно содержат окись углерода, которая при вдыхании быстро приводит к летальному исходу. Никогда не допускайте продолжительную работу двигателя в закрытом гараже или ремонтном боксе с недостаточной вытяжной вентиляцией.

Ядовиты также пары топлива, растворители для очистки деталей и разбавители красок.

### **Аккумулятор**

Аккумулятор содержит серную кислоту, чрезвычайно опасную для кожи, глаз и одежды. Будьте осторожны при заливке и переноске аккумулятора.

Выделяющийся из аккумулятора водород взрывоопасен. Не пользуйтесь открытым огнем и избегайте возникновения искр вблизи аккумулятора. Будьте осторожны при подключении и отключении зарядного устройства.

## **Падение поднятого автомобиля**

При работе рядом с поднятой машиной или под ней всегда устанавливайте под колеса прочные упоры, либо пользуйтесь эстакадой или смотровой ямой. Никогда не работайте под машиной, опирающейся только на домкрат!

Будьте осторожны при отвинчивании туго затянутого крепежа, если эта работа выполняется на поднятой машине.

## **Огонь**

Топливо легко воспламеняется, его пары взрывоопасны.

Не допускайте попадания топлива на горячие поверхности двигателя.

Не курите и не пользуйтесь открытым огнем вблизи автомобиля во время проведения ремонтных работ, примите меры, исключющие искрообразование, источником которых могут быть электроприборы или слесарные инструменты.

Пары топлива тяжелее воздуха, поэтому во избежание пожара не работайте с топливной системой в смотровой яме.

Источником пожара также может явиться перегрузка или короткое замыкание в цепях электропроводки.

Будьте осторожны при замене или ремонте электрооборудования.

Имейте под рукой огнетушитель, пригодный для тушения горящего топлива и электропроводки.

## **Удар электрическим током**

Провода высокого напряжения системы зажигания опасны особенно для людей, страдающих сердечными заболеваниями. Не трогайте систему зажигания при работающем двигателе.

## **Ядовитые раздражающие вещества**

Избегайте попадания на кожу электролита, топлива, особенно дизельного, тормозной жидкости, смазок и антифриза. При необходимости перелить жидкость из одной емкости в другую, не

подсасывайте жидкость из шланга. При попадании технических жидкостей внутрь или на кожу немедленно обратитесь к врачу.

Длительный контакт с отработанным моторным маслом может вызвать рак кожи. При необходимости работайте в перчатках или смазывайте руки защитным кремом.

Замените испачканную маслом одежду, не держите масляные тряпки в кармане.

Хладагент кондиционера может образовывать ядовитый газ при контакте с огнем, в том числе и с сигаретой.

## **Асбест**

Асбестовая пыль канцерогенна: при вдыхании или проглатывании она может стать причиной рака. Асбест является составной частью некоторых прокладок, а также тормозных колодок и фрикционных накладок. Если вы не знаете, содержит ли асбест та или иная деталь, безопаснее предположить, что она его содержит.

## **Топливная аппаратура дизелей**

Топливный насос дизеля создает очень высокое давление, будьте осторожны при работе с насосом и форсунками, никогда не подставляйте руки, лицо или иную часть тела под струю топлива под форсунки, топливо может проникнуть в кожу с последующим летальным исходом.

## **Подушки безопасности**

Подушка безопасности может нанести травму при неожиданном срабатывании. Будьте осторожны при снятии рулевого колеса и приборной панели. Соблюдайте инструкцию при обращении с подушкой безопасности.

## **Плавиковая кислота**

Эта очень ядовитая и коррозионно-активная кислота образуется при нагревании выше 400 °С определенных видов синтетических резин, из которых изготавливают некоторые уплотнительные

кольца, манжеты, топливные шланги и др. Резина обугливается или превращается в твердое вещество, содержащее плавиковую кислоту. Она чрезвычайно устойчива и не разлагается годами. При попадании этой кислоты на кожу иногда приходится ампутировать пораженный орган.

Если вам придется ремонтировать машину, пострадавшую от огня, или иметь дело с деталями, снятыми с такой машины, работайте в защитных перчатках, которые после работы уничтожьте.

## Глава 2



# Двигатели

## Введение

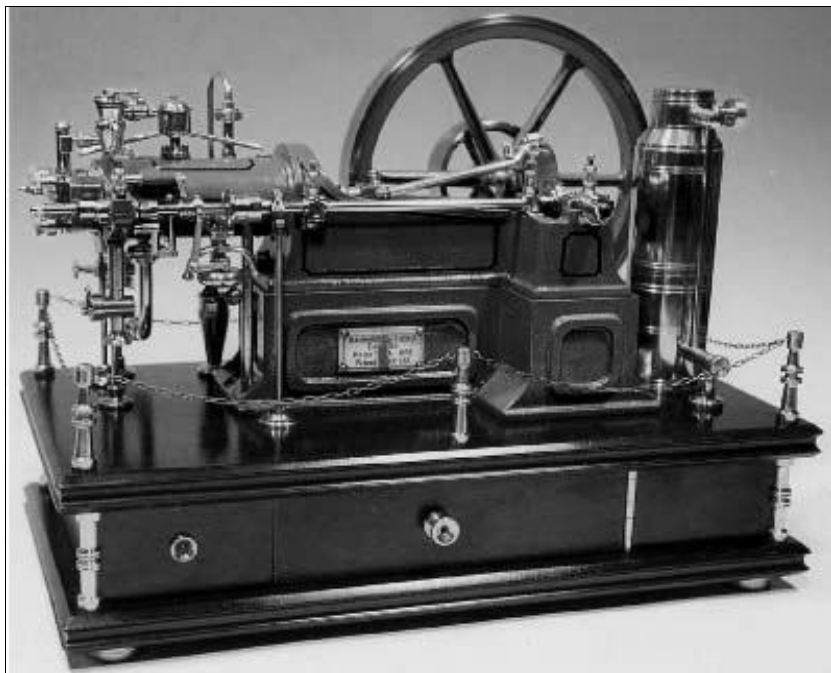
Двигателем называется устройство, в котором происходит преобразование какого-либо вида энергии в механическую работу. В зависимости от преобразуемого вида энергии различают двигатели тепловые, электрические, гидравлические и др. В современных автомобилях применяются главным образом тепловые двигатели внутреннего сгорания (ДВС), т. е. двигатели, в которых тепловая энергия преобразуется в механическую работу, а сгорание топлива происходит внутри цилиндра.

Человечеству понадобился не один век, чтобы осуществить мечту о быстром и удобном передвижении. Для этого требовалось создать новый, достаточно мощный и компактный двигатель.

В разных странах над этой проблемой работали многие изобретатели. Так, в 1860 г. Жан Жозеф Этьен Ленуар построил первый промышленный двигатель внутреннего сгорания, работающий на светильном газе (рис. 2.1).

В 1867 г. Николаус Август Отто и Эйген Ланген на Всемирной выставке в Париже представили новую версию двигателя внутреннего сгорания, КПД которого превышал КПД двигателя Ленуара примерно в три раза. В 1878 г. Николаус Август Отто построил первый работающий на газе четырехтактный двигатель

внутреннего сгорания с КПД примерно 15 %. В России в 1882 г. Огнеслав Стефанович Костович построил на Охтинской судовой верфи восьмицилиндровый двигатель внутреннего сгорания, для которого в качестве топлива использовался бензин. Двигатель был создан для воздухоплавания.



**Рис. 2.1.** Первый промышленный двигатель внутреннего сгорания

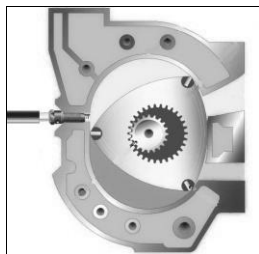
В 1883 году Готтлиб Даймлер и Вильгельм Майбах разработали первый четырехтактный бензиновый двигатель для автомобиля. В 1887 году Вильгельм Майбах изобрел карбюратор, имеющий поплавковую камеру. Генрих Форд в этом же году построил свой первый автомобиль. В 1897 году Рудольф Дизель подготовил свой двигатель к запуску в производство. На исследовательские работы ему потребовалось четыре года.

## 2.1. Классификация двигателей

Двигатели внутреннего сгорания можно классифицировать по следующим критериям:

1. По характеру движения рабочих частей:

- с возвратно-поступательным движением поршней;
- роторно-поршневые (двигатели Ванкеля) (рис. 2.2).



**Рис. 2.2.** Роторный двигатель

2. По расположению цилиндров:

- рядные (рис. 2.3, а);
- V-образные (рис. 2.3, б);
- оппозитные (рис. 2.3, в);
- звездообразные (рис. 2.3, г).

3. По способу осуществления рабочего цикла:

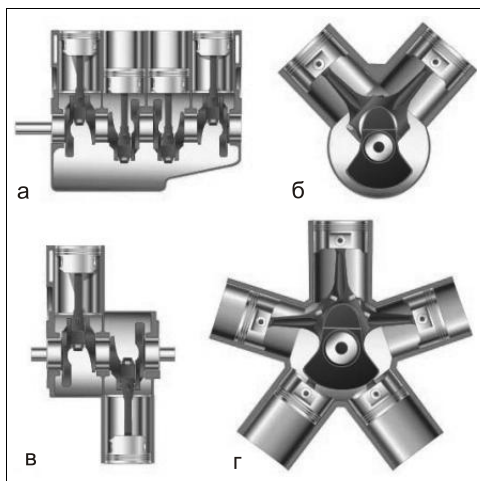
- четырехтактные двигатели;
- двухтактные двигатели.

4. По способу воспламенения горючей смеси:

- бензиновые двигатели с принудительным воспламенением;
- дизельные двигатели с воспламенением от сжатия.

5. По способу смесеобразования:

- с внешним смесеобразованием (вне камеры сгорания), преимущественно бензиновые двигатели;



**Рис. 2.3.** Типы двигателей

- с внутренним смесеобразованием (в камере сгорания), преимущественно дизельные двигатели.
6. По типу систем охлаждения:
- с жидкостным охлаждением;
  - с воздушным охлаждением.
7. По расположению распределительных валов:
- с верхним расположением распределительного вала;
  - с нижним расположением распределительного вала.
8. По типу топлива:
- бензиновые;
  - дизельные;
  - работающие на газе.
9. По способу наполнения цилиндров:
- без наддува (атмосферные);
  - с наддувом.

В автомобилях применяются, в основном, двигатели с возвратно-поступательным движением поршней. Скорее всего, эта тенденция сохранится и в ближайшем будущем.

Совершенствование конструкции двигателей происходит постоянно. С течением времени двигатели становятся все компактнее, а применяемые для их изготовления материалы — все качественнее. Для повышения мощностных показателей и экономичности совершенствуются системы подготовки топливной смеси процесса сгорания. Одновременно ужесточаются и закрепляются законодательно экологические требования к качеству отработанных газов. Двигатели, не соответствующие этим требованиям, запрещены к эксплуатации.

Двигатель является сердцем автомобиля, и чтобы он работал долго и надежно, необходимо правильно его эксплуатировать. Для этого требуется знать основные принципы работы и устройство двигателя.

## 2.2. Устройство и работа

Бензиновый двигатель — это двигатель с возвратно-поступательным движением поршней и принудительным воспламенением, работающий на топливно-воздушной смеси. В процессе сгорания запасенная в топливе химическая энергия преобразуется в тепловую, а тепловая энергия — в механическую.

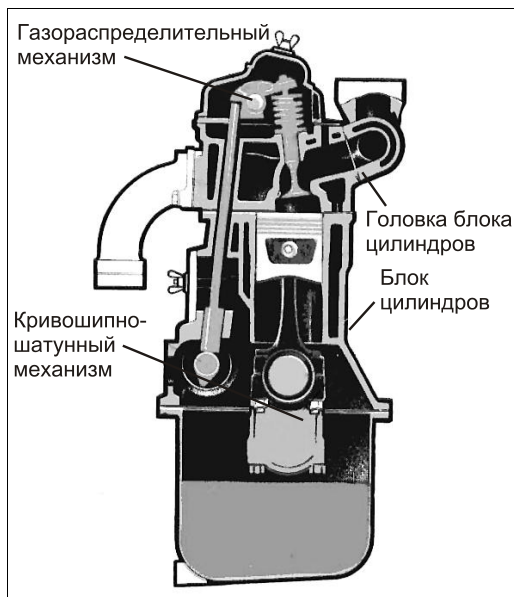
Основные элементы четырехтактного бензинового двигателя (рис. 2.4):

- *головка блока цилиндров;*
- *блок цилиндров;*
- *кривошипно-шатунный механизм;*
- *газораспределительный механизм.*

Необходимо иметь в виду, что блок цилиндров является номерной деталью, подлежащей регистрации.

Двигатель с возвратно-поступательным движением поршней и воспламенением от сжатия называется дизельным. При воспла-

менении от сжатия химическая энергия топливно-воздушной смеси преобразуется в тепловую, а затем, посредством поршней, в механическую энергию. Необходимая для сгорания смесь образуется непосредственно в камере сгорания.



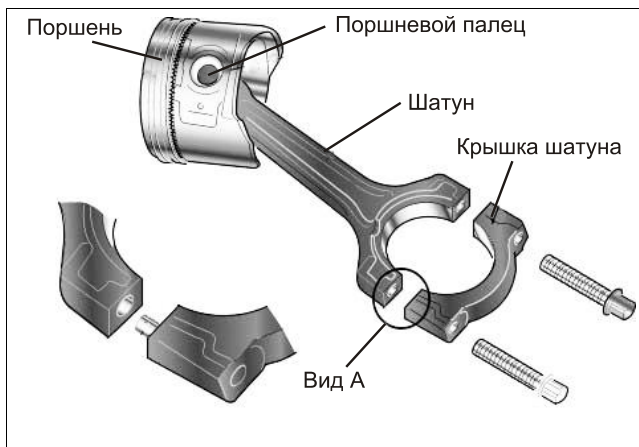
**Рис. 2.4.** Основные элементы двигателя

Конструктивно дизельные двигатели не отличаются от бензиновых, только вместо свечей зажигания установлена форсунка впрыска топлива. Степень сжатия в дизельном двигателе выше, чем в бензиновом. Из-за меньшего тепловыделения дизельные двигатели имеют больший КПД по сравнению с бензиновыми.

### 2.2.1. Принцип работы бензинового двигателя

В цилиндре происходит сгорание топлива и преобразование тепловой энергии в механическую работу. Для этого в цилиндре

имеется *поршень*, который при помощи *пальца* и *шатуна* связан с *коленчатым валом* (рис. 2.5).



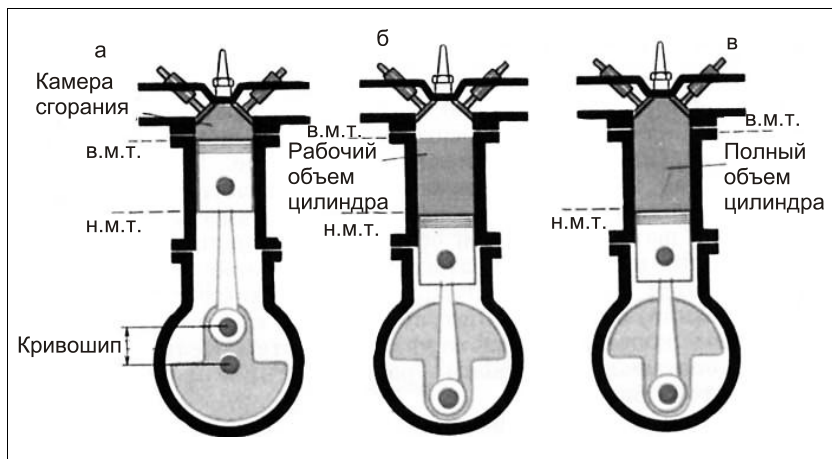
**Рис. 2.5.** Поршень

Поршень движется в цилиндре, заставляя коленчатый вал вращаться, и, таким образом, возвратно-поступательное движение преобразуется во вращательное. Это преобразование происходит благодаря работе кривошипно-шатунного механизма.

Поршень надет на поршневой палец, одновременно проходящий через верхнюю головку шатуна. Нижняя разъемная головка шатуна охватывает *шейку* коленчатого вала. Такую шейку называют *шатунной*. Она смещена относительно других шеек, называемых *коренными*, на некоторое расстояние. Коренные и шатунные шейки связаны между собой пластинами почти прямоугольной формы — *щеками*. Щеки вместе с коренными и шатунными шейками образуют *кривошип*.

Коренные шейки коленчатого вала являются его осью и вращаются в подшипниках, расположенных в *картере* (основании) цилиндра. Шатунная шейка, как любая точка на ободу колеса, вынуждена вращаться относительно своей оси, описывая окружность, радиус которой называется *радиусом кривошипа*.

Чтобы полнее представить работу двигателя, необходимо знать, что такое *рабочий объем цилиндра*, *объем камеры сгорания*, *полный объем цилиндра*, *степень сжатия*, *верхняя мертвая точка (в. м. т.)*, *нижняя мертвая точка (н. м. т.)* и число оборотов коленчатого вала (рис. 2.6, см. также на цветной вклейке рис. ЦВ 2.6).



**Рис. 2.6.** Схема работы цилиндра двигателя

Рабочий объем цилиндра (рис. 2.6, б) — пространство между мертвыми точками. Он заполняется горючей смесью при такте впуска, т. е. когда поршень движется от верхней мертвой точки к нижней. Когда поршень достигает в. м. т., над ним остается небольшое свободное пространство, называемое *камерой сжатия* или *сгорания* (рис. 2.6, а). Объем камеры сгорания в совокупности с рабочим объемом составляют полный объем цилиндра (рис. 2.6, в). Все перечисленные объемы измеряют в кубических сантиметрах.

При делении полного объема цилиндра на объем камеры сгорания получается величина, называемая *степенью сжатия*. Степень сжатия показывает, во сколько раз сжимают горючую смесь в цилиндре. Чем выше степень сжатия, тем сильнее будет давление

на поршень при сгорании смеси и, следовательно, больше мощность двигателя. При увеличении степени сжатия от того же количества топлива можно получить больше полезной работы. Однако при чрезмерном увеличении степени сжатия происходит самовоспламенение рабочей смеси, и она сгорает с высокой скоростью — происходит детонация топлива, вызывающая неустойчивую работу двигателя. При детонации в двигателе появляется резкий стук, мощность снижается, и из глушителя выходит черный дым.

Теперь рассмотрим, как работает двигатель. Допустим, что поршень наиболее удален от коленчатого вала, т. е. находится в положении верхней мертвой точки. Шатун и кривошип коленчатого вала как бы вытянулись в одну линию (рис. 2.6, а). В цилиндре воспламеняется топливо. Расширяющиеся газы (продукты горения) начинают перемещать поршень вниз, в сторону коленчатого вала, и вместе с поршнем перемещается шатун. В это время нижняя головка шатуна, связанная с коленчатым валом, поворачивает коленчатый вал на 180 градусов, в положение нижней мертвой точки (рис. 2.6, б). При дальнейшем вращении нижняя головка шатуна вместе с шатунной шейкой начнет двигаться обратно, т. е. вверх, в исходное положение. Соответственно, поршень также начнет обратное движение. Таким образом, поршень то удаляется, то приближается к коленчатому валу. В крайних точках поршень на мгновение останавливается, и его скорость равна нулю. Поэтому такие точки названы «мертвыми».

Каждое движение поршня между двумя мертвыми точками называется *ходом поршня*. Расстояние между мертвыми точками, как видно из рисунка, равно удвоенной длине кривошипа (расстояние между коренной и шатунной шейкой). При каждом ходе поршня коленчатый вал поворачивается на пол-оборота или 180 градусов.

Сверху цилиндр закрыт головкой. В верхней части поршня установлены *пружинистые кольца*, уплотняющие зазор между поршнем и стенками цилиндра. В результате пространство над поршнем изолируется от пространства, расположенного под ним. При движении поршня от верхней к нижней точке в цилиндре создается разрежение (давление меньше  $1 \text{ кг/см}^2$ ). Если цилиндр со-

единить с трубопроводом, по которому поступает горючая смесь, то он заполнится этой смесью. Процесс заполнения цилиндра горючей смесью называется *впуском* (рис. 2.7).

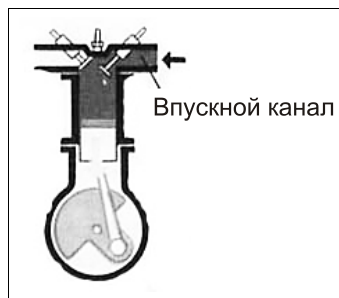


Рис. 2.7. Впуск

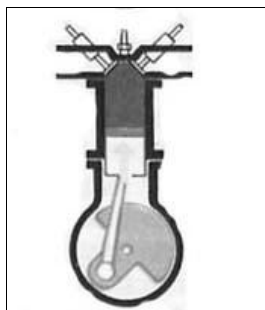


Рис. 2.8. Сжатие

При движении поршня от нижней мертвой точки к верхней (цилиндр по-прежнему изолирован от внешней среды) рабочая смесь сжимается, и давление в цилиндре возрастает от 8 до 14 кг/см<sup>2</sup> — происходит *сжатие* (рис. 2.8), при этом коленчатый вал поворачивается еще на пол-оборота.

Сжатая горючая смесь готова к сгоранию (цилиндр по-прежнему изолирован от внешней среды), поэтому достаточно электрической искры, чтобы смесь воспламенилась и началось выделение горячих газов. Под давлением газов поршень вынужден начать движение от верхней мертвой точки к нижней. Одновременно с поршнем коленчатый вал поворачивается еще на пол-оборота. Этот процесс называется *расширением* или *рабочим ходом* (рис. 2.9).

За счет энергии, образующейся при работе газов, поршень движется поступательно вниз, и коленчатый вал вращается. Далее поршень продолжает двигаться, но уже от нижней к верхней мертвой точке, а коленчатый вал в четвертый раз поворачивается на пол-оборота. Цилиндр соединен с трубопроводом, через который выбрасываются отработавшие газы. Этот процесс называется *выпуском* (рис. 2.10).

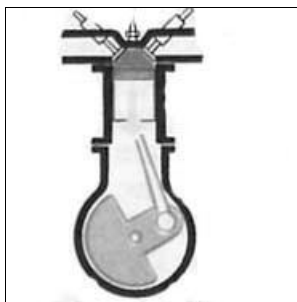


Рис. 2.9. Рабочий ход



Рис. 2.10. Выпуск

За это время поршень четыре раза прошел мертвые точки и совершил четыре хода. Коленчатый вал повернулся вокруг своей оси два раза (всего на 720 градусов), в цилиндре полностью произошел так называемый *рабочий цикл*.

Процессы в цилиндре, связанные с движением поршня и вращением коленчатого вала, называют *тактами*: впуск, сжатие, рабочий ход (расширение), выпуск. Такт рабочего хода совершается за счет тепловой энергии газов, а такты впуска, сжатия и выпуска — за счет кинетической энергии *маховика*, укрепленного на конце коленчатого вала.

Как любое раскрученное колесо продолжает вращаться по инерции, так и маховик, запасаясь энергией при рабочем ходе, продолжает вращать коленчатый вал, перемещая поршень в цилиндре. Поэтому эти такты (впуск, сжатие и выпуск) являются вспомогательными.

Двигатель, рабочий цикл которого совершается за четыре такта (два оборота коленчатого вала), называется четырехтактным. Существуют также двухтактные двигатели, в которых рабочий цикл совершается за два хода поршня и один оборот коленчатого вала. Их почти не применяют на автомобилях, а устанавливают на мотоциклах и мопедах.

Выше был описан рабочий цикл одноцилиндрового двигателя. На современные автомобили, в зависимости от их назначения, веса и размера, ставят двигатели, имеющие два, четыре, шесть, восемь и

двенадцать цилиндров. Рабочие объемы всех цилиндров многоцилиндрового двигателя суммируются, и получается объем, называемый *литражом* двигателя. Литраж определяет класс автомобиля; увеличение литража двигателя сопровождается ростом его мощности.

Изучив рабочий цикл одноцилиндрового двигателя, легко представить рабочий цикл двигателя многоцилиндрового. У двигателя, имеющего четыре цилиндра, число рабочих ходов во всех цилиндрах за рабочий цикл двигателя будет равно тоже четырем. А во время рабочего хода в одном цилиндре в трех других будут совершаться вспомогательные такты. Коленчатый вал будет равномерно вращаться в результате непрерывно повторяющихся рабочих ходов в его отдельных цилиндрах.

Очередность рабочих ходов и других тактов в цилиндрах подчинена строгому порядку работы. В четырехцилиндровых четырехтактных двигателях применяется следующая очередность работы цилиндров: 1-2-4-3 и 1-3-4-2.

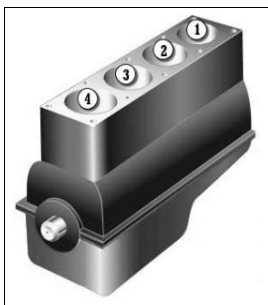
| Полуоборот коленчатого вала | Углы поворота коленчатого вала, град. | Цилиндры    |             |             |             |
|-----------------------------|---------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                             |                                       | 1           | 2           | 3           | 4           |
| 1-й                         | 180                                   | Впуск       | Выпуск      | Сжатие      | Рабочий ход |
| 2-й                         | 360                                   | Сжатие      | Впуск       | Рабочий ход | Выпуск      |
| 3-й                         | 540                                   | Рабочий ход | Сжатие      | Выпуск      | Впуск       |
| 4-й                         | 720                                   | Выпуск      | Рабочий ход | Впуск       | Сжатие      |

Такты работы дизельного четырехтактного двигателя аналогичны тактам бензинового двигателя. Дизельные и бензиновые двигатели отличаются способом воспламенения горючей смеси.

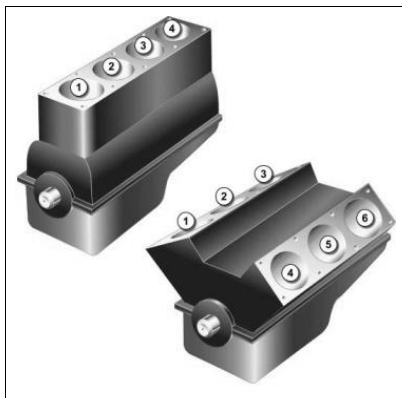
## 2.2.2. Кривошипно-шатунный механизм

Основные части *кривошипно-шатунного механизма* и схемы их взаимодействия показаны на рисунках.

Цилиндр является основной частью двигателя, в которой происходит весь рабочий процесс. Внутренняя часть цилиндра отполирована до зеркального блеска, поэтому ее называют *зеркалом* цилиндра. У многоцилиндровых двигателей цилиндры изготовлены в одной общей отливке, образующей блок цилиндров. Материалом для блока цилиндров служит серый чугун или алюминиевый сплав. В блок, отлитый из алюминиевого сплава, запрессовывают чугунные гильзы, образующие цилиндры. Первый цилиндр находится, как правило, со стороны шкива привода аксессуаров (рис. 2.11), за исключением двигателей французских производителей, у которых по установившейся традиции нумерация цилиндров осуществляется со стороны коробки передач.



**Рис. 2.11.** Нумерация цилиндров рядного двигателя



**Рис. 2.12.** Нумерация цилиндров V-образного двигателя

Нумерация цилиндров двигателей с двумя рядами цилиндров (V-образных двигателей) начинается с правого полублока (рис. 2.12). Различают двигатели с правым и левым направлением вращения, если смотреть со стороны шкива (рис. 2.13). Распространение получили двигатели с правым направлением вращения.



**Рис. 2.13.** Направление вращения двигателя

Сверху блок плотно закрывает головка, отлитая из алюминиевого сплава или серого чугуна. В головке цилиндров имеются впускные и выпускные каналы, перекрываемые клапанами, и отверстия для свечей зажигания. Через впускные каналы в цилиндры поступает горючая смесь, а через выпускные каналы выходят отработавшие газы. Между блоком и головкой ставят уплотняющую прокладку, обеспечивающую герметичность соединения. Блок и головка имеют двойные стенки, образующие полость, которые заполняют охлаждающей жидкостью. Эту полость называют *рубашкой охлаждения*.

Поршень должен быть легким и обладать хорошей теплопроводностью, потому его отливают из алюминиевого сплава. Нижнюю часть поршня называют *юбкой*, верхнюю — *головкой*, а плоскость, которая воспринимает давление газов, — *днищем*. С внутренней стороны юбка имеет *приливы* — бобышки с отверстиями для поршневого пальца. Юбка поршня должна постоянно прилегать к зеркалу цилиндра и не заклиниваться при тепловом расширении — для этого на ней имеется разрез, допускающий ее сжатие (см. рис. 2.5).

На наружной поверхности головки поршня проточены канавки для *поршневых колец*. Поршневые кольца делают обычно из чугуна, при этом они обладают большой упругостью. Два или три верхних кольца, которые уплотняют зазор между поршнем и ци-

линдром и предотвращают прорыв газов из цилиндров, называют *компрессионными*. Нижнее кольцо немного шире компрессионных и имеет прорезы, позволяющие удалять избыток масла со стенок цилиндра (все трущиеся детали кривошипно-шатунного механизма смазываются маслом), поэтому его называют *маслосъемным* кольцом (рис. 2.14, см. также на цветной вклейке рис. ЦВ 2.14).



**Рис. 2.14.** Устройство кривошипно-шатунного и газораспределительного механизмов

Поршневой палец имеет форму пустотелого цилиндра и служит для шарнирного соединения поршня с шатуном. Поршневой па-

палец изготовлен из стали, для большей износоустойчивости его наружную поверхность подвергают термической обработке токами высокой частоты — закалке. Палец устанавливают в отверстия бобышек на юбке поршня и, во избежание бокового перемещения, в специальные кольцевые канавки бобышек поршня ставят стопорные кольца. Такое крепление поршневого пальца называется плавающим, т. к. оно позволяет ему во время работы поворачиваться в бобышках поршня и в верхней головке шатуна.

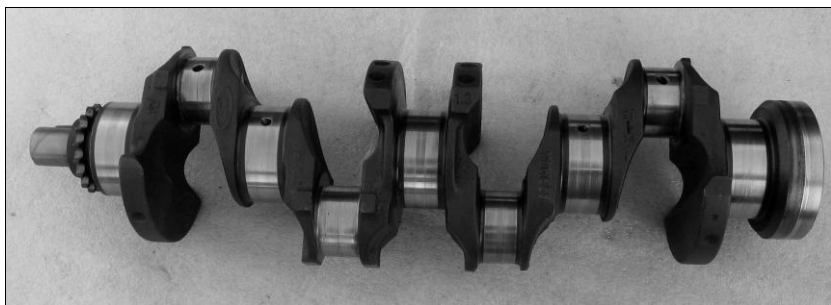
Шатун соединяет поршень с шатунной шейкой коленчатого вала и служит для передачи усилия от поршня (при рабочем ходе) на коленчатый вал и от коленчатого вала на поршень (при вспомогательном такте). Шатун состоит из стального стержня, верхней неразъемной и нижней разъемной головок. Верхняя головка шатуна надета на поршневой палец и тем самым соединена с поршнем. Обе половинки нижней головки шатуна надеты на шатунную шейку коленчатого вала и соединены между собой стяжными болтами, гайки которых после затяжки шплинтуются.

Применяется и другой вариант соединения верхней и нижней головкой шатуна. Для уменьшения габаритов и облегчения веса в неразъемной головке шатуна нарезается резьба, а в нижней разъемной головке шатуна сверлятся отверстия под шатунные болты. Затяжка таких болтов осуществляется с определенным усилием (момент затяжки измеряется в ньютон-метрах) с помощью динамометрического ключа.

Для уменьшения трения между деталями и, следовательно, их износа, в верхнюю головку шатуна вставляют бронзовую втулку, а в нижнюю — тонкостенные вкладыши, являющиеся подшипниками скольжения. Внутреннюю поверхность вкладышей заливают баббитом (сплавом олова и свинца). Коленчатый вал, изготовленный из высокопрочной стали или чугуна, имеет коренные и шатунные шейки, щеки, противовесы и фланец для крепления маховика (рис. 2.15). Он воспринимает усилия от поршней через шатуны и преобразует их в крутящий момент, который затем передается через маховик на трансмиссию.

В передней части вала расположены: шестерня привода распределительного вала, шкив для привода генератора и вентилятора

(если он не электрический) и *храповик* для пуска двигателя пусковой рукояткой (на современных двигателях храповик не устанавливается). Коренные шейки коленчатого вала являются опорными. Они вращаются в подшипниках скольжения, укрепленных в верхней части картера блока цилиндров. Эти подшипники, как и шатунные, имеют тонкостенные вкладыши и называются коренными. Щеки с противовесами соединяют между собой коренные и шатунные шейки вала. Противовесы уравнивают центробежные силы, возникающие при вращении коленчатого вала благодаря наличию кривошипа.



**Рис. 2.15.** Коленчатый вал

Маховик представляет собой массивный диск, который, накапливая кинетическую энергию, выводит поршни из мертвых точек и создает равномерность вращения коленчатого вала. Маховик отливают из чугуна; на его обод напрессовывают *зубчатый венец* (изготовленный из стали), который вращается вместе с маховиком и используется при пуске двигателя от шестерни стартера.

Картер состоит из верхней и нижней частей. Верхнюю часть отливают вместе с блоком цилиндров, и в результате получается жесткая опора для крепления деталей механизмов двигателя. Нижнюю часть — поддон — штампуют из стали или отливают из алюминиевого сплава. Поддон предохраняет механизмы двигателя от попадания на них пыли и грязи, а находящееся в нем масло служит смазкой деталей механизмов.

### 2.2.3. Газораспределительный механизм

Газораспределительный механизм предназначен для своевременного впуска в цилиндр горючей смеси и выпуска из него отработавших газов. В механизме имеются *распределительные шестерни* (либо цепи или ремни), распределительный вал, *толкатели штанги коромысла*, *клапаны с пружинами* (рис. 2.14). Принцип работы газораспределительного механизма следующий: шестерня привода (либо цепь или ремень) вращается вместе с коленчатым валом. Связанная с ней ведомая шестерня, установленная на распределительном валу, имеет в два раза больше зубьев, благодаря чему распределительный вал за два оборота коленчатого вала делает только один оборот.

Распределительный вал изготовлен из стали и для повышения изнosoустойчивости подвергается закалке. На валу имеются *кулачки* — выступы, расположенные под некоторым углом друг к другу. Кулачок, набегая на *толкатель*, поднимает *штангу* и через *коромысло* опускает клапан, соединяя тем самым полость цилиндра с впускным каналом головки цилиндра. Когда толкатель опускается, клапан возвращается в исходное положение пружиной. Точно так же происходит открытие выпускного канала, но только от другого кулачка распределительного вала.

У клапана различают две части: головку и стержень. Головка имеет конусообразную рабочую часть — фаску  $45^\circ$ , которая прилегает к седлу такой же формы (рис. 2.16).

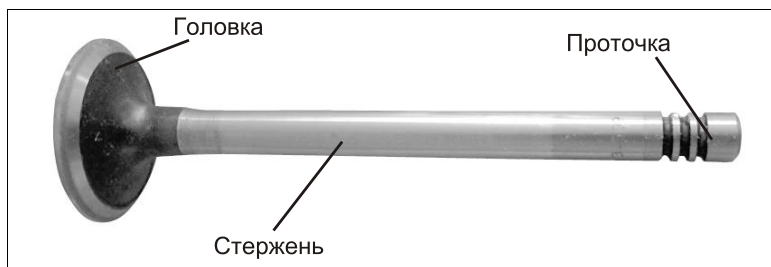


Рис. 2.16. Клапан

Стержень клапана вставлен в направляющую втулку. На конце стержня имеется кольцеобразная выточка, в которую вставляют сухарики (выточек может быть несколько). На сухарики опирается шайба, служащая, в свою очередь, опорой для пружины, прижимающей клапан к седлу.

Кроме кулачков (по два и более на каждый цилиндр) и закрепленной на шпонке распределительной шестерни, вал имеет шестерню со спиральным зубом (рис. 2.17) для приведения в действие масляного насоса и прерывателя-распределителя (для старых двигателей) и эксцентрик для привода топливного насоса (для карбюраторных двигателей).



**Рис. 2.17.** Шестерня со спиральным зубом

Между деталями, передающими усилие от кулачка к клапану, в холодном состоянии должен быть небольшой зазор для обеспечения плотного прилегания фаски клапана к седлу. Величину зазора измеряют с точностью до сотых долей миллиметра и регулируют на коромысле при помощи винта с контргайкой. Температурный зазор для клапанов двигателей различных марок не-

одинаков и указывается в инструкции по эксплуатации автомобиля. Если величина зазора выше нормы, то клапаны открываются не полностью — это ухудшает наполнение цилиндра горючей смесью и выпуск отработавших газов, а также вызывает стук. При малой величине зазора клапаны плотно не закрываются, двигатель не развивает полной мощности и происходит выгорание рабочих поверхностей (фасок) головок клапанов и их седел по причине пропуска газов из камеры сгорания при рабочем ходе.

## **2.2.4. Система охлаждения двигателя внутреннего сгорания**

При сгорании рабочей смеси внутри цилиндров двигателя температура газов достигает 2000–2500 °С. Детали двигателя, испытывая сильный нагрев, должны сохранять работоспособность, поэтому их требуется охлаждать. Оптимальный режим работы двигателя — при температуре охлаждающей жидкости 80–90 °С.

Проще всего охлаждать цилиндры двигателя встречным потоком воздуха — такая система охлаждения применяется на мотоциклах и некоторых автомобилях. Воздух для охлаждения цилиндров двигателя подается вентилятором, а процессом охлаждения автоматически управляет термостат. Эта система дает возможность быстро прогреть холодный двигатель и поддерживать его температурный режим, не допуская ни перегрева, ни охлаждения. Тепло от цилиндров двигателя воспринимается охлаждающей средой — жидкостью, которая, в свою очередь, отдает тепло воздуху. Нагретая от соприкосновения с горячими стенками цилиндров жидкость поступает в радиатор, там охлаждается и затем возвращается в двигатель, т. е. непрерывно циркулирует. Циркуляция жидкости в системе охлаждения происходит принудительно, при помощи насоса. В качестве охлаждающей среды в настоящее время применяется *антифриз*.

Антифриз должен быть устойчив не только к низким, но и к высоким температурам. Чем выше максимальная температура антифриза, тем меньше он испаряется. Нормальная температура

охлаждающей жидкости (смесь концентрата с водой в пропорции один к одному) находится в интервале от  $-36$  до  $+107$  °С.

В качестве антифризов используются смеси этиленгликоля, пропиленгликоля, глицерина, спиртов и других веществ с водой. Современные антифризы содержат также антикоррозионные и флуоресцентные присадки. Раньше в качестве одного из компонентов антифриза использовался фенол, который наносит непоправимый вред организму человека.

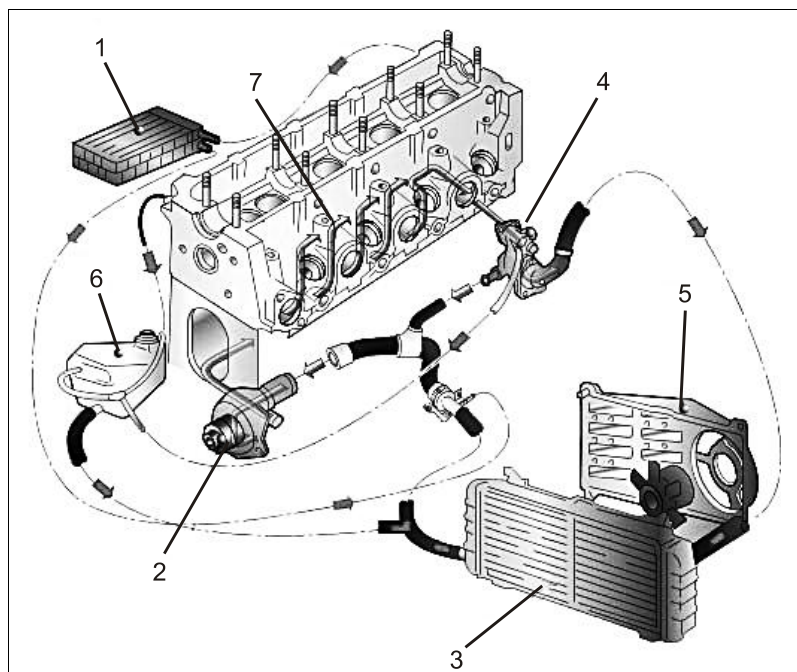
По содержанию антикоррозионных присадок антифризы делятся на силикатные и карбоксилатные. Силикатный антифриз защищает охлаждающую систему от коррозии, в процессе эксплуатации покрывая всю внутреннюю поверхность тонким слоем накипи, что ухудшает теплообмен и снижает эффективность охлаждения. Как правило, силикатный антифриз имеет зеленый или синий цвет. Карбоксилатный антифриз содержит ингибиторы коррозии на основе органических кислот. Он адсорбируется лишь в местах возникновения коррозии, образуя защитный слой толщиной не более 0,1 микрона. Кроме того, карбоксилатный антифриз имеет больший срок службы (5 лет против 3 лет силикатного) и обладает лучшим моющим свойством, что позволяет обойтись без промывки системы охлаждения при смене антифриза. Производители, как правило, окрашивают карбоксилатный антифриз в красный цвет. При выборе антифриза необходимо пользоваться рекомендацией завода изготовителя.

Устройство системы охлаждения изображено на рис. 2.18.

В систему охлаждения входит:

- ☐ теплообменник (радиатор печки) (1);
- ☐ насос системы охлаждения (помпа) (2);
- ☐ радиатор (3);
- ☐ термостат (4);
- ☐ вентилятор (5);
- ☐ расширительный бачок (6);
- ☐ рубашка охлаждения (7);

- ❑ датчик температуры охлаждающей жидкости (на рисунке не показан);
- ❑ указатель температуры охлаждающей жидкости (на рисунке не показан).



**Рис. 2.18.** Устройство системы охлаждения

Рубашку охлаждения (рис. 2.19а и 2.19б) образуют двойные стенки цилиндров, пространство между которыми заполнено охлаждающей жидкостью.

Радиатор охлаждения представляет собой два бачка, соединенных между собой тонкими трубками, которые хорошо вентилируются воздухом (рис. 2.20). Пространство между трубками заполнено теплопроводными пластинами, улучшающими отвод тепла.

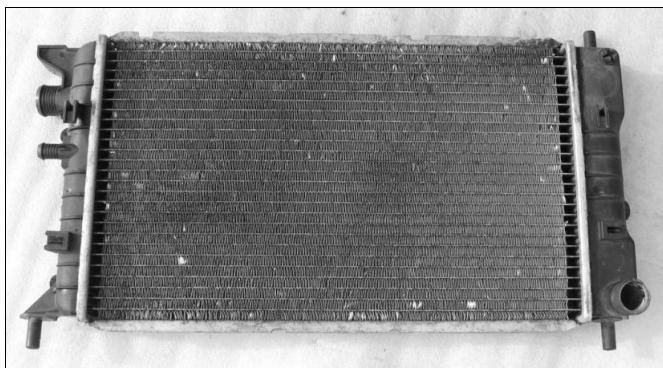


**Рис. 2.19а.** Рубашка охлаждения



**Рис. 2.19б.** Двойные стенки цилиндров

Водяной насос обеспечивает циркуляцию воды в системе охлаждения. Он состоит из корпуса, вала с сальником и крыльчаткой и фланца (рис. 2.21а), на который может устанавливаться либо шкив для приводного ремня, либо крыльчатка вентилятора (рис. 2.21б). Шкив вала насоса приводится во вращение от шкива коленчатого вала при помощи приводного ремня.



**Рис. 2.20.** Радиатор



**Рис. 2.21а.** Фланец водяного насоса



**Рис. 2.21б.** Крыльчатка водяного насоса

Вал вращается в шариковых подшипниках, расположенных в гнезде корпуса насоса. Одна часть вала выходит наружу, на ней крепится приводной шкив. На другой части, находящейся внутри корпуса, расположена крыльчатка водяного насоса с саморегулирующимся сальником. Сальник удерживает жидкость от вытекания при вращении вала.

Во время работы двигателя охлаждаемая в радиаторе жидкость подходит к центру крыльчатки и заполняет пространство между ее лопастями. Возникающая при вращении крыльчатки центробежная сила отбрасывает жидкость, которая устремляется через отверстие в рубашку охлаждения.

В отводящем патрубке рубашки охлаждения установлен термостат (рис. 2.22а). Он состоит из корпуса, клапана, связанного с ним стержня и баллона с веществом, обладающим большим коэффициентом объемного расширения.

Пока двигатель холодный, клапан термостата закрыт (рис. 2.22б), и находящаяся в рубашке охлаждения жидкость не поступает в радиатор.

Непрогретая охлаждающая жидкость циркулирует под действием насоса внутри двигателя. Кроме того, в зависимости от конструкции отопителя, охлаждающая жидкость проходит через теплообменник отопителя. Такой *контур циркуляции* называется *малым*. Как только охлаждающая жидкость нагреется, открывается клапан термостата. Жидкость поступает в радиатор для охлаждения и начинает циркулировать по *большому контуру*. Если температура охлаждающей жидкости продолжает расти, то термовыключатель или блок управления двигателя включает электрический вентилятор радиатора. Другой способ — ременный привод вентилятора через терморегулирующую муфту.



Рис. 2.22а. Термостат



Рис. 2.22б. Закрытый клапан термостата

Двигатель обычно установлен на упругих опорах. Во время работы он может слегка колебаться и по отношению к радиатору изменять свое положение, поэтому жесткое соединение двигателя и радиатора недопустимо — для этого применяются прорезиненные шланги, надетые на металлические патрубки. Шланги на патрубках крепятся при помощи хомутов.

Охлаждающая жидкость имеет способность увеличиваться в объеме при нагреве. Тепловое расширение охлаждающей жидкости компенсирует расширительный бачок, оборудованный заливной пробкой с предохранительным клапаном для сброса избыточного давления.

Температура охлаждающей жидкости в зависимости от режима работы и конструкции двигателя находится в пределах 100–120 °С (для легковых автомобилей) и 90–95 °С (для грузовых автомобилей).

Максимально допустимое избыточное давление в системах охлаждения современных автомобилей должно составлять для легковых автомобилей 1,3–2 бар, для грузовых — 0,5–1 бар. Для контроля за работой систем охлаждения на щитке приборов имеется электрический или электронный указатель температуры

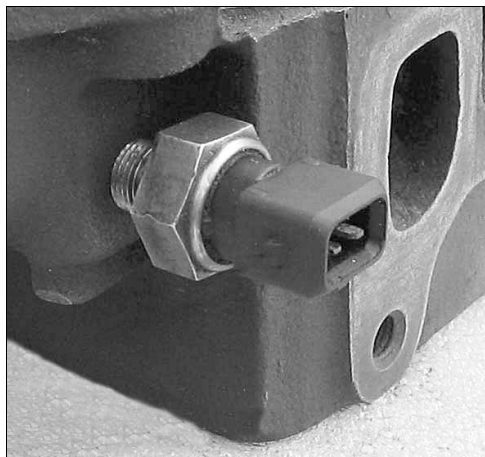


Рис. 2.23. Датчик температуры охлаждающей жидкости

охлаждающей жидкости. Он связан проводом с датчиком, который помещен в рубашке охлаждения (рис. 2.23).

Неисправности в системе охлаждения вызывают перегрев или переохлаждение двигателя. Перегрев приводит к повышенному износу деталей двигателя и даже заклиниванию поршней в цилиндрах. Как перегрев, так и переохлаждение приводит к потере мощности двигателя.

### 2.2.5. Система смазки двигателя

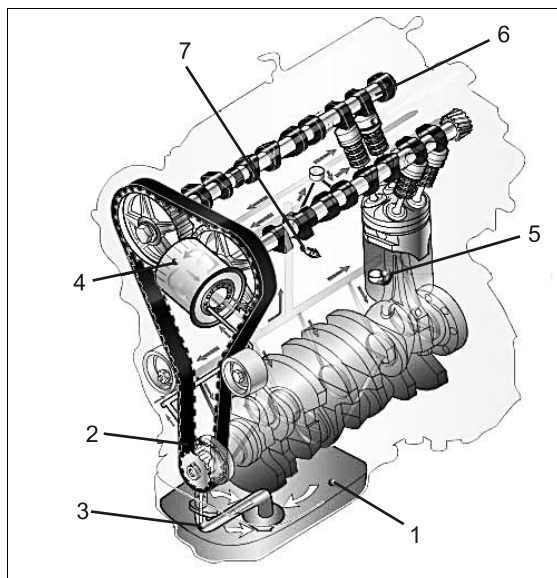
Система смазки двигателя обеспечивает подачу необходимого количества масла ко всем трущимся деталям. Основными системами смазки в настоящее время являются:

- принудительная система смазки с мокрым картером;
- принудительная система смазки с сухим картером.

Наиболее распространена принудительная система с мокрым картером. Принцип работы этой системы следующий: моторное масло, находящееся в поддоне картера двигателя, засасывается насосом через заборник с сетчатым фильтром и подается под давлением через трубопроводы и каналы к соответствующим точкам двигателя.

Система смазки с сухим картером применяется в основном на спортивных автомобилях, внедорожниках и мотоциклах. Принцип работы этой системы иной: масло, стекающее в картер, откачивается насосом в специальный циркуляционный бачок. Из него масло забирается подающим насосом и подается под давлением через фильтр и при необходимости через масляный радиатор к узлам двигателя.

На рис. 2.24 (см. также на цветной вклейке рис. ЦВ 2.24) изображена принудительная система смазки с мокрым картером на примере 16-клапанного двигателя. Запас масла находится в поддоне (1) под блоком цилиндров. Насос (2) откачивает масло через заборник с сетчатым фильтром (3) и подает его в фильтр тонкой очистки (4). Очищенное масло из фильтра поступает к точкам смазки (5, 6, 7) в головку и блок цилиндров.



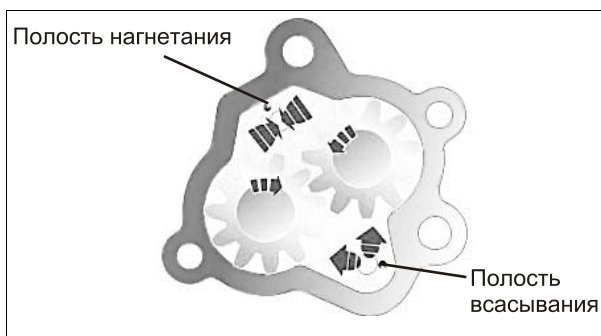
**Рис. 2.24.** Принудительная система смазки с мокрым картером.

1. Масляный поддон. 2. Масляный насос. 3. Маслозаборник с сетчатым фильтром. 4. Масляный фильтр тонкой очистки. 5. Форсунки охлаждения поршня. 6. Гидравлический толкатель (гидрокомпенсатор). 7. Датчик давления масла

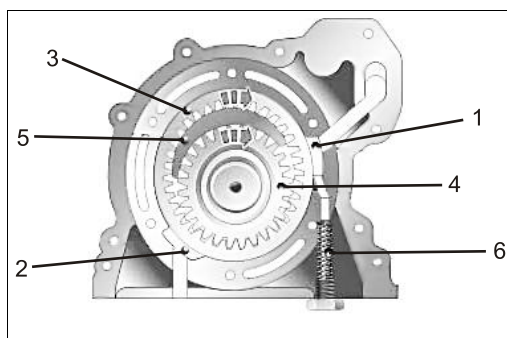
Масляный насос должен обеспечивать надлежащее давление и подачу масла (примерно 250–350 л/ч). Наибольшее распространение получили насосы следующих типов:

- ☐ шестереночный насос с наружным зацеплением;
- ☐ шестеренчатый насос с внутренним зацеплением и серповидным разделительным элементом;
- ☐ роторный насос.

В шестеренчатом насосе с наружным зацеплением масло захватывается зубьями и переносится во впадинах между ними вдоль стенок корпуса к полости нагнетания. Зацепление зубьев обеих шестерен препятствует возвращению масла в полость всасывания. В полости всасывания образуется разрежение, а в полости нагнетания возникает давление (рис. 2.25).



**Рис. 2.25.** Шестеренчатый насос с наружным зацеплением

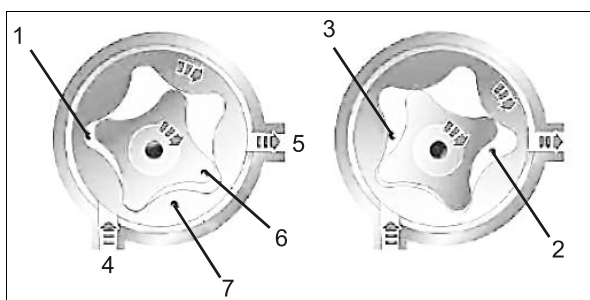


**Рис. 2.26.** Шестеренчатый насос с внутренним зацеплением и серповидным разделительным элементом. 1. Полость нагнетания. 2. Полость всасывания. 3. Наружная шестерня. 4. Внутренняя шестерня. 5. Серповидный разделительный элемент. 6. Редукционный клапан

Шестеренчатый насос с внутренним зацеплением и серповидным разделительным элементом (рис. 2.26) представляет собой одну из разновидностей шестеренчатых насосов. Его внутреннее зубчатое колесо, как правило, установлено непосредственно на коленчатом валу двигателя. Наружное зубчатое колесо установлено по отношению к внутреннему со смещением (эксцентриситетом). Таким образом, внутри насоса образуются полости всасывания и нагнетания, отделенные одна от другой серповидным элементом.

Масло перемещается во впадинах между зубьями и поступает в нагнетательную полость вдоль наружной и внутренней частей разделительного элемента. Преимущество насоса с серповидным элементом по сравнению с обычным шестеренчатым насосом заключается в большей производительности, особенно на низких оборотах двигателя.

Основными элементами роторного насоса являются наружный ротор с внутренними зубьями и внутренний ротор с наружными зубьями (рис. 2.27).



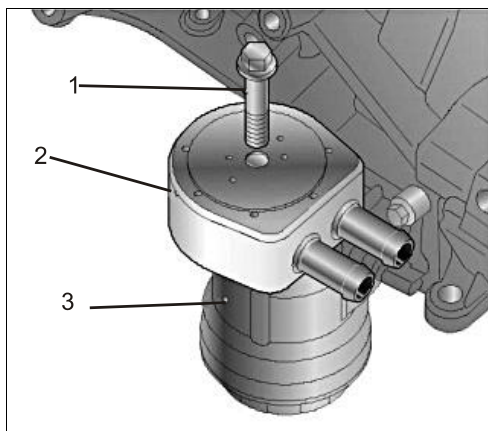
**Рис. 2.27.** Роторный насос. 1. Полость всасывания. 2. Полость нагнетания. 3. Полость между роторами (полость с перекачиваемым маслом). 4. Трубопровод забора масла. 5. Трубопровод напорный. 6. Внутренний ротор. 7. Наружный ротор

Насос приводится во вращение внутренним ротором, расположенным со смещением по отношению к наружному. В отличие от наружного, внутренний ротор имеет на один зуб меньше. Его зубья касаются каждого зуба наружного ротора и одновременно уплотняют образовавшиеся полости.

При вращении роторов полости всасывания постоянно увеличиваются. Когда насос захватывает масло, полости нагнетания уменьшаются и масло поступает под давлением в напорный трубопровод. Насос работает равномерно, т. к. порция масла поступает из нескольких следующих друг за другом полостей ротора. Такой насос может обеспечить высокое давление подачи при большой производительности.

Масляный фильтр предотвращает загрязнение масла инородными твердыми частицами, например, металлическими продуктами износа, сажей, пылью, но не очищает масло от жидких или растворившихся загрязнений. Через фильтр проходит весь поток масла, поступающего к трущимся частям двигателя. Достаточная пропускная способность обеспечивается с помощью малого гидравлического сопротивления фильтров, напрямую зависящего от тонкости отсева. Это ограничивает фильтрующий эффект, и мелкие частицы не отфильтровываются.

В некоторых легковых автомобилях устанавливают форсунки охлаждения поршней. В термически нагруженных двигателях для предотвращения перегрева устанавливают маслоохладитель (рис. 2.28).



**Рис. 2.28.** Маслоохладитель. 1. Резьбовая трубка.  
2. Маслоохладитель. 3. Масляный фильтр

Маслоохладитель передает тепловую энергию масла окружающему воздуху или охлаждающей жидкости. В некоторых системах используется дополнительный термостат контура охлаждения маслоохладителя, который перекрывает подачу охлаждающей жидкости в контур при достижении определенной температуры. Таким образом, масло быстрее прогревается, что положительно

сказывается на его смазывающих свойствах. Фильтр со временем загрязняется, моторное масло адсорбирует продукты износа и сгорания, и, кроме того, в него попадает конденсирующаяся в картере вода. По этим причинам необходима их замена через предписанные интервалы времени. Межсервисные интервалы определяются изготовителем и указываются в сервисной книжке.

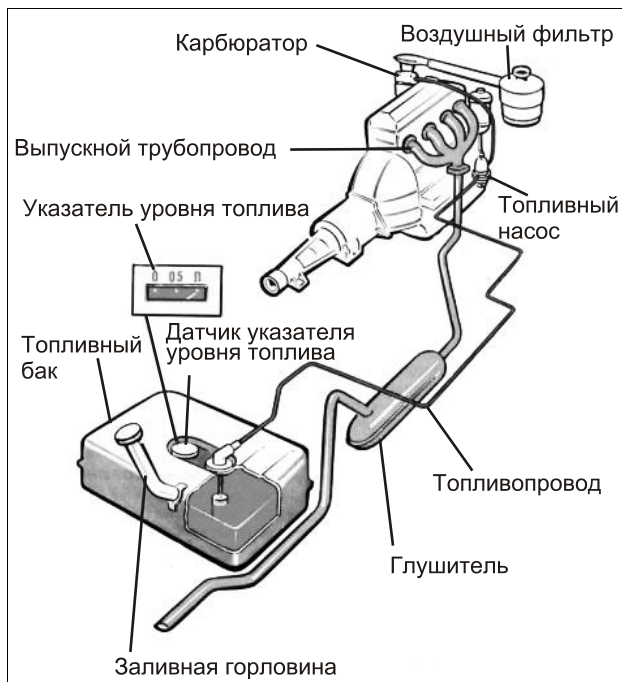
При увеличении межсервисного интервала в отношении используемого масла предъявляются особенно высокие требования. Основные задачи моторного масла — смазывать и охлаждать, т. е. предотвращать износ и отводить тепло от нагруженных деталей. Кроме того, моторные масла должны:

- ☐ абсорбировать загрязнения, т. е. удерживать их в себе и тем самым предотвращать образование отложений;
- ☐ удалять высокотемпературные отложения (если они по каким-либо причинам присутствуют в двигателе);
- ☐ выдерживать высокие температуры без разложения (обладать термической стойкостью);
- ☐ нейтрализовывать образующиеся при сгорании кислоты;
- ☐ практически не терять своих свойств в течение всего межсервисного интервала (иметь стойкость к старению);
- ☐ обеспечивать надлежащую защиту от коррозии;
- ☐ сохранять вязкость и, соответственно, обеспечивать надлежащую смазку деталей при высоких термических нагрузках в течение всего межсервисного интервала (обладать устойчивостью к смещению);
- ☐ иметь низкую испаряемость легких фракций при высоких температурах, т. е. низкий расход масла;
- ☐ не быть агрессивным по отношению к уплотнениям;
- ☐ быстро обеспечивать смазку деталей двигателя после его холодного запуска, т. е. минимизировать трение, экономить топливо и уменьшать износ при запуске (иметь малую вязкость при низких температурах).

## 2.2.6. Система подачи топлива

Система подачи топлива предназначена для бесперебойного снабжения цилиндров двигателя горючей смесью (рис. 2.29, см. также на цветной вклейке рис. ЦВ 2.29). Элементы системы:

- ❑ *топливный бак;*
- ❑ *топливопровод;*
- ❑ *топливный насос;*
- ❑ *прибор для приготовления горючей смеси (карбюратор);*
- ❑ *воздушный фильтр;*
- ❑ *впускной и выпускной трубопровод;*
- ❑ *глушитель.*



**Рис. 2.29.** Система подачи топлива

В инжекторных двигателях топливный насос находится в топливном баке, а вместо карбюратора применяется топливная линия с форсунками.

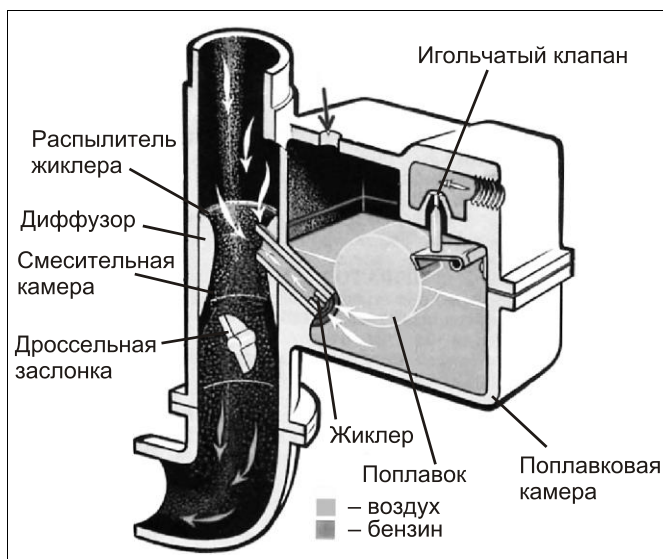
Наиболее распространенным топливом для легковых автомобилей является бензин. Отечественная нефтеперерабатывающая промышленность снабжает автомобилистов бензином следующих сортов: А-76, А-92, А-95, А-98. Буква «А» обозначает, что этот бензин автомобильный, а цифра характеризует его октановое число, т. е. показатель, определяющий детонационную стойкость топлив для двигателей внутреннего сгорания. Число равно содержанию (в процентах по объему) изооктана в смеси с н-гептаном, при котором эта смесь по детонационной стойкости эквивалентна исследуемому топливу в стандартных условиях испытаний. Чем выше эта цифра, тем выше антидетонационная стойкость бензина.

С целью повышения антидетонационных свойств бензина к нему иногда добавляют этиловую жидкость. Этот сорт бензина имеет красноватый цвет и его называют этилированным. Этот бензин нельзя использовать на автомобилях, оснащенных катализатором, т. к. этилированный бензин разрушает его. Для дизельных двигателей таким показателем является цетановое число.

Теоретически для полного сгорания 1 кг топлива необходимо около 15 кг воздуха. Смесь 1 кг топлива с 15 кг воздуха представляет собой нормальную горючую смесь. Фактически же двигатель работает на обедненной или обогащенной смесях. Обедненная горючая смесь представляет собой смесь 1 кг топлива и 16–17 кг воздуха. Горит она хорошо, обеспечивая работу двигателя при небольших и средних нагрузках, с наибольшей экономией топлива. Обогащенная горючая смесь состоит из 1 кг топлива и 12–13 кг воздуха. Она горит лучше, чем обедненная, но менее экономична. При работе на такой смеси двигатель может развивать наибольшую мощность, поэтому ее иногда называют мощностной смесью. Существует также богатая горючая смесь, когда на 1 кг топлива приходится менее 12 кг воздуха, и бедная смесь, когда на 1 кг топлива приходится более 17 кг воздуха. Горят эти смеси медленнее и не обеспечивают двигателю доста-

точной мощности. Поэтому для питания двигателя эти горючие смеси не применяются. Исключение составляет лишь период пуска и прогрева двигателя, когда необходима богатая смесь.

Приготовление горючей смеси происходит в специальном приборе — карбюраторе, а процесс его приготовления называется карбюрацией. Простейший карбюратор состоит из двух взаимосвязанных камер: поплавковой и смесительной. Поплавковая камера представляет собой резервуар, внутри которого подвешен на оси пустотелый поплавков. Над поплавком расположен игольчатый клапан, перекрывающий доступ топливу из топливного насоса в камеру. По мере наполнения камеры топливом поплавков всплывает и, когда топливо достигнет необходимого уровня, закрывает клапан. Если уровень понизится, поплавков опустится, клапан откроется, и топливо вновь начнет поступать в поплавковую камеру. Так при помощи поплавкового устройства в карбюраторе поддерживается необходимый уровень топлива (рис. 2.30), который должен быть примерно на 1,5–2,0 мм ниже выходного отверстия устья распылителя.



**Рис. 2.30.** Устройство карбюратора

При таком уровне топливо не вытекает из распылителя, когда двигатель не работает, но при уменьшении давления в смесительной камере в нее начинает поступать топливо и происходит образование горючей смеси.

Смесительная камера состоит из корпуса, в котором расположен диффузор, трубка-распылитель с жиклером и дроссельная заслонка. Сверху в смесительную камеру поступает воздух; своей нижней частью она соединена с впускным трубопроводом, через который горючая смесь поступает в цилиндр. Наибольшую скорость движения воздух достигает в самом узком месте смесительной камеры — диффузоре, в центре которого расположено устье распылителя.

Жиклер — это втулка с калиброванным (точного размера) отверстием, строго ограничивающим выход топлива из поплавковой камеры через распылитель в смесительную камеру. Дроссельная заслонка связана с педалью газа, при помощи которой она открывается и закрывается. Нажимая на педаль, водитель управляет дроссельной заслонкой и тем самым изменяет количество горючей смеси, поступающей в цилиндры. Соответственно изменяется число оборотов коленчатого вала двигателя и скорость движения автомобиля.

Принцип действия простейшего карбюратора следующий: во время такта впуска, когда в цилиндре двигателя, а следовательно, и в смесительной камере карбюратора создается разрежение, через распылитель в камеру впрыскивается топливо. Сильный поток воздуха, возникающий при этом в смесительной камере, подхватывает струйку топлива, распыляет ее и уносит в цилиндр — так образуется горючая смесь. По пути в цилиндр и в самом цилиндре происходит испарение частичек топлива, смесь становится парообразной. В цилиндре горючая смесь перемешивается с остатками отработавших газов, образуя так называемую рабочую смесь.

Простейший карбюратор не в состоянии достаточно хорошо обеспечить работу двигателя. В зависимости от теплового состояния двигателя (холодный он или прогретый) и режима его

работы состав смеси должен изменяться: например, для пуска и прогрева холодного двигателя нужна богатая горючая смесь, т. к. часть топлива оседает на холодных стенках цилиндров и, таким образом, не используется при горении. Поэтому, если смесь не будет иметь избытка топлива, ее будет трудно воспламенить.

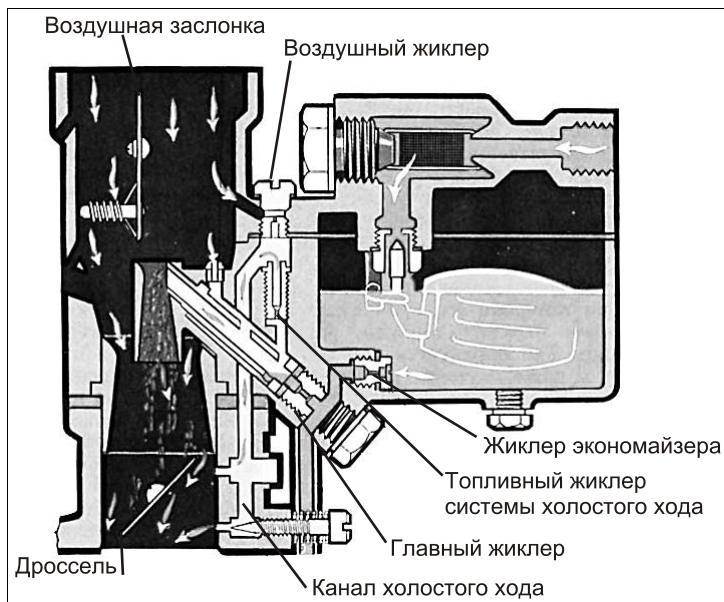
При средних нагрузках двигатель должен получать обедненную смесь, т. е. иметь некоторый избыток воздуха, обеспечивающий наиболее полное сгорание топлива, благодаря чему уменьшается его расход. Когда от двигателя требуется наибольшая мощность (при большей нагрузке), смесь должна быть обогащенной. На малых оборотах (холостом ходу) двигателю также необходим обогащенный состав смеси, т. к. в цилиндры она поступает в небольшом количестве.

Для приготовления горючей смеси наиболее благоприятного состава, в зависимости от условий работы двигателя, необходимо оборудовать карбюратор целым рядом дополнительных устройств. Так, у современных карбюраторов помимо поплавковой и смесительной камер с диффузором и дроссельной заслонкой имеются: пусковое устройство, система холостого хода, главная дозирующая система, ускорительный насос, экономайзер.

Главная дозирующая система приготавливает горючую смесь для большинства режимов работы двигателя. Эта система включает в себя главный топливный жиклер, его распылитель, диффузоры, жиклер экономайзера и воздушный жиклер (рис. 2.31).

При открытии дроссельной заслонки наибольшее разрежение создается в диффузоре возле устья распылителя. Под действием этого разрежения топливо из поплавковой камеры проходит вначале через жиклер экономайзера, а затем через главный жиклер в канал распылителя. Там оно смешивается с воздухом, поступающим через воздушный жиклер и отверстия в стенках распылителя. Воздух, перемешиваясь с топливом, способствует его распылению. При дальнейшем открытии дроссельной заслонки разрежение в диффузоре быстро растет и вызывает обогащение смеси. Поступление воздуха в канал распылителя снижает разрежение возле устья главного жиклера, что препятствует обогащению

нию смеси. Таким образом происходит автоматическое корректирование состава смеси при работе двигателя на малых и средних нагрузках.

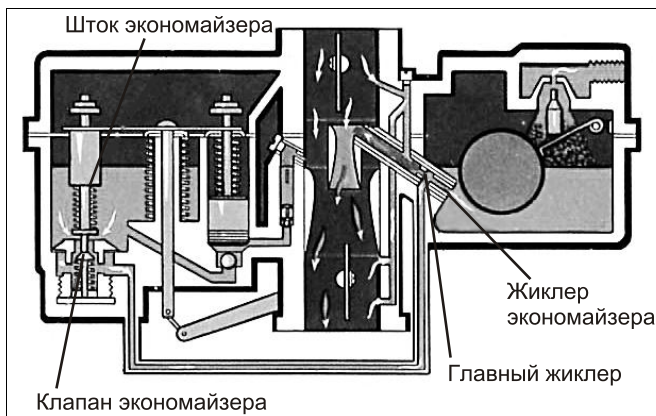


**Рис. 2.31.** Главная дозирующая система карбюратора

Система экономайзера (рис. 2.32) работает следующим образом: на малых и средних нагрузках двигателя топливо для горючей смеси поступает через главную дозирующую систему. Однако при полном открытии дроссельной заслонки такой подачи топлива недостаточно, т. к. двигатель должен обеспечить наибольшую мощность, а для этого требуется обогатить горючую смесь. Поэтому, когда открытие дроссельной заслонки приближается к полному (более 85–90 %), рычаг, связанный с приводом дроссельной заслонки, действует на тягу привода экономайзера.

Тяга соединена со штоком, который нажимает на клапан экономайзера, открывая дополнительный проход для топлива из поплавковой камеры к главному жиклеру, помимо топлива, прохо-

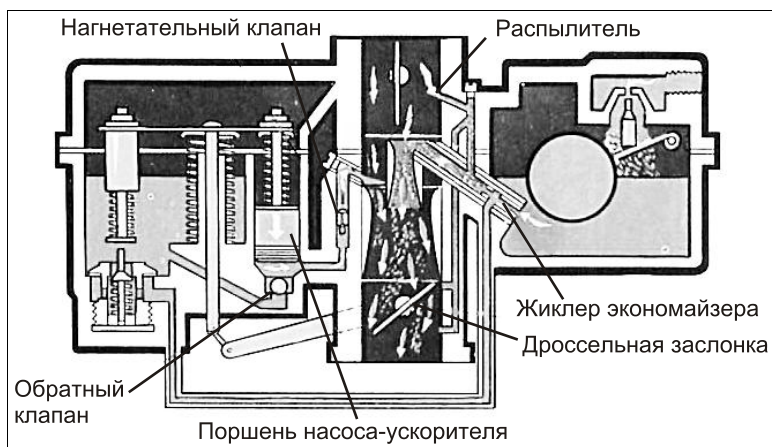
дящего через жиклер экономайзера. Смесь обогащается, что дает возможность получать от двигателя наибольшую мощность.



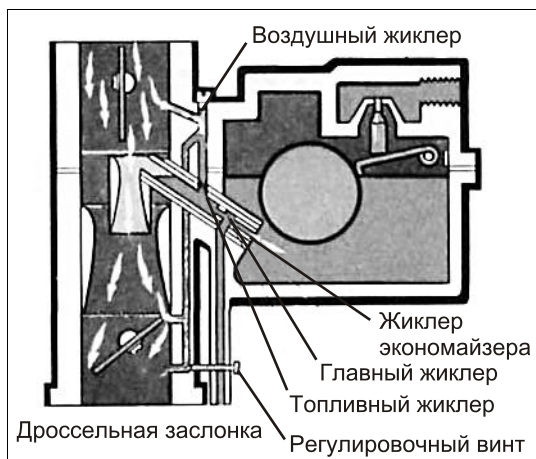
**Рис. 2.32.** Устройство экономайзера

Воздух обладает большей скоростью движения, чем топливо, поэтому при резком открытии дроссельной заслонки необходима дополнительная подача топлива, чтобы компенсировать мгновенное увеличение количества воздуха и тем самым избежать кратковременное обеднение смеси. Для этой цели служит насос-ускоритель (рис. 2.33), представляющий собой емкость, в которой перемещается либо поршень, либо диафрагма. Поршень имеет общий привод со штоком экономайзера. В колодце насоса-ускорителя находится обратный клапан. Быстрое опускание поршня (диафрагмы) при резком открытии дроссельной заслонки повышает давление в колодце, под действием которого обратный клапан закрывается, а нагнетательный клапан открывается. Порция топлива, находящаяся в колодце насоса-ускорителя, впрыскивается через распылитель насоса-ускорителя непосредственно в смесительную камеру карбюратора и обогащает горючую смесь.

Система холостого хода (рис. 2.34) обеспечивает работу двигателя при малых оборотах. В этом случае двигатель работает на обо-



**Рис. 2.33.** Устройство насоса-ускорителя



**Рис. 2.34.** Система холостого хода

гащенной смеси. Самостоятельно создать такую смесь главная дозирующая система не может, т. к. при малом открытии дроссельной заслонки в диффузоре возле устья распылителя главного жиклера не создается достаточное разрежение. Для этого суще-

ствуется система холостого хода, при помощи которой образование горючей смеси происходит около дроссельной заслонки. В этом месте смесительной камеры при малом открытии дроссельной заслонки создается значительное разрежение, воздух движется с большой скоростью.

В систему холостого хода входят: топливный жиклер, воздушный жиклер, а также канал холостого хода, в котором имеются два отверстия для выхода топлива в смесительную камеру. Пропускную способность нижнего отверстия можно изменять вращением регулировочного винта, что дает возможность обогащать или обеднять состав смеси при работе двигателя на холостом ходу, т. е. обеспечить его устойчивую работу.

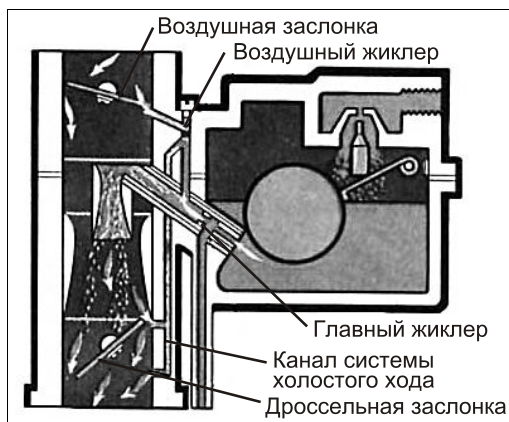
При работе двигателя на малых оборотах дроссельная заслонка лишь слегка приоткрыта, и наибольшее разрежение создается возле нижнего выходного отверстия. По каналу холостого хода разрежение передается к топливному жиклеру системы холостого хода, из которого начинает поступать топливо. Одновременно через воздушный жиклер в канал холостого хода поступает воздух. При смешивании топлива с небольшим количеством воздуха образуется эмульсия, в которой содержание топлива намного превышает пределы воспламенения смеси. Выходя из отверстия под дроссельной заслонкой, эмульсия разбавляется воздухом, проходящим через щель, образованную приоткрытой дроссельной заслонкой. Таким образом топливо распыляется и создается обогащенная смесь, необходимая для работы двигателя на холостом ходу.

С увеличением нагрузки, т. е. с постепенным открытием дроссельной заслонки, в действие вступает главная дозирующая система. Чтобы этот переход проходил плавно, предусмотрено верхнее отверстие в канале холостого хода. По мере открытия дроссельной заслонки разрежение возникает также и возле этого отверстия, и из него начинает поступать топливо.

Пуск двигателя требует резкого обогащения горючей смеси. Для этого в верхней части смесительной камеры установлена воздушная заслонка с автоматическим клапаном для пропуска ми-

нимально необходимого количества воздуха (рис. 2.35). Вытягивая на передней панели ручку «подсоса», связанную с воздушной заслонкой гибким тросом, водитель прикрывает воздушную заслонку, количество поступающего воздуха резко уменьшается и смесь обогащается. Воздушный клапан не дает смеси стать чрезмерно богатой.

При полностью закрытой воздушной заслонке дроссельная заслонка открывается на 8–12 градусов. Система холостого хода позволяет двигателю устойчиво работать на малых оборотах; главная дозирующая система обеспечивает работу двигателя на всех остальных режимах; экономайзер дает возможность использовать обедненную смесь при малых и средних нагрузках и обогащенную при полной нагрузке; насос-ускоритель, впрыскивая дополнительное топливо, улучшает приемистость двигателя; пусковое устройство обеспечивает пуск двигателя даже при низкой температуре.

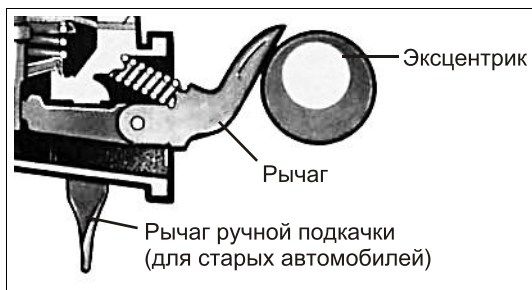


**Рис. 2.35.** Воздушная заслонка с автоматическим клапаном

Топливный бак располагается в задней части автомобиля под полом багажника. Заливная горловина выводится наружу и закрывается пробкой. В пробке или в заливной трубе предусмотрены паровой и воздушный клапаны. Паровой клапан необходим для

того, чтобы в жаркую погоду при испарении топлива в баке не создавалось повышенное давление. Как только давление в баке повышается, этот клапан открывается, выпуская пары топлива наружу. Воздушный клапан предотвращает возникновение в баке разрежения, т. к. оно нарушает подачу топлива. Если давление в баке становится ниже атмосферного, что происходит в результате расходования топлива, то воздушный клапан открывает доступ воздуха в топливный бак. Когда давление в баке равно атмосферному, оба клапана закрыты.

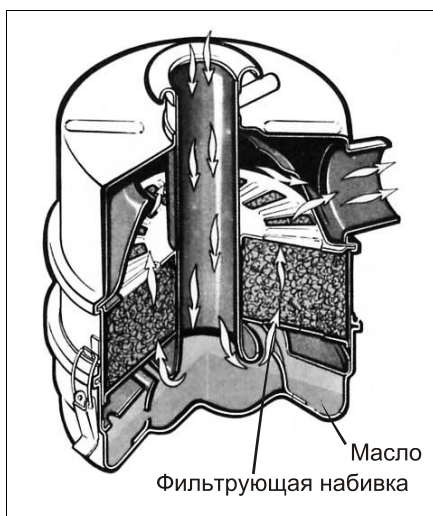
Для подачи топлива из бака к карбюратору служит топливный насос диафрагменного типа, который приводится в действие от эксцентрика распределительного вала (рис. 2.36). В инжекторных двигателях применяются электрические топливные насосы, расположенные, как правило, в топливном баке или около него.



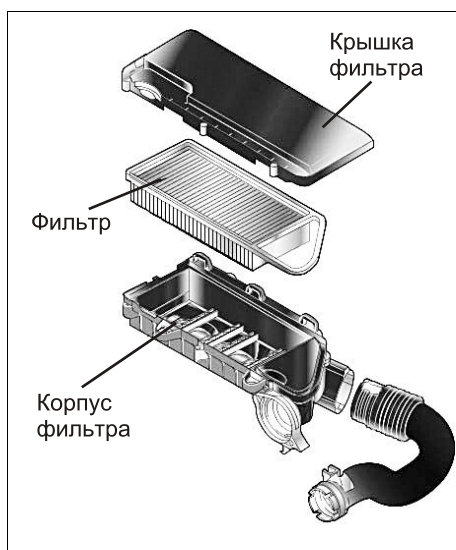
**Рис. 2.36.** Топливный насос диафрагменного типа

Поскольку в воздухе содержится много пыли и мелких твердых частиц, которые, попадая в двигатель, способствуют повышенному износу подшипников, поршневых колец и стенок цилиндров, воздух для приготовления горючей смеси необходимо очищать. Для этого автомобильные двигатели оснащены инерционно-масляными (рис. 2.37) либо бумажными (рис. 2.38) воздушными фильтрами.

Горючая смесь поступает из карбюратора в цилиндры по впускному трубопроводу (впускному коллектору), отлитому из чугуна



**Рис. 2.37.** Инерционно-масляный воздушный фильтр



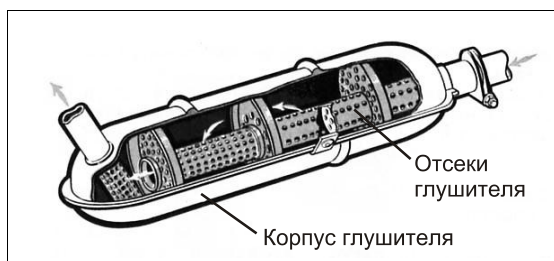
**Рис. 2.38.** Бумажный воздушный фильтр

или алюминиевого сплава. От впускного трубопровода отходят патрубки к каждому цилиндру, имеющему фланцы, которыми впускной трубопровод крепится к головке цилиндров. На фланце, расположенном в средней части впускного трубопровода, устанавливают карбюратор.

Для улучшения испарения топлива при его движении от карбюратора к цилиндрам впускной трубопровод подогревается. Подогрев горючей смеси осуществляется за счет тепла отработавших газов; у некоторых двигателей впускной трубопровод имеет рубашку, по которой циркулирует охлаждающая жидкость.

Выпускной трубопровод (выпускной коллектор) служит для отвода отработавших газов. Он также имеет отдельные патрубки для соединения с соответствующими цилиндрами двигателя. К выходному фланцу выпускного трубопровода крепится тонкостенная выпускная труба, отводящая отработавшие газы к глушителю (рис. 2.39).

Отработавшие газы движутся по выпускному трубопроводу и соединительной трубе с большой скоростью. Если допустить их свободный выпуск в атмосферу, он будет сопровождаться чрезвычайно громким шумом. Для поглощения шума выходящих наружу отработавших газов на автомобиле устанавливается глушитель.



**Рис. 2.39.** Устройство глушителя

Глушитель состоит из цилиндрического корпуса, изготовленного из листовой стали, внутри которого проходит труба с отверстия-

ми и установлены поперечные перегородки, также имеющие отверстия. Перегородки делят внутреннюю полость глушителя на несколько отсеков. В торцевые стенки глушителя вварены входные и выходные патрубки. Действие глушителя основано на том, что по мере перехода отработавших газов из одного отсека в другой они постепенно расширяются, а скорость их движения уменьшается. Из глушителя они выходят сравнительно равной струей, без заметной пульсации потока и не вызывают резкого шума. Глушитель также гасит пламя и препятствует вылету в атмосферу искр при догорании в выпускном трубопроводе частиц топлива, не сгоревших в цилиндрах.

## 2.2.7. Система зажигания

Система зажигания является частью электрооборудования автомобиля и обеспечивает своевременное воспламенение рабочей смеси в цилиндрах двигателя. В большинстве автомобилей применяется батарейная система зажигания, т. е. питание от *аккумулятора*. Помимо системы зажигания, аккумуляторная батарея совместно с заряжающим ее *генератором* обеспечивает током приборы освещения, сигнализации, аудиосистем и других устройств. Самым мощным потребителем электрической энергии является *стартер* — электродвигатель для пуска двигателя. Электрооборудование легковых автомобилей обычно работает при напряжении 12 вольт.



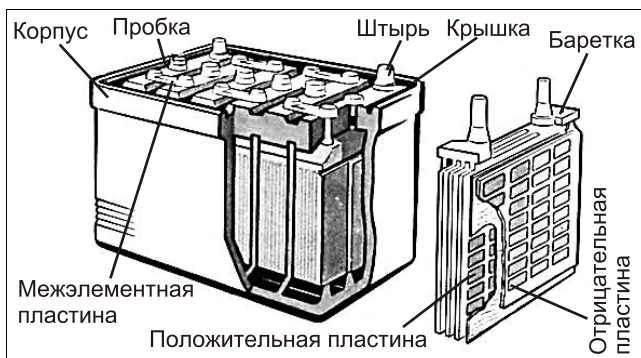
### ПРИМЕЧАНИЕ

У многих грузовых автомобилей бортовое напряжение 24 В; не пытайтесь запитаться от бортовой сети грузовых автомобилей — это может привести к выходу из строя всех электросистем вашего автомобиля!

Аккумулятор — это сосуд с *электролитом*, в котором расположены две группы свинцовых пластин: положительные и отрицательные (рис. 2.40). Пластины имеют ячейки, в которые запрессована активная масса. В заряженном состоянии активной массой положительных пластин является перекись свинца  $PbO_2$  коричнево-бурого цвета, а активная масса отрицательных пластин —

губчатый свинец Pb серого цвета. При разряде аккумулятора активные массы положительных и отрицательных пластин преобразуются в сернокислый свинец ( $\text{PbSO}_4$ ).

Между пластинами находятся сепараторы из пористой пластмассы или фанеры, которые изолируют пластины друг от друга, но пропускают электролит. Сверху аккумулятор закрыт крышкой, в которой имеются отверстия для вывода штырей от пластин и отверстие с пробкой для залива электролита и добавления дистиллированной воды.



**Рис. 2.40.** Устройство аккумулятора

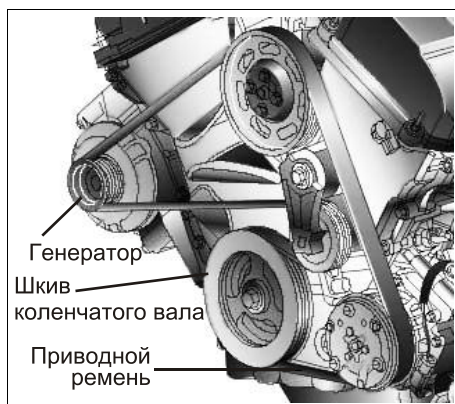
Электролит — это водный раствор серной кислоты определенной плотности. В процессе заряда плотность электролита повышается, а при разряде понижается. Степень заряженности аккумулятора проверяют, измеряя плотность электролита ареометром или напряжение нагрузочной вилкой.

Аккумуляторная батарея требует тщательного технического обслуживания. Водитель обязан следить за креплением аккумуляторной батареи на автомобиле, отсутствием налета окиси на ее клеммах, чистотой корпуса батареи, уровнем электролита, который должен быть выше пластин на 10 мм. Если уровень электролита недостаточен, необходимо долить дистиллированную воду, т. к. именно вода подвержена испарению. При недостатке дис-

тиллированной воды на непокрытой электролитом части пластин появляется налет сернокислого свинца, что приводит их в негодность.

Вентиляционные отверстия батареи не должны быть засорены. Чрезмерный разряд батареи не допускается. Перегрузка аккумуляторной батареи при пуске двигателя, а также чрезмерно интенсивный заряд существенно сокращают срок службы аккумулятора.

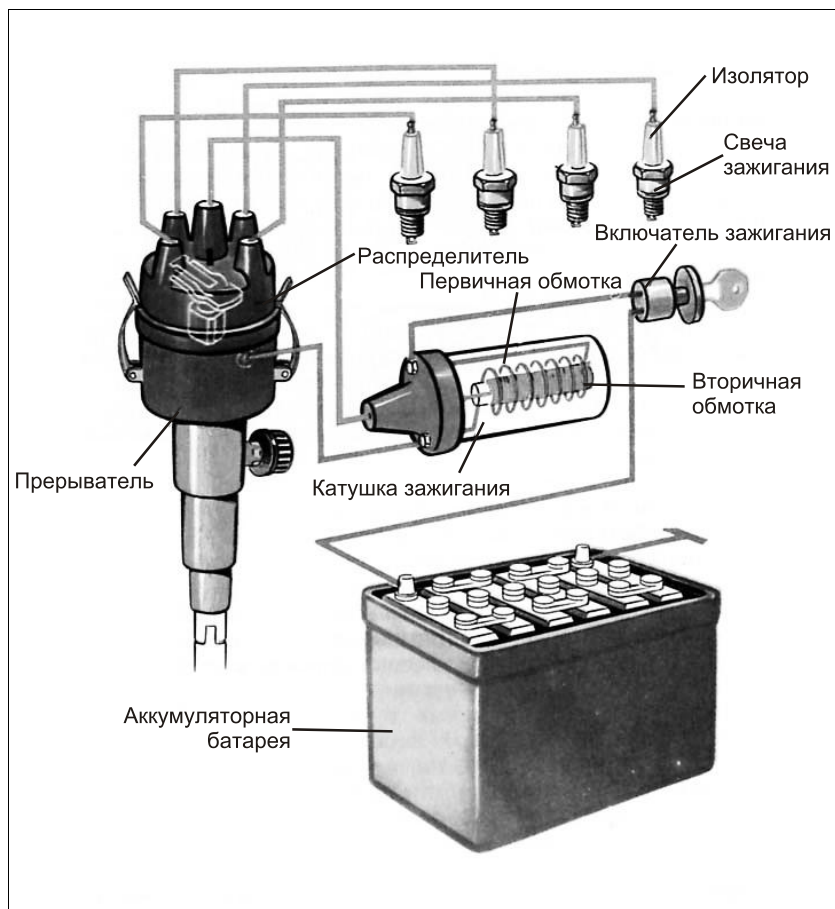
Генератор преобразует механическую энергию в электрическую и является главным источником энергии, идущей на питание всех потребителей, а также на заряд аккумулятора. Принцип действия генератора основан на явлении электромагнитной индукции. Генератор приводится в действие от шкива на коленчатом валу при помощи приводного ремня (рис. 2.41).



**Рис. 2.41.** Генератор

Катушка зажигания (рис. 2.42) по своему устройству подобна повышающему трансформатору и служит для преобразования тока низкого напряжения (12 В) в ток высокого напряжения. Она состоит из сердечника и двух обмоток. Через ее первичную обмотку, имеющую небольшое число витков, проходит ток низкого напряжения, возбуждающий в сердечнике магнитное поле. Вто-

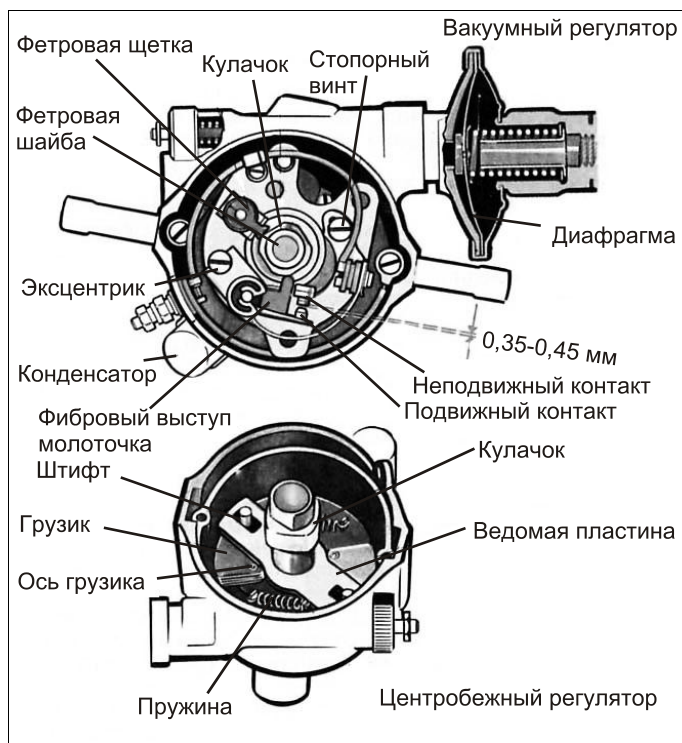
ричная обмотка имеет очень большое число витков, благодаря чему в ней индуцируется высокое напряжение, необходимое для того, чтобы пробить искровой промежуток между электродами свечи зажигания.



**Рис. 2.42.** Катушка зажигания

Прерыватель-распределитель (рис. 2.43) прерывает ток низкого напряжения и распределяет ток высокого напряжения по свечам

зажигания цилиндров. В его нижней части расположен прерыватель, который служит для размыкания и замыкания первичной цепи катушки зажигания, а в верхней части расположен распределитель.



**Рис. 2.43.** Устройство прерывателя-распределителя

Прерывание тока низкого напряжения в цепи необходимо для индуктирования во вторичной обмотке катушки зажигания высокого напряжения. Распределитель направляет ток высокого напряжения к свечам напряжения согласно порядку работы цилиндров двигателя. Кроме того, прерыватель-распределитель снабжен устройствами, изменяющими момент зажигания рабочей смеси сообразно с условиями работы двигателя.

Прерыватель состоит из изолированного от массы подвижного контакта (молоточка), укрепленного на качающемся рычажке, неподвижного контакта (наковальни) и приводного валика с кулачком, получающего вращение от распределительного вала двигателя. Кулачок прерывателя имеет грани, число которых соответствует числу цилиндров двигателя. Вращаясь, кулачок периодически отводит молоточек от наковальни и тем самым размыкает контакты прерывателя. Замыкание контактов происходит за счет действия пружины, когда грань кулачка минует фибровый выступ молоточка. Величина зазора между контактами прерывателя должна составлять 0,35–0,45 мм. Конденсатор, включенный параллельно контактам прерывателя, гасит искру, возникающую между контактами при их размыкании.

Распределитель тока высокого напряжения имеет карболитовый ротор с металлической пластиной, насаженный на кулачок прерывателя и вращающийся вместе с ним. Крышка распределителя изготовлена также из карболита, закрывает прибор сверху и имеет гнезда для проводов по количеству цилиндров двигателя.

Ток высокого напряжения поступает из вторичной обмотки катушки зажигания в центральное гнездо крышки распределителя по проводу высокого напряжения и далее через уголек с пружиной — на контактную металлическую пластину ротора. При вращении ротора контактная пластина поочередно соприкасается с неподвижным боковым электродом крышки и через вставленные в ее гнезда провода подает ток высокого напряжения к свечам зажигания.

Свеча зажигания имеет металлический корпус с резьбовой частью для ввертывания в головку цилиндра, центральный электрод — стержень, изолированный от корпуса керамикой, и боковой электрод, расположенный на корпусе свечи. Зазор между электродами составляет 0,6–0,9 мм и служит для образования искры.

## 2.3. Диагностика и техническое обслуживание

Диагностика — греческое слово, означающее распознавание, определение признаков. Прежде чем приступить к ремонту автомобиля, необходимо провести его тщательную диагностику.

Различают субъективную и объективную проверку состояния автомобиля. Субъективная проверка проводится без приборов, визуальным осмотром; объективная — при помощи специального оборудования и измерительных приборов. Неправильная проверка может привести к необоснованным сборочно-разборочным работам, заменам деталей и узлов, не требующих в данный момент замены, и, как следствие, к ненужным затратам. Запомните основное правило: не трогайте отлаженный механизм, вторгайтесь в него только по объективной необходимости.

Техническое состояние двигателя, как и автомобиля в целом, не остается постоянным в процессе продолжительной эксплуатации. В период обкатки по мере приработки трущихся поверхностей уменьшаются потери на трение, увеличивается эффективная мощность двигателя, уменьшается расход топлива, снижается угар масла. Далее наступает довольно продолжительный период эксплуатации, при котором техническое состояние двигателя практически неизменно.

По мере износа деталей увеличивается прорыв газов через поршневые кольца, уменьшается компрессия в цилиндрах, возрастает утечка масла через зазоры в соединениях, падает давление в системе смазки. Следовательно, постоянно уменьшается эффективная мощность двигателя, увеличивается расход топлива и моторного масла. В итоге наступает момент, когда техническое состояние двигателя не позволяет ему нормально выполнять свои функции. Такое состояние может возникнуть значительно раньше в результате плохого ухода или тяжелых условий эксплуатации.

Техническое состояние двигателя определяется тяговыми качествами автомобиля, расходом топлива, расходом масла, компресси-

ей в цилиндрах двигателя, шумностью работы двигателя. Наиболее объективно оценить техническое состояние двигателя можно при проверке его на стенде, оборудованном нагрузочным устройством. Однако для этого его необходимо демонтировать с автомобиля, что связано с затратой времени и средств. Возможно определить техническое состояние и на самом автомобиле, но для этого необходимо соблюсти следующие условия:

- ❑ заправить автомобиль топливом, указанным в руководстве по эксплуатации;
- ❑ залить в двигатель масло, указанное в руководстве по эксплуатации;
- ❑ соблюсти номинальную нагрузку автомобиля (2 человека, включая водителя);
- ❑ дорога должна быть прямой с твердым и сухим покрытием (уклоны короткие, не превышающие 5 %);
- ❑ отсутствие осадков, скорость ветра не выше 3 м/с, окружающая температура от 5 до 25 °С.

Перед началом каждого заезда температура масла в картере двигателя должна быть не ниже 80 и не выше 100 °С. Необходимо иметь в виду, что проверке могут подвергаться двигатели после пробега не менее 5000 км. Перед испытаниями следует проверить и при необходимости привести в исправное состояние ходовую часть автомобиля (схождение-развал, регулировку тормозов, давление воздуха в шинах и др.).

Готовность автомобиля для испытания устанавливается путем его свободного качения (выбега). Перед испытаниями необходимо убедиться в нормальной регулировке двигателя (зазоры в клапанах, опережение зажигания, зазоры в контактах распределителя и др.). Двигатель и агрегаты шасси перед началом испытания должны быть прогреты пробегом автомобиля на средних скоростях в течение 30 минут. Стекла дверей должны быть плотно закрыты.

Путь свободного качения (выбег) автомобиля определяют с установившейся скоростью 50 км/ч до полной остановки при двух заездах во взаимно противоположных направлениях. Для замера

выбега при движении автомобиля у мерной линии необходимо быстро включить сцепление и немедленно перевести рычаг переключения передач в нейтральное положение. Выбег технически исправного автомобиля должен составлять не менее 450 м.

### **2.3.1. Определение тяговых качеств автомобиля**

Тяговые качества проверяют путем определения максимальной скорости автомобиля. Для определения максимальной скорости проводятся заезды на высшей передаче сходу на мерном участке длиной 1 км. Разгон должен быть достаточным для достижения автомобилем к моменту въезда на мерный участок установившейся максимальной скорости. Время прохождения автомобилем мерного участка устанавливают по секундомеру, который включают и выключают в моменты прохождения мимо километровых столбов, ограничивающих мерный участок. За действительное значение максимальной скорости автомобиля принимают среднее арифметическое из скоростей, полученных при двух заездах во взаимно противоположных направлениях, выполненных непосредственно один за другим.

Для полноты оценки тяговых качеств следует проверить время разгона автомобиля с места до достижения скорости 100 км/ч с последовательным переключением передач при тех же условиях, что и в предыдущем случае (тепловое состояние двигателя, нагрузка автомобиля, дорога, атмосферные условия и др.). Автомобиль разгоняют с места на первой передаче энергичным нажатием на педаль управления дроссельной заслонкой. Троганье с места должно быть плавным. Передачи переключают быстро и бесшумно в самых выгодных режимах. Замеры выполняют в обоих направлениях участка, причем оба замера следуют непосредственно один за другим. По результатам замеров подсчитывают среднее время. Полученные данные сравнивают с технической характеристикой, указанной в руководстве по эксплуатации.

Скорость автомобиля определяют по формуле  $V = 3600/T$ , где  $T$  — время прохождения километрового мерного участка в се-

кундах. Снижение максимальной скорости автомобиля на 10 % и увеличение времени разгона на 15 % при исправной ходовой части указывает на недостаточную мощность двигателя и на необходимость устранения отдельных неисправностей или ремонта двигателя.

### **2.3.2. Проверка экономических качеств автомобиля**

Эксплуатационный расход топлива является одним из параметров, характеризующих общее техническое состояние двигателя. В большой степени он зависит от дорожных и климатических условий, режима движения (скорость, нагрузка, дальность и частота поездок) и совершенства вождения автомобиля (квалификация водителя). В связи с этим по эксплуатационному расходу топлива нельзя с достаточной объективностью судить о техническом состоянии автомобиля и, тем более, о техническом состоянии двигателя, т. к. на расход топлива существенно влияет состояние ходовой части автомобиля.

Объективным показателем технического состояния двигателя служит контрольный расход топлива. Замер контрольного расхода заключается в определении расхода топлива (1 л на 100 км) при скорости движения автомобиля 90 км/ч с технически исправной ходовой частью при соблюдении условий испытаний, изложенных выше. Измерение выполняют на участке дороги длиной не менее 5 км при постоянной скорости в двух противоположных направлениях движения, не менее чем по два раза в каждом направлении. При этом топливо в карбюратор следует подавать из специальных мерных колб. Замеры проводятся лишь после того, как полностью установится нормальный тепловой режим двигателя.

Подсчитанный расход относится к заданной скорости. Действительная скорость не должна отличаться от заданной более чем на 1 км/ч. Если контрольный расход топлива не превышает указанного в технической характеристике, это свидетельствует об исправности двигателя.

### 2.3.3. Определение расхода масла

Эксплуатационный расход масла двигателем обычно замеряют за время пробега автомобиля между заменами масла в режимах движения, характерных для нормальной эксплуатации. Расход масла определяют взвешиванием до и после пробега с учетом доливок. Масло сливают в горячем состоянии (не ниже 60 °С) при открытой маслосливной горловине в течение 10 минут для полного стекания масла со стенок картера. При сливе и заливе масла автомобиль должен находиться в горизонтальном положении. Можно также замерить расход масла путем определения убыли масла в системе, дополняя его до первоначального уровня (до верхней риски маслоизмерителя) из заранее взвешенной емкости.

Расход масла вычисляется как среднее значение за пробег и выражается в граммах на 100 км пути:  $Q = 100(Q_1 - Q_2 + Q_3)/L$ , где  $Q_1$  — залитое в картер двигателя масло, г;  $Q_2$  — слитое из картера масло, г;  $Q_3$  — долившее масло за период проверки, г;  $L$  — пробег за период проверки (обычно между двумя сменами масла), км.

При необходимости определения расхода масла за более короткое время эксплуатации автомобиля можно ограничиться пробегом 200 км (не менее) при режиме равномерного движения со скоростью 70–80 км/ч.

На протяжении срока службы двигателя, начиная с момента обкатки, расход масла не остается постоянным. Постепенно снижаясь за период обкатки двигателя, расход масла стабилизируется после пробега 5–6 тыс. км и не превышает 60 г на 100 км. После пробега 45–50 тыс. км расход масла начинает постепенно возрастать. Двигатель требует ремонта, если расход масла на 100 км пути превышает 130 г. В этом случае, как правило, необходима замена изношенных компрессионных и маслосъемных поршневых колец новыми. Увеличение расхода масла может быть также следствием закоксовывания (потери подвижности) поршневых колец и увеличенного зазора между втулкой и стержнем впускных клапанов.

### 2.3.4. Проверка компрессии в цилиндрах двигателя

Компрессию в цилиндрах двигателя проверяют при помощи компрессометра. Перед измерением следует проверить правильность зазора в клапанах и при необходимости отрегулировать его (регулировка клапанов осуществляется на холодном двигателе). Компрессию замеряют на прогретом двигателе, поэтому целесообразно выполнять замер сразу после очередной поездки на автомобиле.

Для измерения следует вывернуть свечи зажигания и полностью открыть воздушную и дроссельную заслонки (нажав на педаль газа). После этого резиновый наконечник компрессометра необходимо вставить в отверстие свечи первого цилиндра, плотно прижимая наконечник к кромке отверстия, создавая уплотнения и вращая коленчатый вал двигателя стартером до тех пор, пока давление в цилиндре не перестанет увеличиваться (но не более 10–15 сек). При этом аккумуляторная батарея должна быть полностью заряжена, чтобы обеспечить частоту вращения коленчатого вала двигателя не менее 300 оборотов в минуту.

Зафиксировав значение максимального давления в цилиндре, следует выпустить воздух из компрессометра и, после возвращения его стрелки в нулевое положение, проверить таким же образом компрессию поочередно в остальных цилиндрах.

Компрессия в цилиндрах нормально работающего двигателя колеблется в весьма широких пределах: 7–14 кг/с на см<sup>2</sup>. При этом давление в разных цилиндрах не должно отличаться более чем на 1 кг на см<sup>2</sup>.

Компрессия существенно зависит от теплового состояния двигателя и от частоты вращения коленчатого вала во время замера. Поэтому к замеру компрессии прибегают для уточнения причины ранее обнаруженной неисправности, но само полученное значение компрессии не может служить основанием для ремонта двигателя. При обнаружении падения мощности двигателя замер компрессии может указать цилиндр, в котором при значительном

снижении компрессии можно предполагать неисправность: неплотную посадку головок клапанов к седлам, поломку или пригорание («залегание») поршневых колец, плохое уплотнение между торцом цилиндра и головкой цилиндров.

Для уточнения причины неисправности следует залить в цилиндр 15–20 см<sup>3</sup> чистого масла для двигателя и вновь замерить компрессию. Более высокие показания компрессометра в этом случае чаще всего свидетельствуют о пригорании поршневых колец. Если же компрессия остается без изменений, это указывает на неплотное прилегание головок клапанов к их седлам или на плохое уплотнение между торцом цилиндра и головкой.

### 2.3.5. Проверка технического состояния по шумности работы

По шумности работы двигателя при достаточном навыке можно судить о его техническом состоянии. На слух могут быть выявлены увеличенные зазоры в сопряжениях, случайные поломки и ослабление крепежных деталей. Важно запомнить шум нормально работающего двигателя. Однако если сравнительно нетрудно обнаружить повышенную шумность или какой-либо стук в двигателе, то определить место стука и его причины удастся лишь опытным механикам, имеющим необходимые навыки.

При нормальном качестве топлива и правильной установке зажигания стуки в двигателе могут возникнуть по следующим причинам:

- значительное увеличение зазоров в подшипниках коленчатого и распределительного валов в результате износа их шеек, вкладышей и втулок (рис. 2.44);
- значительное увеличение зазора между поршнями и стенками цилиндров при их износе (рис. 2.45);
- увеличение зазоров в сопряжениях поршневых пальцев с бобышками поршней и с втулками верхних головок шатунов (рис. 2.46 и 2.47);

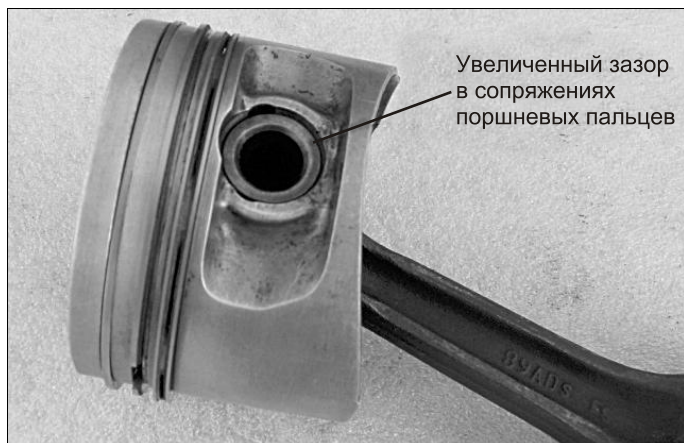
- ❑ увеличение зазоров между клапанами и толкателями (коромыслами) (рис. 2.48);
- ❑ значительный износ распределительных шестеренок;
- ❑ большой осевой зазор коленчатого вала при износе упорных шайб коренного подшипника (рис. 2.49).



**Рис. 2.44.** Зазоры в подшипниках



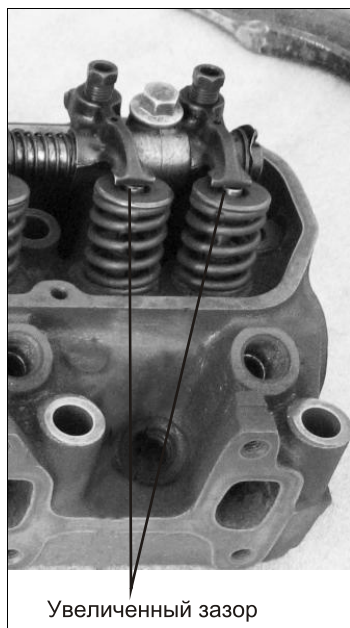
**Рис. 2.45.** Зазор между поршнями и стенками цилиндров



**Рис. 2.46.** Зазор в сопряжениях поршневых пальцев



**Рис. 2.47.** Зазор во втулках верхних головок шатунов



**Рис. 2.48.** Зазор между клапанами и толкателями



Большой осевой зазор коленчатого вала при износе упорных шайб

**Рис. 2.49.** Зазор коленчатого вала при износе упорных шайб

Резкий металлический стук на всех режимах работы двигателя указывает на увеличение зазоров в поршневых пальцах. Усиление стука при резком увеличении оборотов означает износ коренных или шатунных подшипников коленчатого вала. Стуки, относящиеся к деталям газораспределительного механизма, имеют частоту, вдвое меньшую, чем детали кривошипно-шатунного механизма. При выплавке подшипника резкий непрерывный стук сопровождается падением давления масла. Причины и места стука определяются на слух или с помощью стетоскопа. С целью поддержания постоянной технической исправности и работоспособности автомобиля очень важно своевременно выявлять стук во всех механизмах и узлах автомобиля.

## 2.4. Неисправности и их устранение

Прежде чем приступить к поиску возможной неисправности в двигателе, необходимо определить его вид: бензиновый или дизельный, карбюраторный или инжекторный. У инжекторного

двигателя следует выяснить, какой системой впрыска топлива он оснащен. Затем необходимо убедиться в наличии топлива в топливном баке (это относится к любому типу двигателя).

## **2.4.1. Неисправности карбюраторного двигателя**

### **Двигатель не заводится или плохо запускается**

- ☐ пуст топливный бак;
- ☐ аккумуляторная батарея разряжена (двигатель вращается медленно);
- ☐ ослабли либо разрушены коррозией соединения клемм аккумулятора;
- ☐ топливо не поступает в карбюратор;
- ☐ неисправна воздушная заслонка;
- ☐ неисправны элементы распределителя-прерывателя;
- ☐ недостаточная компрессия в цилиндрах;
- ☐ неправильно отрегулированы клапаны (клапанные зазоры);
- ☐ вода в топливе;
- ☐ неисправна катушка зажигания;
- ☐ засорены жиклеры карбюратора;
- ☐ наличие влаги на элементах системы зажигания;
- ☐ износ, неисправность или неправильная регулировка величины искрового промежутка свечей зажигания;
- ☐ нарушено электрическое соединение системы зажигания;
- ☐ ослабло крепление распределителя-прерывателя (сбилось опережение зажигания);
- ☐ неисправность или износ ремня (цепи) привода распределительного вала газораспределительного механизма.

Прежде всего необходимо проверить наличие топлива в топливном баке. Включите зажигание. На приборной панели включатся контрольные приборы и лампы. Если стрелка прибора уровня

топлива указывает отсутствие топлива, налейте в топливный бак небольшое количество топлива (примерно 10 л). Стрелка прибора должна подняться на соответствующее деление шкалы прибора. Покачайте автомобиль при включенном зажигании. Показания датчика будут медленно меняться, т. к. он инертен, но даже незначительное изменение свидетельствует о наличии топлива в баке и исправности датчика уровня топлива.

Попробуйте завести двигатель, несколько раз нажав на педаль акселератора (газа) до предела. Повторите попытку 2–3 раза, и, если двигатель не заводится, проверьте поступление топлива в карбюратор. Если автомобиль оборудован топливным фильтром тонкой очистки, наличие топлива можно наблюдать в нем визуально (рис. 2.50).



**Рис. 2.50.** Фильтр тонкой очистки

При отсутствии фильтра тонкой очистки снимите шланг, подающий топливо в карбюратор со штуцера карбюратора. Опустите шланг в прозрачную емкость и 2–3 секунды проверните стартером двигатель, обязательно соблюдая технику безопасности при работе с легко воспламеняющимися жидкостями (рис. 2.51). Если топливо в карбюратор не поступает, проверьте проходимость топливопровода.

Для этого снимите шланг с бензонасоса и при помощи насоса подайте в него воздух, при этом открыв пробку топливного бака



**Рис. 2.51.** Подача топлива в карбюратор

(это относится только к карбюраторным двигателям). Если воздух проходит в топливный бак — магистраль исправна и причина в топливном насосе или его приводе. Если воздух не проходит, прочистите или замените магистраль. Устранив неисправность, установите шланги на место (рис. 2.52) и попробуйте завести двигатель. Помните, что топливная магистраль пуста, поэтому для ее заполнения необходимо вращать двигатель стартером подольше.



**Рис. 2.52.** Проверка топливной магистрали

Если топливо поступает в карбюратор, но двигатель не заводится, проверьте наличие искры на свечах зажигания. Для этого при помощи свечного ключа необходимо выкрутить свечи и осмотреть их. Неисправные свечи замените новыми.

Соедините исправную свечу резьбовой частью с массой автомобиля и оденьте силовой провод на ее наконечник. Включите ключом зажигания стартер и наблюдайте за пространством между электродами свечи. Таким же образом проверьте остальные свечи поочередно — это поможет избежать ошибки в порядке работы цилиндров, а также выявить неисправность высоковольтных проводов или катушки зажигания.

При наличии искры установите свечи на свои места, оденьте высоковольтные провода и проверьте правильность их установки в соответствии с порядком работы цилиндров двигателя.

Если двигатель не заводится, необходимо проверить карбюратор. Снимите воздушный фильтр, влейте под воздушную заслонку небольшое количество бензина (не более 5 мл, иначе возможен гидроудар!) и заводите двигатель. Если двигатель завелся и заглох — причина неисправности установлена. Необходимо заняться профилактикой карбюратора.

## **Двигатель не вращается при запуске**

- ☐ проверьте крепление клемм к аккумуляторной батарее. Причиной отсутствия контакта может быть коррозия;
- ☐ аккумуляторная батарея разряжена или неисправна;
- ☐ повреждена или плохо присоединена электропроводка цепи запуска;
- ☐ шестерни стартера зажаты в зубчатом венце маховика;
- ☐ неисправен электромагнит стартера (втягивающее реле);
- ☐ неисправен электродвигатель стартера;
- ☐ неисправна контактная группа замка зажигания;
- ☐ неисправен двигатель.

Если автомобиль оборудован автоматической коробкой перемены передач, установите селектор в положение «парковка» или «нейтраль». Вначале убедитесь в исправности двигателя. Для этого необходимо при помощи ключа провернуть коленчатый вал по часовой стрелке. Сделав два оборота, удостоверьтесь, что вал не заклинен и вращается. Возникающее при вращении сопротивление и попытка вала повернуться в обратную сторону — нормальное явление (при вращении в цилиндре происходит сжатие).

Затем проверьте состояние аккумулятора.



#### **ПРИМЕЧАНИЕ**

Все ремонтные операции, связанные с электрическими цепями, производятся только с отключенным аккумулятором.

Разряженный аккумулятор не позволит стартеру включить втягивающее реле и провернуть двигатель. Проверьте клеммы и контакты аккумуляторной батареи. Если при повороте ключа зажигания слышны частые щелчки вместо характерного звука вращения стартера — аккумулятор требует зарядки или замены.



#### **ПРИМЕЧАНИЕ**

Если автомобиль оснащен кодовым радиоприемником, после повторной установки аккумулятора необходимо вновь ввести код.

Аккумулятор полностью заряжен, но двигатель не вращается — необходимо проверить стартер. Снимите стартер с двигателя, расположите на удобном месте и при помощи проводов для «прикуривания» проверьте вначале работу электродвигателя. Для этого одним проводом соедините плюсовую клемму аккумулятора с плюсовым контактом стартера (рис. 2.53). Второй провод укрепите одним концом на минусовой клемме аккумулятора, а другим концом аккуратно прикоснитесь к корпусу стартера. Исправный электродвигатель начнет свободно, без заеданий вращаться.

Далее необходимо проверить работу втягивающего реле. Для этого, используя те же провода, соедините плюсовую клемму аккумулятора с плюсовым управляющим контактом втягивающего

реле (рис. 2.53). Вторым проводом, соединенным одним концом с минусовой клеммой аккумулятора, аккуратно коснитесь корпуса стартера — при этом слышен отчетливый одиночный щелчок.



**Рис. 2.53.** Стартер

После этого проверьте работу всего стартера. Подключите плюсовой провод к плюсовому контакту втягивающего реле (рис. 2.53). Раздастся отчетливый щелчок, включится электродвигатель стартера и муфта включения выдвинется вперед. При обнаружении неисправности необходимо заменить или отремонтировать стартер.

### **Стартер работает, но двигатель не вращается**

- ☐ заедание шестерни стартера;
- ☐ изношены или сломаны зубья шестерни стартера или зубья зубчатого венца маховика;
- ☐ не работает или плохо работает муфта стартера.

Для обнаружения неисправности необходимо начать с проверки затяжки крепления стартера, затем убедиться, что двигатель вра-

щается — для этого при помощи гаечного ключа проверните коленчатый вал на два оборота. Рычаг коробки переключения передач должен находиться в нейтральном положении.

Если вал проворачивается, вставляйте ключ зажигания в замок и включайте стартер. По звуку работы стартера можно определить характер неисправности. Например, если при включении стартера слышен звук работы без нагрузки — быстро и легко вращающийся электродвигатель — неисправна муфта включения или ее привод. Снимите стартер с двигателя, разберите его и замените неисправные детали или весь стартер целиком.

Стук и скрежет при включении стартера сигнализируют об изношенности или поломке зубьев шестерни стартера или зубчатого венца маховика. Снимите стартер и внимательно осмотрите шестерню стартера (рис. 2.54). Зубчатый венец маховика осматривайте, постепенно проворачивая коленчатый вал. Поврежденные детали замените.



Рис. 2.54. Муфта стартера

## Двигатель запускается и немедленно глохнет

- ослабли или неисправны соединения на прерывателе-распределителе, катушке зажигания или генераторе;

- ❑ нарушена герметичность поверхностей прокладок впускного трубопровода или корпуса дросселя;
- ❑ недостаточное поступление топлива.

Устранение неисправности начинайте с проверки вакуумных шлангов — они все должны стоять на своих местах. Если, к примеру, шланг вакуумного усилителя отсоединен от впускного коллектора или поврежден, двигатель при запуске будет глохнуть из-за недостатка топлива, поступающего во впускной коллектор за счет разрежения. Чтобы проверить шланг, отсоедините его от впускного коллектора, а отверстие закройте подходящим предметом (помните: во впускном коллекторе создается достаточное разрежение, способное затянуть плохо закрепленный предмет). Если двигатель завелся и не глохнет — причина в неисправности трубопровода усилителя тормозов. Необходимо заменить шланг, т. к. вакуумный усилитель тормозов не будет работать, а эксплуатация автомобиля с неисправными тормозами запрещена.

Причиной также может оказаться разрушенная прокладка впускного коллектора или прокладки карбюратора. Как правило, эта неисправность проявляется не сразу — по мере увеличения площади разрушения прокладки двигатель постепенно начинает работать все более неустойчиво. Необходимо установить место разгерметизации. Для этого заведите двигатель и опрыскайте прокладки впускного коллектора спреем, например, wd-40.

Если работа двигателя стабилизировалась — причина в повреждении прокладки впускного коллектора. При отсутствии изменений в работе двигателя повторите эту же процедуру с другими прокладками и штуцерами, расположенными на впускном коллекторе.

## **Систематические перебои в работе одного или нескольких цилиндров**

- ❑ повреждение изоляции проводов высокого напряжения;
- ❑ плохой контакт провода низкого напряжения, идущего от катушки зажигания к прерывателю-распределителю;

- ☐ замасливание контактов прерывателя-распределителя;
- ☐ подгорание контактов или недостаточный зазор между ними;
- ☐ неисправность свечи (увеличенный зазор между электродами, повреждение изолятора);
- ☐ пробой на массу наконечника свечи;
- ☐ переобогащение или переобеднение смеси;
- ☐ неисправность прерывателя-распределителя зажигания (износ втулок валика, неравномерный износ кулачка распределителя, износ оси подвижного контакта или текстолитовой подушки, отсутствие контакта на массу).

Вначале установите, в работе какого цилиндра возникает перебой. Для этого заглушите двигатель, снимите наконечник высоковольтного провода со свечи зажигания (свечу не выкручивайте), в снятый наконечник вставьте любую исправную свечу зажигания и резьбовой частью соедините ее с массой автомобиля (рис. 2.55). Одновременно проверьте наличие искры.



**Рис. 2.55.** Поиск цилиндра, работающего с перебоями

Эта операция необходима, в противном случае возможно повреждение системы зажигания. Заведите двигатель. Отсутствие из-

менений в его работе указывает на то, что именно в этом цилиндре происходит пропуск зажигания. Если двигатель затрясло еще больше, оденьте наконечник высоковольтного провода обратно на свечу и продолжайте проверку других цилиндров.

Определив цилиндр, в котором происходит пропуск зажигания, замените свечу и высоковольтный провод.

## **Двигатель перегревается (течь отсутствует)**

- ☐ ослабло натяжение ремня привода вентилятора (у вентиляторов с механическим приводом);
- ☐ не работает вентилятор радиатора;
- ☐ низкий уровень охлаждающей жидкости;
- ☐ повреждена проводка вентилятора охлаждения радиатора;
- ☐ радиатор не обеспечивает циркуляцию охлаждающей жидкости;
- ☐ не работает насос (помпа);
- ☐ наружная поверхность радиатора загрязнена;
- ☐ неправильно работает термостат;
- ☐ подтекает охлаждающая жидкость;
- ☐ слишком раннее или позднее зажигание;
- ☐ обеднение смеси за счет подсоса воздуха в местах присоединения впускного коллектора к головке блока цилиндров, карбюратора к впускному коллектору (при этом наблюдается неустойчивая работа на холостом ходу);
- ☐ обильное нагарообразование в камере сгорания, ухудшение теплообмена;
- ☐ несоответствие бензина, рекомендованного инструкцией по эксплуатации автомобиля.

Начните с проверки уровня охлаждающей жидкости и натяжения ремня привода помпы. При легком нажатии на ремень он должен прогибаться примерно на 5 мм. Ослабленный ремень необходимо подтянуть. Прежде чем приступить к натяжке ремня, ознакомь-

тесь с инструкцией по эксплуатации автомобиля, т. к. на многих современных автомобилях используются одноразовые ремни, установка которых требует специального приспособления.

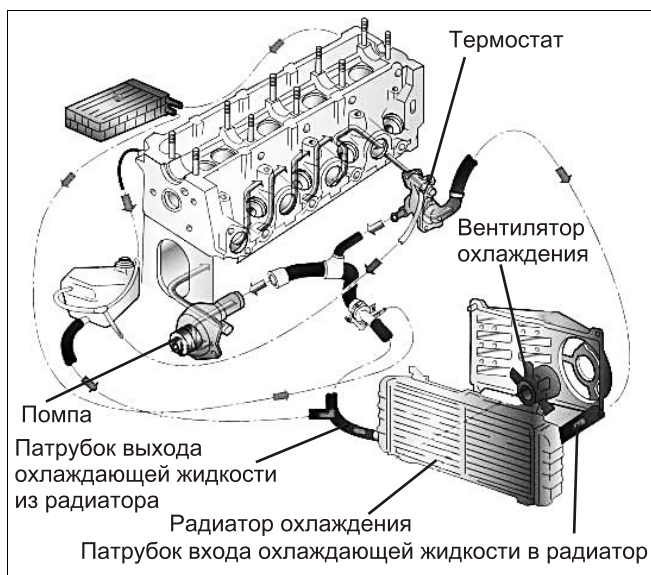
Далее проверьте работоспособность вентилятора системы охлаждения, работу термостата, исправность датчика температуры охлаждающей жидкости и радиатора. Проверьте уровень моторного масла и охлаждающей жидкости; при необходимости долейте их до нормального уровня.

Заведите автомобиль и следите за показаниями приборов на приборной панели. Прогрейте двигатель до рабочей температуры. Включите обогрев салона — теплый воздух должен поступать в салон. Выключите обогрев.

В автомобиле, оборудованном кондиционером, проверьте работоспособность вентилятора радиатора. Включите кондиционер — вентилятор радиатора начнет работать. Если этого не произошло, следовательно, неисправен либо вентилятор, либо кондиционер. При наличии у вентилятора автономного соединителя, отключите его, предварительно заглушив двигатель. Проверьте работу вентилятора от источника питания напряжением 12 вольт. Если вентилятор работает — восстановите соединение. Неработающий вентилятор замените.

Далее проверьте исправность термостата и радиатора системы охлаждения. Заведите двигатель и прогрейте до рабочей температуры. Охлаждающая жидкость в это время циркулирует по малому кругу, и при дальнейшем нагреве двигателя должен открыться термостат. Это можно проверить, прикоснувшись к впускному и выпускному патрубкам радиатора. Холодные патрубки указывают на то, что охлаждающая жидкость в радиатор не поступает, т. е. термостат закрыт. Если температура двигателя растет, а патрубки и радиатор остаются холодными, следовательно, термостат неисправен. Замените его.

После замены термостата прогрейте двигатель. Если впускной патрубок нагрелся, значит термостат открылся, и горячая жидкость начала поступать в радиатор для охлаждения (рис. 2.56, см. также на цветной вклейке рис. ЦВ 2.56).



**Рис. 2.56.** Циркуляция охлаждающей жидкости

Затем необходимо проверить исправность радиатора. Он должен быть нагрет равномерно по всей поверхности. Неравномерный нагрев означает, что часть трубок засорена и не пропускает охлаждающую жидкость, что снижает эффективность охлаждения. В этом случае требуется промывка либо замена радиатора. Не забывайте периодически очищать обдуваемую поверхность радиатора от пыли и посторонних предметов.

Если исправный вентилятор радиатора не включается при горячем двигателе, причина в датчике включения вентилятора, который следует заменить.

## Двигатель не развивает полной мощности

- ☐ неполное открытие дроссельной заслонки карбюратора при нажатии до упора педали управления дроссельной заслонкой;
- ☐ загрязнение воздушного фильтра;

- ☐ несоответствие начального момента зажигания применяемому бензину;
- ☐ неисправность вакуумного или центробежного регуляторов прерывателя-распределителя;
- ☐ заедание или малое выступание штанги привода топливного насоса;
- ☐ пропуск диафрагмы насоса или нарушение герметичности клапанов;
- ☐ нарушение нормального состава горючей смеси;
- ☐ образование чрезмерного слоя нагара на стенках камеры сгорания, головках клапанов, днищах поршней вследствие систематической езды на малых скоростях или в результате избыточного проникания масла в камеру сгорания;
- ☐ недостаточная компрессия в цилиндрах двигателя.

Начинать устранение неисправности следует с анализа событий, предшествующих ее появлению. Среди них могут быть заправка, замена свечей зажигания, топливного фильтра, топливного шланга и т. д. — все это может вызвать снижение мощности двигателя, поэтому не торопитесь его разбирать.

Для начала снимите крышку воздушного фильтра, проверьте его состояние. У засорившегося бумажного фильтра следует заменить фильтрующий элемент (рис. 2.38); у масляного фильтра достаточно промыть корпус, фильтрующую набивку и залить свежее моторное масло (рис. 2.37).

Далее необходимо проверить привод воздушной заслонки. Для этого снимите тросик привода дроссельной заслонки (кроме заслонок, оснащенных электрическим приводом). Проверьте рычаг дроссельной заслонки, и если заслонка свободно, без заеданий перемещается на полный ход, заведите двигатель. Перемещая дроссельную заслонку рукой, проверьте, как реагирует двигатель, достаточно ли быстро он изменяет обороты. Если двигатель в норме, проверьте тросик привода дроссельной заслонки.

На некоторых автомобилях установлен карбюратор с автоматическим прогревом двигателя — он также нуждается в проверке.

Механизмы прогрева бывают двух типов: механический и электрический. Механический представляет из себя алюминиевый корпус с входным и выходным патрубками, через которые проходит охлаждающая жидкость. На его внутренней стенке расположена биметаллическая спираль, которая разжимается при нагреве и сжимается при охлаждении — таким образом она оказывает воздействие на воздушную дроссельную заслонку. Электрический механизм прогрева двигателя представляет собой шаговый электродвигатель, воздействующий на рычаг привода дроссельной заслонки. По мере изменения температуры двигателя шток электромеханизма увеличивает или уменьшает число оборотов двигателя. Как правило, шаговый электродвигатель устанавливается на автомобили, оборудованные гидроусилителями рулевого управления.

Затем следует проверить свечи зажигания. Удостоверьтесь, что они соответствуют инструкции по эксплуатации. Проверьте качество искры. При слабой искре свечи необходимо заменить.

Неустойчивую работу двигателя может вызывать нарушенная герметичность уплотнения фланцев коллектора, прилегающих к головке блока цилиндров. Для этого при работающем двигателе распылите спрей для промывки карбюратора на прокладки карбюратора и впускного коллектора. Если потряхивание двигателя прекратилось, значит, проникающий через прокладку воздух обедняет горючую смесь.



### **ПРИМЕЧАНИЕ**

Будьте осторожны: жидкость для промывки карбюратора пожароопасна!

Снижение мощности может быть также вызвано обильным нагарообразованием в камере сгорания и клапанах. Эта проблема, как правило, возникает во время частых коротких поездок с небольшой скоростью. Рекомендуется периодически выезжать на загородную трассу, чтобы проехаться «с ветерком». При этом нагар отслаивается от стенок цилиндров камеры сгорания и вылетает в выпускную трубу.

Помимо этого необходимо проверить компрессию в цилиндрах двигателя (процедура подробно описана в *разд. 2.3.4 главы 2*).

Все перечисленные выше способы помогают выявить возможные неисправности, не прибегая к разборке двигателя.

## Течь масла через уплотнения

В современном автомобиле применяется множество уплотнений. Со временем они изнашиваются, и через них начинает подтекать масло. Основные детали, способные пропускать масло:

- ☐ передний сальник коленчатого вала;
- ☐ задний сальник коленчатого вала;
- ☐ передняя крышка двигателя;
- ☐ прокладка клапанной крышки;
- ☐ прокладка поддона картера;
- ☐ сальник распределителя-прерывателя (если автомобиль им оборудован);
- ☐ прокладка масляного фильтра.

Прежде чем приступить к поиску течи, вымойте двигатель и дайте ему поработать, чтобы появились свежие следы масла. Удостоверьтесь, что подтекает именно моторное масло, т. к. возможна утечка других технических жидкостей: охлаждающей, тормозной, трансмиссионного масла. Потеря двигателем моторного масла может привести к его необратимой поломке, поэтому при обнаружении течи ее необходимо устранить. На рис. 2.57 изображен двигатель, в котором в результате бесконтрольной утечки масла произошел обрыв шатуна и, как следствие, разрушение блока цилиндров (рис. 2.58).

На следующих рисунках представлены наиболее часто встречающиеся места утечки моторного масла:

- ☐ прокладка поддона картера (рис. 2.59);
- ☐ прокладка масляного фильтра (рис. 2.60);
- ☐ прокладка клапанной крышки (рис. 2.61);



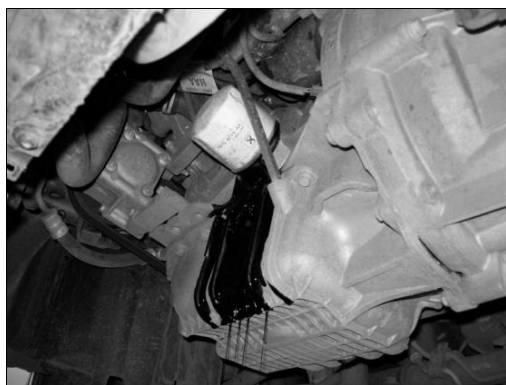
**Рис. 2.57.** Обрыв шатуна



**Рис. 2.58.** Разрушение блока цилиндров



**Рис. 2.59.** Течь прокладки поддона картера

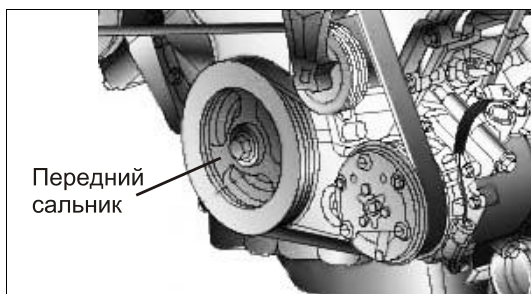


**Рис. 2.60.** Течь прокладки масляного фильтра



**Рис. 2.61.** Течь прокладки клапанной крышки

- ☐ передний сальник коленчатого вала (рис. 2.62);
- ☐ задний сальник коленчатого вала;
- ☐ датчик давления (рис. 2.63);



**Рис. 2.62.** Течь прокладки переднего сальника коленчатого вала



**Рис. 2.63.** Течь датчика давления

- ☐ сальники распределительного вала (рис. 2.64), если привод распредвала осуществляется от зубчатого ремня.

В случае цепного привода распредвала необходимо проверить прокладку передней крышки двигателя, которая закрывает приводную цепь. Также обратите внимание на прокладку клапанной крышки двигателей с двумя распределительными валами, т. к.

в средней части клапанной крышки находятся отверстия для свечей зажигания. Снимите наконечники свечей зажигания (не тяните за провода, чтобы их не повредить) и загляните в свечные колодцы. При наличии в колодцах моторного масла свечи не выкручивайте, иначе масло попадет в цилиндры, и при запуске может произойти гидроудар, что приведет к поломке двигателя.



**Рис. 2.64.** Течь сальников распределительных валов

Если в результате визуального осмотра течь не обнаружена, можно предположить, что масло уходит через прокладку головки блока цилиндров в рубашку охлаждения или цилиндр, либо попадает в цилиндр через маслосъемные кольца.

На рис. 2.65 показана течь масла через прокладку бензонасоса.

Если масло вытекает через контрольное отверстие, необходимо заменить бензонасос, т.к. через поврежденную диафрагму топливо начнет попадать в картер, что приведет к поломке двигателя.

Автомобиль, оборудованный инжекторным двигателем, целесообразнее обслуживать и ремонтировать на станции техобслужи-



**Рис. 2.65.** Течь прокладки бензонасоса

вания официального дилера, поскольку на таких СТО имеется вся необходимая документация по процедуре диагностики и ремонту конкретного автомобиля в зависимости от года и месяца выпуска и комплектации.

Принимая автомобиль на обслуживание или ремонт, персонал станции обязательно проверит, устранены ли все замечания, выявленные на данной модели любого года выпуска, и при необходимости неисправности будут устранены за счет завода-изготовителя (это относится и к автомобилям иностранного производства, независимо от того, на каком континенте находится завод).

То же можно сказать об автомобилях, оборудованных дизельными двигателями. Современные дизельные двигатели оснащены турбонаддувом, поэтому необходимо строго соблюдать правила пуска двигателя и его остановки, предписанные инструкцией по эксплуатации. Соблюдение этих правил существенно увеличит срок службы турбины и сэкономит значительные финансовые средства.

## Глава 3



# Электрооборудование

## 3.1. Общие сведения

Электрическая энергия на автомобиле применяется для зажигания рабочей смеси в цилиндрах бензиновых двигателей, для пуска двигателя электрическим стартером, освещения, звуковой и световой сигнализации, а также для питания различного дополнительного оборудования и контрольно-измерительных приборов.

Атом, мельчайшая частица простого вещества, состоит из положительно заряженного ядра и отрицательно заряженных электронов, вращающихся по орбитам вокруг ядра. Положительный заряд ядра и отрицательные заряды электронов при обычном состоянии вещества уравнивают друг друга.

У некоторых веществ, например металлов, один или несколько электронов в атоме слабо связаны с ядром и легко покидают пределы атома, если на них действует посторонняя электрическая сила. Эти электроны называются свободными. Если в одном теле имеется избыток электронов, а в другом их недостаток, то, соединив эти тела проводником, получим в нем непрерывное движение свободных электронов. Такое движение свободных электронов, совершаемое под действием электрических сил и имеющее определенное направление, называется электрическим током.

Для получения электрического тока необходимо наличие источника тока и замкнутой электрической цепи. Источниками электрического тока называются приборы, в которых один из видов энергии (химической или механической) преобразуется в электрическую энергию. Источниками тока на автомобиле являются аккумуляторная батарея, в которой химическая энергия преобразуется в электрическую, и генератор, преобразующий механическую энергию в электрическую.

Электрические свойства тел зависят от того, насколько тесно связаны электроны атома с его ядром. Тела со слабой связью, у которых имеются свободные электроны, хорошо проводят электричество и называются проводниками. К ним относятся все металлы (особенно серебро, медь и алюминий), уголь, кислоты и щелочи. Тела, у которых эта связь сильна, не проводят электричество и называются непроводниками, или изоляторами. К ним относятся резина, эбонит, слюда, фибра, парафин и др.

Замкнутая цепь, по которой течет электрический ток, называется электрической цепью. Различают цепь внутреннюю — в самом источнике тока, и внешнюю, состоящую из проводников, потребителей тока и контрольно-измерительных приборов.

В каждом источнике постоянного тока различают два полюса: положительный, обозначаемый знаком плюс, и отрицательный, обозначаемый знаком минус.

Электрический ток — это направленное движение свободных электронов в замкнутой электрической цепи. Направление движения потока электронов осуществляется в источнике напряжения от стороны с избытком электронов (–) к стороне с недостатком электронов (+) и называется физическим направлением тока. На практике применяют техническое направление тока, которое осуществляется от плюса к минусу.

Сила тока определяется количеством электронов, которые за одну секунду проходят через проводник в точке измерения. Сила тока измеряется в амперах (А) и в формулах и уравнениях обозначается буквой «i».

Причина, вызывающая направленное перемещение электронов в замкнутой цепи, называется электродвижущей силой (ЭДС). ЭДС

источника тока представляет собой разность количества электронов на полюсах источника тока (разность потенциалов). Часть ЭДС источника тока, затрачиваемая на преодоление сопротивления во внешней цепи, называется напряжением. Напряжение на полюсах источника тока меньше его ЭДС на величину, затраченную на преодоление сопротивления во внутренней цепи самого источника тока.

При прохождении тока по проводнику часть энергии затрачивается на преодоление сопротивления и превращается в тепло. Единицей сопротивления проводников является ом. За один ом принимают сопротивление ртутного столба высотой 106,3 см с поперечным сечением в  $1 \text{ мм}^2$  при  $0^\circ\text{C}$ .

Сопротивление проводника зависит от его геометрических размеров: чем больше длина проводника, тем выше его сопротивление; чем больше поперечное сечение, тем меньше сопротивление. Кроме того, сопротивление зависит от материала проводника. Сопротивление металлических проводников при нагревании увеличивается, а у таких проводников, как уголь и электролиты, с увеличением температуры сопротивление понижается.

За единицу измерения количества электричества принят кулон (К) — такое количество электричества, при прохождении которого через водный раствор азотнокислотного серебра выделяется на отрицательном электроде 1,118 мг чистого серебра.

За единицу электрического тока принято количество электричества в один кулон, проходящее через поперечное сечение проводника в одну секунду. Кулон в секунду — это ампер (А). Прибором для измерения электрического тока служит амперметр.

Единицей измерения напряжения и ЭДС является вольт (В). Напряжение в 1 вольт — это напряжение, которое в проводнике с сопротивлением в 1 Ом поддерживает ток в 1 А. Прибор для измерения напряжения называется вольтметром.

Зависимость между силой тока, напряжением и сопротивлением на участке цепи выражена законом Ома: сила тока на участке цепи прямо пропорциональна напряжению и обратно пропорциональна сопротивлению. Работа, производимая электрическим то-

ком, определяется произведением силы тока в амперах на напряжение в вольтах и на время в секундах. За единицу работы принята ватт-секунда, которая представляет собой произведение тока силой в 1 А при напряжении 1 В в секунду.

Мощность тока равна работе, которую производит ток в 1 секунду, т. е. равна произведению силы тока и напряжения. Единицей мощности является ватт (Вт), т. е. мощность при силе тока в 1 А при напряжении в 1 В.

Источники тока и различные потребители могут быть соединены между собой последовательно или параллельно. При последовательном соединении потребителей весь ток проходит через каждый потребитель, а при параллельном ток разветвляется и подходит к каждому потребителю отдельно.

При последовательном соединении источников тока положительный полюс одного соединяется с отрицательным полюсом другого. При таком соединении общее напряжение будет равно сумме напряжений всех источников.

При параллельном соединении источников тока соединяют между собой их одноименные полюсы (плюс с плюсом и минус с минусом). При этом общее напряжение будет равно напряжению одного источника тока, но величина тока возрастет во столько раз, сколько источников тока соединено параллельно. Таким образом, чтобы получить большее напряжение, источники тока, например аккумуляторы, соединяют последовательно, а если при том же напряжении нужно получить большую величину тока, то их соединяют параллельно.

Для получения замкнутой цепи источники тока должны быть соединены с потребителями двумя проводами. На автомобилях применяется однопроводная система, при которой к потребителям присоединяется один провод, а другим проводом служат металлические части автомобиля, т. н. «масса».

В автомобиле все потребители включены между собой параллельно, кроме дополнительных сопротивлений, включенных последовательно некоторым потребителям. Вольтметр включается в цепь параллельно измеряемому участку, а амперметр — после-

довательно. Если на каком-либо участке электрической цепи провода (или провод с «массой») окажутся соединенными между собой или замкнутыми проводником с очень малым сопротивлением, то электрический ток в цепи сильно возрастет, что перегрузит источник тока и вызовет перегрев провода вплоть до плавления и возгорания. Такое соединение называется коротким замыканием, и для защиты от него в цепь включают предохранители.

Еще в глубокой древности было известно свойство некоторых железных руд (магнитного железняка) притягивать железо. Вблизи такого естественного магнита кусок мягкого железа намагничивается, а при удалении от него — размагничивается. Если же вместо железа к магниту поднести закаленную сталь, то сталь намагнитится и сохранит это свойство даже после удаления от магнита, став искусственным магнитом.

Не все металлы притягиваются, например, медь и некоторые другие металлы не обладают этими свойствами. Те места магнита (его концы), где обнаруживаются наиболее сильные магнитные свойства, называются полюсами магнита, а прямая, соединяющая полюса, — его осью.

Магнитные свойства металла зависят от расположения его молекул, каждая из которых представляет собой как бы маленький магнитик со своими северным и южным полюсами. При намагничивании молекулы в металле располагаются таким образом, что их северные полюса направлены в одну сторону, а южные — в другую. Если такое расположение молекул в магните нарушить нагреванием или ударом, то он потеряет магнитные свойства.

Разноименные полюса магнитов притягиваются, а одноименные — отталкиваются. Пространство вокруг магнита, в котором обнаруживается его действие на магнитную стрелку или проводник с током, называют магнитным полем, направление которого изображается замкнутыми магнитными силовыми линиями, образующими в сумме магнитный поток. Наибольшая плотность линий магнитного поля возникает у его полюсов, а направление магнитных силовых линий условно считается от северного полюса к южному.

Магнитное поле образуется также вокруг проводника, по которому пропущен ток. Если проводник свить спирально или навить на катушку, то протекающий по нему ток создаст общее магнитное поле, имеющее на концах катушки северный и южный полюсы. Если внутри такой катушки поместить сердечник из мягкой стали, то получится электромагнит, обладающий всеми свойствами магнита.

В катушке магнитные поля отдельных витков складываются, и величина магнитного поля зависит от числа витков и величины тока в обмотке. Чем больше сила тока, проходящего по виткам, и чем больше количество витков, тем сильнее магнитные свойства электромагнита.

Электромагниты на автомобиле широко используются в звуковых сигналах, электрических машинах (генератор, стартер), контрольно-измерительных приборах и т. д. Проводник с током, помещенный в магнитное поле, будет выталкиваться за пределы поля. Сила взаимодействия проводника и поля зависит от величины тока в проводнике и от интенсивности поля. На этом явлении основана работа электродвигателей и, в частности, автомобильных стартеров, а у современных автомобилей — электроприводы замков дверей, стеклоподъемников, регулировки сидений, управление дроссельными заслонками и т. д.

Если проводник перемещается в магнитном поле, пересекая магнитные линии, то в этом проводнике возникает (индуцируется) электродвижущая сила — происходит явление электромагнитной индукции, и в замкнутой цепи появляется ток. На этом принципе основана работа генератора. Величина индуцированной ЭДС зависит от числа магнитных линий, пересекаемых проводником за одну секунду, следовательно, чтобы увеличить ЭДС, необходимо повысить скорость движения проводника, его длину, интенсивность магнитного поля.

ЭДС будет индуцироваться и в том случае, когда проводник неподвижен, а перемещается поле. Таким образом, ЭДС индуцируется при всяком изменении магнитного поля вокруг проводника или катушки, т. е. при его появлении, исчезновении или изме-

нении по величине. Если две катушки поместить рядом и через одну из них пропустить меняющийся ток, магнитные линии поля этой катушки, созданные током, будут пересекать витки обмотки другой катушки и индуцировать в них ЭДС. На этом явлении взаимоиндукции основано действие индукционной катушки в системе зажигания автомобильного двигателя.

## **3.2. Диагностика и техническое обслуживание**

Система электрооборудования автомобиля состоит из источника тока и различных потребителей, обеспечивающих зажигание рабочей смеси, освещение, сигнализацию и системы управления автомобилем. Как уже было сказано ранее, источниками электрического тока на автомобиле являются аккумуляторная батарея и генератор. Генератор имеет привод от двигателя и обеспечивает электроэнергией как потребителей, так и аккумулятор.

Практически всегда для питания бортовых электропотребителей используется постоянное напряжение. На первых автомобилях использовалось напряжение 6 В, сейчас преобладает напряжение 12 В. На грузовых автомобилях и больших автобусах используются источники питания 24 В. На это необходимо обратить пристальное внимание, особенно начинающим автолюбителям: никогда не пользуйтесь бортовой электросетью грузового автомобиля для запуска легкового автомобиля!

Электрическая проводка автомобиля обычно однопроводная, в качестве второго провода используется «масса» (металлический кузов и рама) автомобиля. Это упрощает и удешевляет проводку, но не снижает ее надежности.

Электрооборудование автомобиля нуждается в техническом обслуживании. Техническое обслуживание включает в себя периодический осмотр всех видимых проводов под капотом автомобиля (в моторном отсеке) сверху и снизу. Обращайте внимание на провода, имеющие очевидные повреждения, например перетертые об острые края, движущиеся детали или ремни привода

вспомогательных агрегатов, разрушенные или зажатые между неаккуратно установленными деталями, а также оплавленные при контакте с горячим корпусом двигателя, трубками охлаждения. В большинстве случаев повреждения такого рода вызваны неправильной прокладкой проводов при сборке.

Необходимо иметь в виду: если плюсовой провод перетрется о металлическую часть кузова, то произойдет короткое замыкание, способное вызвать повреждение некоторых электронных систем или даже привести к возгоранию.

В зависимости от размера повреждения провод можно отремонтировать, соединив разорванные края или нарастив новый отрезок провода, используя припой с целью обеспечить хорошее соединение, и изолировав провод с помощью изолянты. Если повреждение обширно, для обеспечения надежности работы автомобиля предпочтительно заменить жгут проводов целиком, даже если это будет дорого стоить. Когда проводка будет восстановлена, удостоверьтесь, что жгут правильно проложен, т. е. не касается других деталей, не перетянут и не изогнут. Жгут должен быть закреплен в безопасном месте при помощи предусмотренных для этого пластмассовых зажимов, направляющих и хомутов. Проверьте все электрические разъемы, каждый из которых должен быть очищен, надежно закреплен и зафиксирован пластмассовой защелкой или хомутом. Если разъем сильно загрязнен, либо на нем имеются следы коррозии в виде белых или зеленых отложений или ржавчины, его следует отсоединить и очистить с помощью очистителя электрических контактов. Если штырьки или гнезда разъема сильно корродированны, разъем следует заметить, что подразумевает также замену целой секции жгута.

Если очиститель полностью удаляет следы коррозии, то, чтобы привести разъем в удовлетворительное состояние, необходимо упаковать его в соответствующий материал, который предотвратит попадание влаги и грязи.

Проверьте состояние клемм аккумуляторной батареи. При обнаружении неисправности, устраните ее. Проверьте также провода заземления в моторном отсеке, обеспечивающие хороший кон-

такт двигателя, коробки перемены передач, стартера с кузовом автомобиля и с минусовой клеммой аккумуляторной батареи.

Проверьте высоковольтные провода, и если они имеют повреждения, замените их на новые. Обратите внимание на катушку зажигания. На рис. 3.1 изображена катушка, которая устанавливалась на более ранних автомобилях; на современных машинах она выглядит иначе (рис. 3.2). На многих новых автомобилях катушка зажигания совмещена со свечным наконечником (рис. 3.3). Если на корпусе катушки зажигания присутствуют трещины, ее необходимо заменить.



**Рис. 3.1.** Катушка зажигания ранних моделей автомобилей



**Рис. 3.2.** Катушка зажигания современных автомобилей



**Рис. 3.3.** Катушка зажигания, совмещенная со свечным наконечником

При техническом обслуживании электрооборудования необходимо проверять уровень и замерять плотность электролита в аккумуляторной батарее. Если плотность электролита ниже указанной в инструкции по эксплуатации, необходимо поставить аккумулятор на зарядку и заряжать в течение примерно 5 часов при силе тока 5 А и температуре электролита не выше 27 °С. Зарядка прекращается, когда начинается обильное выделение газа во всех банках аккумуляторной батареи.

Аккумуляторная батарея должна быть всегда чистой и сухой. Не допускайте попадания внутрь элементов грязи и пыли. Разлитый электролит необходимо вытереть чистой ветошью, смоченной в 10%-м растворе нашатырного спирта или соды. Не допускайте попадания электролита на металлические части автомобиля, т. к. это приводит к коррозии.

### 3.3. Неисправности и их устранение

Прежде чем приступить к устранению неисправности, необходимо определить ее источник. Рассмотрим наиболее часто встречающиеся неисправности:

1. Недостаточно эффективное проворачивание стартером коленчатого вала двигателя, тусклый свет электрических ламп, слабый звук сигнала:

- аккумуляторная батарея разряжена;
- окислились выводные зажимы и наконечники проводов.

Отсоедините клеммы от аккумуляторной батареи и зачистите их, а также зачистите наконечники аккумулятора. Возможно, причина в плохом контакте. Установите клеммы на место, соблюдая полярность, и проверьте работу стартера. Если неисправность не устранена, отсоедините клеммы аккумулятора и зарядите его. При повторном подключении придется заново вводить код магнитолы, если этого требует ее конструкция.

2. Недостаточно эффективное проворачивание стартером коленчатого вала двигателя, свет электрических ламп и звук сигнала в норме:

- плохой контакт на выводных зажимах аккумуляторной батареи.

Проверьте затяжку крепления наконечников выводных зажимов.

3. Наличие электролита на поверхности батареи:

- завышен уровень электролита в банках аккумулятора, электролит выплескивается при движении;
- просачивание электролита через трещины.

Для устранения этой неисправности необходимо вывернуть пробки на верхней поверхности аккумулятора и довести уровень электролита до нормы (если аккумулятор обслуживаемый), а также осмотреть поверхность аккумулятора на наличие трещин.

4. Быстрая потеря емкости неработающей аккумуляторной батареей (саморазряд):

- загрязнение электролита посторонними примесями;
- загрязнение поверхности аккумуляторной батареи электролитом, окислами, пылью и грязью;
- аккумуляторная батарея выработала свой ресурс.

Промойте аккумулятор, залейте свежий электролит и зарядите его. Если это не дало положительного результата, замените аккумулятор.

5. Батарея разряжена и плохо заряжается:

- сульфатация пластин.

Если сульфатация незначительная, то можно восстановить батарею, проведя заряд-сульфатацию. Для этого из заряженной батареи выливают электролит и заливают вместо него дистиллированную воду. После этого батарея должна постоять 1 час, затем ее заряжают при силе тока 4 А. В процессе зарядки вода

насыщается серной кислотой, и удельный вес раствора повышается. Когда начнется обильное выделение газа, зарядку прекращают на два часа, и затем заряжают в течение 2 часов. Затем следует еще один двухчасовой перерыв, после которого зарядку возобновляют, и заряжают аккумулятор еще в течение 6 часов.

6. Разряд аккумуляторной батареи при езде с включенными потребителями:

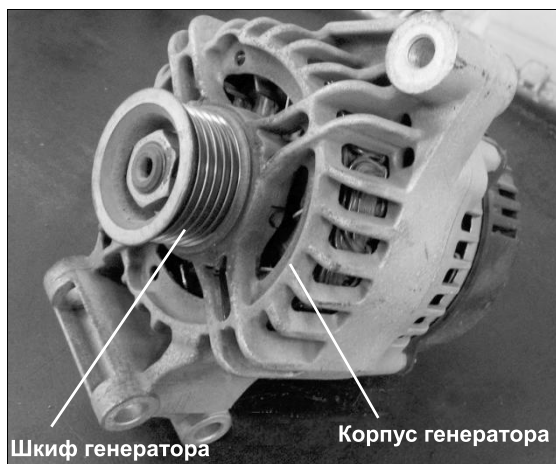
- неисправна цепь в местах соединения аккумуляторной батареи;
- неисправен регулятор напряжения;
- перегорел добавочный резистор регулятора, нарушена правильность установки регулируемого напряжения;
- ослаблено натяжение ремня генератора;
- неисправен генератор.

Для выявления и устранения причины неисправности необходимо проверить проводку генератора (рис. 3.4а и 3.4б) и состояние соединителей. Если провода имеют повреждения или следы окисления, и отремонтировать их не удастся, замените их. Затем проверьте натяжение ремня генератора. После этого подключите к клеммам аккумуляторной батареи вольтметр и измерьте напряжение на них при выключенном двигателе — оно должно находиться в пределах 10,5–12,5 В. При напряжении меньше 10,5 В аккумуляторная батарея бракуется.

Если напряжение в норме, запустите двигатель и прогрейте его до рабочей температуры. Включите все энергоемкие потребители: фары, подогрев лобового и заднего стекол, кондиционер. Показания вольтметра при этом должны составлять 13,8–14,1 В, и это означает, что генератор исправен. При увеличении оборотов двигателя напряжение не должно превышать указанных пределов. Напряжение ниже или выше этих пределов говорит о неисправности генератора, который необходимо отремонтировать или заменить новым.



**Рис. 3.4а.** Вид генератора со стороны электрических разъемов



**Рис. 3.4б.** Вид генератора со стороны шкива

7. Большой зарядный ток (электролит кипит):

- неисправность аккумуляторной батареи (замыкание в банках аккумулятора);
- регулятор напряжения неисправен.

Для выявления неисправности замените аккумуляторную батарею, заведите автомобиль и проверьте напряжение на клеммах аккумулятора. Если оно не превышает 14,1 В — все в порядке. Если выше — генератор неисправен.

8. Повышенный шум подшипников генератора:

- чрезмерное натяжение приводного ремня;
- недостаточное количество смазки в подшипниках;
- износ или разрушение подшипников.

Первоначально необходимо установить источник шума. Высокий звук, похожий на писк, говорит, скорее всего, о плохо натянутом или изношенном приводном ремне. Шуршащий или гудящий звук может производить изношенный подшипник одного или нескольких агрегатов, приводимых в движение ремнем. Как правило, он возникает от чрезмерного натяжения приводного ремня. Если после ослабления натяжения ремня звук не прекратился, обратитесь к специалисту — необходимо заменить подшипник.

9. При включении стартера якорь не вращается:

- нарушение контактов щеток с коллектором;
- отсутствие контакта во включателе реле стартера (втягивающем реле);
- обрыв соединений внутри стартера или в реле стартера;
- отсутствие надежного контакта во включателе зажигания;
- обрыв обмотки или подгорание контактов дополнительного реле;
- заедание якоря реле во втулке катушки электромагнита.

Стартер представляет собой электродвигатель, оборудованный дополнительными устройствами: *обгонной муфтой (бендиксом)* (рис. 3.5) и *втягивающим реле*. Обгонная муфта предназначена для соединения и передачи крутящего момента коленчатому валу двигателя через зубчатый венец маховика.

Втягивающее реле осуществляет выдвижение и соединение обгонной муфты с зубчатым венцом маховика, одновременно включая электродвигатель стартера. Некоторые модели стартеров включаются при помощи отдельно установленного реле.



**Рис. 3.5.** Стартер

Прежде чем приступить к ремонту стартера, необходимо убедиться, что причина неисправности в нем. Для этого найдите в электрической схеме цепи стартера и проверьте всю электропроводку, предохранители, блок предохранителей, замок зажигания, контактную группу замка зажигания, аккумулятор. Если вся электрическая цепочка исправна, снимите стартер с автомобиля, соблюдая правила техники безопасности. Обязательно отключите аккумулятор. Очистите стартер и произведите наружный визуальный осмотр. Особенно внимательно осмотрите плюсовой провод (рис. 3.6) и, если он поврежден, замените его. Плюсовой провод впаян в блок щеток, поэтому заменять придется их вместе.

10. При включении стартера коленчатый вал двигателя не вращается или вращается с малой частотой, накал лампы освещения становится слабым:

- разряжена или неисправна аккумуляторная батарея;
- короткое замыкание обмотки якоря или обмотки возбуждения;
- нарушение контакта в цепи питания стартера вследствие коррозии или слабой затяжки наконечников проводов;
- задевание якоря стартера за полюсы;
- износ обмотки якоря.

Проверьте аккумуляторную батарею, при необходимости зарядите или замените ее. Если в якоре произошло короткое замыкание, его также необходимо заменить.



**Рис. 3.6.** Плюсовой провод стартера

#### 11. После пуска двигателя стартер не выключается:

- заедание муфты или шестерни привода на валу якоря стартера;
- спекание контактов включателя реле стартера;
- заедание включателя зажигания;
- межвитковое замыкание в обмотке тягового реле стартера.

Принудительно поверните ключ зажигания в положение «выключено». Если стартер продолжает работать, немедленно

отключите аккумуляторную батарею. Разберите стартер и установите причину неисправности, замените втягивающее реле стартера.

Прерыватель-распределитель на современных автомобилях не применяется, тем не менее, опишем его неисправности.

12. Отсутствие цепи в низковольтных проводах от катушки зажигания к подвижному контакту распределителя:

- нарушение контакта в низковольтной цепи или обрыв.

С помощью контрольной лампы найдите место нарушения контакта в питающих проводах и устраните неисправность.

13. Контакты прерывателя не замыкаются или отсутствует зазор:

- разрегулирован зазор между подвижным и неподвижным контактами.

Отрегулируйте зазор в пределах 0,35...0,45 мм (рис. 3.7).



**Рис. 3.7.** Регулировка зазора между подвижным и неподвижным контактами

14. Двигатель работает с перебоями на больших частотах вращения коленчатого вала и плохо запускается:

- неисправен конденсатор.

Требуется замена конденсатора (см. рис. 3.7).

15. Двигатель не увеличивает частоту вращения коленчатого вала и мощность:

- слабое натяжение пружины контактов прерывателя;
- отсутствие смазки на оси подвижного контакта;
- не работает центробежный автомат.

Необходимо заменить пружину, смазать оси подвижного контакта, кулачка и грузиков (рис. 3.8).

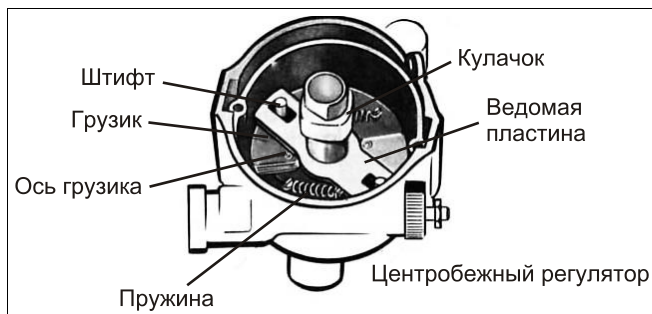


Рис. 3.8. Устройство центробежного регулятора

## 3.4. Рекомендации и полезные советы

Исторически сложилось так, что выпускаемые автомобильные электрические системы управления, регулирования, контроля и сигнализации отличаются большим разнообразием конструкций, элементной базой и принципами работы — это усложняет диагностирование элементов, узлов и цепей электрооборудования. Изменения в электрической схеме и алгоритме ее работы (зачастую не отражающиеся в технической документации) вносятся производителями, как правило, во все модели и модификации автомобилей и даже в одну модель в течение нескольких лет выпуска. Поэтому, если вы не уверены в своих возможностях осуществить ремонт электрооборудования автомобиля самостоятельно, воспользуйтесь помощью специалистов.

## Глава 4



# Трансмиссия

## 4.1. Устройство и работа

Для передачи крутящего момента от коленчатого вала двигателя к колесам автомобиля необходимо *сцепление* (если у автомобиля ручная КПП), *коробка передач*, *карданная передача* (для заднеприводной машины), *главная передача с дифференциалом* и *полуоси* (рис. 4.1).

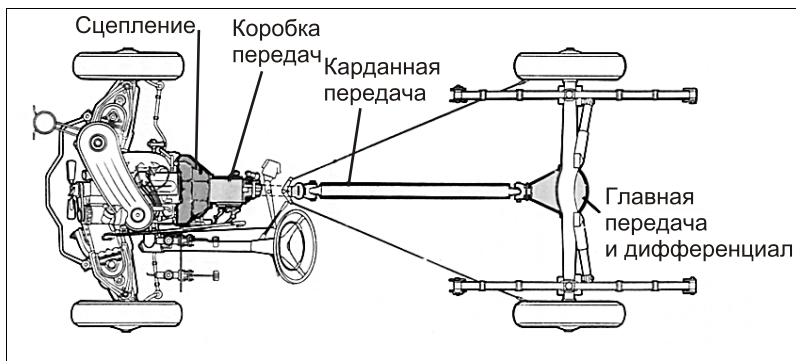
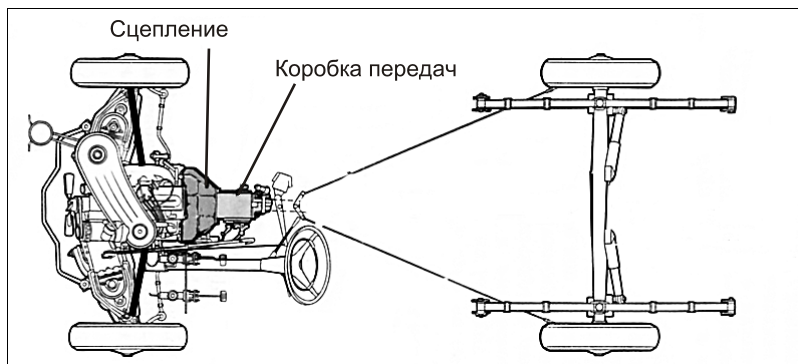


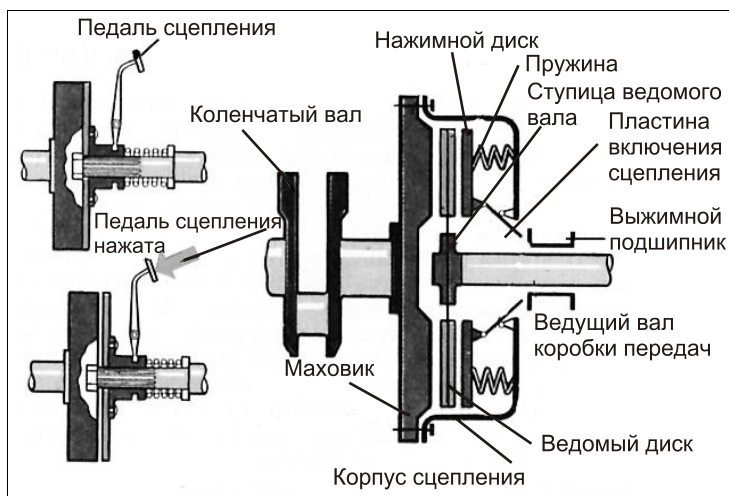
Рис. 4.1. Схема трансмиссии заднеприводного автомобиля

У переднеприводных автомобилей главная передача с дифференциалом расположены в коробке перемены передач. Все эти меха-

низмы образуют так называемую *трансмиссию*, или *силовую передачу* (рис. 4.2).



**Рис. 4.2.** Схема трансмиссии переднеприводного автомобиля



**Рис. 4.3.** Принцип действия сцепления

Принцип действия сцепления основан на использовании силы трения между маховиком двигателя и *ведущим* и *ведомым* дисками сцепления (рис. 4.3, см. также на цветной вклейке рис. ЦВ 4.3).

Диск сцепления прижат к маховику при помощи пружины, поэтому он вращается вместе с маховиком. При нажатии на педаль сцепления пружина сжимается, диск сцепления освобождается и прекращает вращаться.

Для плавной передачи вращения от маховика на диск сцепления педаль следует отпускать медленно. Тогда, прежде чем маховик начнет вращать диск сцепления, тот несколько раз проскользнет, совершит пробуксовку, и лишь после этого маховик заставит его вращаться. За счет пробуксовки маховика и диска сцепления автомобиль трогается с места плавно, без рывка.

В действительности устройство сцепления сложнее (рис. 4.4а и 4.4б): в нем используются нажимной (ведущий) диск, ведомый диск и несколько силовых пружин. Для увеличения сцепления (трения) на ведомый диск ставят фрикционные накладки, изготовленные из материала, имеющего большой коэффициент трения. Накладки приклепывают к обеим сторонам стального ведомого диска и в случае износа меняют.

Ведомый диск прижимается к маховику нажимным диском под действием силовых пружин. Сцепление при этом включено. Выключение сцепления достигается перемещением муфты выжимного подшипника при помощи педали гидравлического привода и вилки или троса. При этом нажимной ведущий диск под воз-



**Рис. 4.4а.** Устройство сцепления. Вид со стороны нажимного диска



**Рис. 4.46.** Устройство сцепления.  
Вид со стороны пластины включения сцепления

действием рычагов оттягивается назад, сжимая силовые пружины, и передача вращения на ведомый диск сцепления прекращается.

Привод сцепления бывает механическим и гидравлическим. Гидравлический привод сцепления изображен на рис. 4.5.

Рассмотрим схему передачи усилия от ноги водителя к муфте выключения сцепления гидравлическим приводом. Педаль через толкатель давит на поршень в главном цилиндре сцепления. Находящаяся в ней жидкость по трубопроводу поступает в рабочий цилиндр и воздействует на поршень, который через шток с накопечником и вилку выключения передает усилие на подпятник или муфту выключения сцепления, перемещая их до соприкосновения с пятой или рычагами выключения сцепления. Рычаги отводят нажимной диск от ведомого и сцепление выключается. Как только водитель отпускает педаль сцепления, она под воздействием пружины возвращается в исходное положение, и ведомый диск вновь прижимается к маховику нажимным диском — сцепление включено.

Когда педаль сцепления находится в исходном положении, между подпятником и пятой или подшипником муфты и вращающимися при работе двигателя рычагами выключения сцепления устанавливается небольшой зазор, в результате которого педаль

сцепления при нажиме на нее не сразу начинает выключать сцепление, а имеет свободный ход. Величина свободного хода педали сцепления обычно указывается в инструкции по эксплуатации автомобиля. Свободный ход педали сцепления регулируется путем изменения длины штока. На большинстве современных автомобилях свободный ход педали регулируется автоматически.

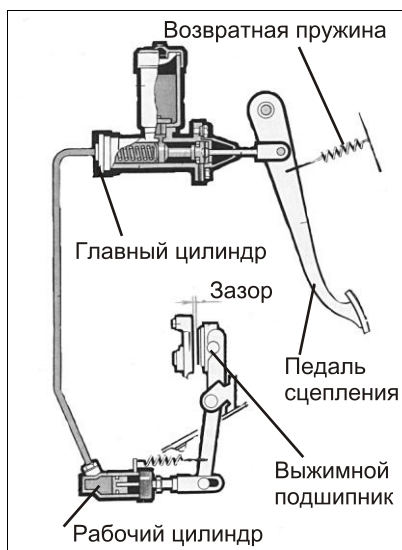


Рис. 4.5. Гидравлический привод сцепления

## 4.2. Диагностика и техническое обслуживание

### 4.2.1. Диагностика и техническое обслуживание сцепления

При техническом обслуживании сцепления периодически проверяют и регулируют привод. Обслуживание начинают с проверки действия педали. Педаль по всему ходу должна двигаться легко, без заеданий, и под действием пружины возвращаться в исходное

положение. Линейкой необходимо замерить полный ход педали сцепления до упора в пол и проверить регулировочные параметры привода сцепления по инструкции.

Величина полного хода педали сцепления при гидравлическом приводе регулируется изменением длины толкателя посредством его ввертывания или вывертывания, либо ограничителем хода педали сцепления. После этого проверяют величину свободного хода педали сцепления, который складывается из ходов и соответствующих зазоров в сочленениях деталей подвески педали между толкателем и поршнем главного цилиндра, а также между подшипником и пятой сцепления. Уменьшение величины свободного хода педали сцепления вызывает при работе двигателя постоянное трение выжимного подшипника об опорную пятую и его быстрый выход из строя. При отсутствии свободного хода педали сцепления уменьшается нажатие ведущего диска сцепления на фрикционную накладку ведомого диска, вследствие чего появляется постоянное пробуксовывание дисков, и сцепление быстро приходит в негодность. Увеличение свободного хода педали сцепления приводит к неполному включению сцепления, ускоренному износу синхронизаторов коробки передач и скрежету муфт о зубчатые венцы шестерен при переключении передач.

Величина свободного хода сцепления при гидравлическом приводе зависит от величины свободного хода штока рабочего цилиндра. Для нормальной работы сцепления необходимо проверять величину полного хода штока. Меньший полный ход штока относительно заданной величины не обеспечит полного выключения сцепления и, кроме того, указывает на возможное присутствие воздуха в гидравлическом приводе сцепления.

#### **4.2.2. Диагностика и техническое обслуживание коробки перемены передач, карданной передачи, заднего моста и привода ведущих колес**

Техническое обслуживание коробки перемены передач (КПП) заключается в проверке затяжки ее крепления к картеру сцепле-

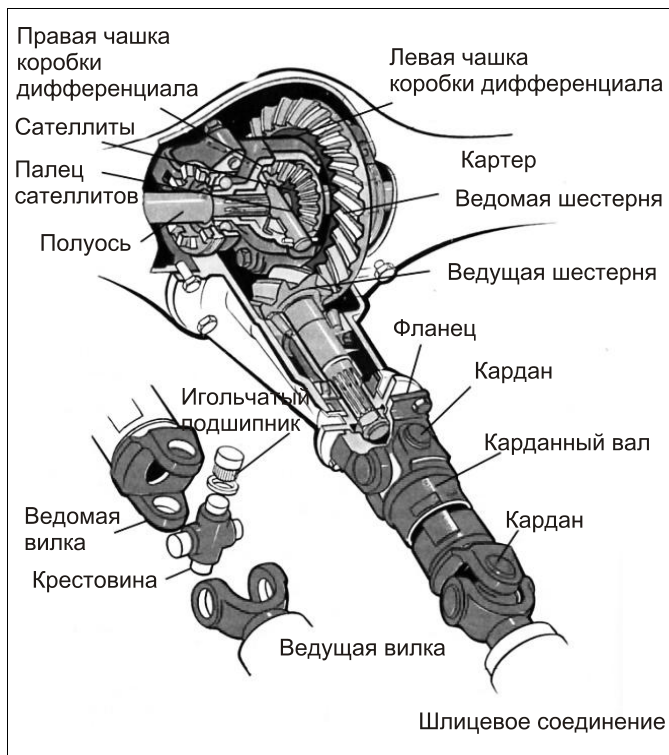
ния, проверке уровня масла, четкости и плавности включения и фиксации всех передач, в доливке масла и смене его в соответствии с регламентом ТО (большинство зарубежных автомобилей не требуют замены трансмиссионных масел). Уровень масла проверяют через заливное отверстие на автомобиле, стоящем на горизонтальной площадке. Это следует делать через некоторое время после поездки, чтобы дать возможность маслу остыть и стечь со стенок.

При выполнении технического обслуживания карданной передачи проверяют затяжку болтов крепления, наличие люфтов в шарнирных соединениях, периодически смазывают шарниры и шлицевое соединение. Перед смазыванием необходимо тщательно очистить место около масленки от грязи. При покачивании вала руками вверх и вниз или поворачивании одной вилки шарнира относительно другой люфтов быть не должно. Внешним осмотром проверяют состояние защитных чехлов шарниров привода передних колес, поврежденные заменяют новыми, предварительно промыв шарнир и заменив смазку.

Техническое обслуживание заднего моста заключается в периодической проверке уровня масла в картере, доливке и смене его, очистке сапуна от грязи, проверке крепящих соединений и выполнении отдельных регулировочных работ. Уровень масла в картере заднего моста проверяют через заливное отверстие во время стоянки автомобиля на ровной горизонтальной площадке. Если в процессе эксплуатации автомобиля был отмечен повышенный шум или «вой» со стороны заднего моста, то при техобслуживании необходимо проверить зазоры в подшипниках полуоси и главной передачи. На рис. 4.6 изображен задний мост и карданная передача (см. также на цветной вклейке рис. ЦВ 4.6).

Карданная передача через картер сцепления связана с двигателем и по отношению к кузову автомобиля занимает неподвижное положение. Задний мост, в котором смонтированы главная передача и дифференциал, подвешен к раме или кузову автомобиля при помощи упругих элементов: рессор или пружин. При прогибе рессор или пружин задний мост изменяет свое положение, поэтому жестко соединять коробку передач и задний мост между

собой нельзя. Карданная передача передает крутящий момент от ведомого вала коробки передач к ведущему валу главной передачи под изменяющимся углом.

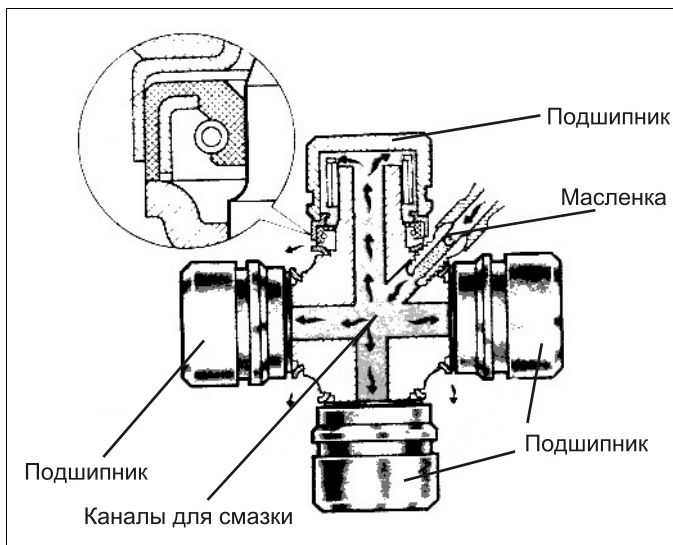


**Рис. 4.6.** Задний мост и карданная передача

Карданная передача у большинства легковых заднеприводных автомобилей состоит из одной тонкостенной стальной трубы и двух шарнирных соединений — карданов. Один из карданов соединен с трубой при помощи шлицев, что позволяет карданному валу изменять свою длину. Устройство кардана показано на рис. 4.6.

На крестовине кардана (рис. 4.7) установлены две вилки: одна является частью трубы карданного вала, другая — частью флан-

ца. При наличии карданов передача способна передавать вращение под различными, изменяющимися при движении автомобиля углами.



**Рис. 4.7.** Крестовина карданного вала

Такой передаче из-за большой длины карданного вала свойственна вибрация. Кроме того, пол кузова некоторых легковых автомобилей имеет арку для карданного вала, что создает неудобства для пассажиров. Поэтому на легковые автомобили стали ставить карданную передачу с укороченным карданным валом, но для компенсации образовавшегося разрыва между ведомым валом коробки передач и передним фланцем карданной передачи потребовался дополнительный вал.

Передний конец этого промежуточного вала при помощи кардана связан с ведомым валом коробки передач, а задний конец — с передним концом карданного вала при помощи шлицевого соединения и кардана. При этом задний конец проходит через шариковый подшипник (подвесной подшипник) опоры, жестко за-

крепленной снаружи на днище кузова (рис. 4.8). В результате пол кузова стал ровнее, вибрация карданной передачи уменьшилась.



**Рис. 4.8.** Подвесной подшипник

Неисправности карданной передачи заключаются в ослаблении затяжки болтов креплений фланцев карданов, в износе деталей карданов, в частности подшипников, в износе шлицевого соединения карданного вала, что вызывает шум и стук при работе карданной передачи. Движение автомобиля с такими неисправностями опасно, поэтому их необходимо устранять. Игольчатые подшипники требуется смазывать консистентной смазкой при помощи шприца, используя отдельные масленки, установленные в крестовинах карданов.

Главная передача у легковых автомобилей (см. рис. 4.9) обычно состоит из двух расположенных в картере конических шестерен со спиральным зубом, при помощи которых вращение передается под углом  $90^\circ$ . Ведущая шестерня с валом и насаженным на его шлицы фланцем вращается от карданного вала. Вал ведущей шестерни обычно опирается на два конических роликовых подшипника. Ведомая шестерня, также в подшипниках, вращается вместе с коробкой дифференциала.

Главная передача увеличивает крутящий момент, передаваемый ведущим колесам во столько раз, во сколько количество зубьев ведомой шестерни больше, чем у ведущей. Соотношение числа зубьев называется передаточным отношением, и у легковых автомобилей оно, как правило, составляет от 4:1 до 5:1.

На большинстве автомобилей установлена *гипоидная* главная передача. Зубья ее шестерен имеют сложную форму, благодаря чему длина контакта этих зубьев больше, чем у зубьев обычных конических шестерен, и поэтому гипоидная передача более надежна и долговечна. Эта передача требует хорошего ухода и смазки специальным маслом для гипоидных передач.

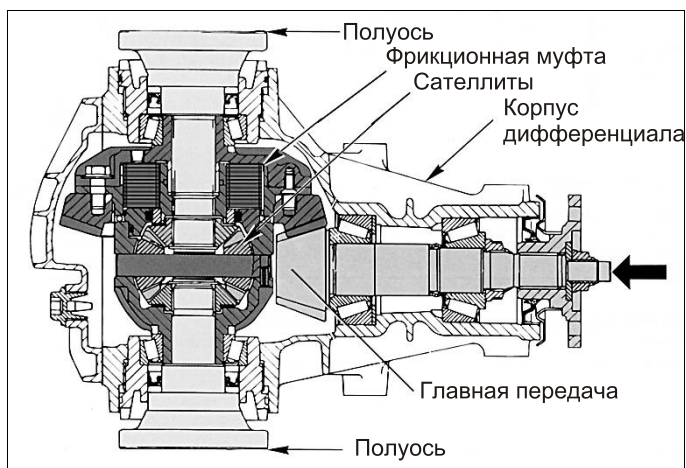
Оси вала ведущей и ведомой шестерен не совпадают. Вал ведущей шестерни, соединяемый с задним концом карданного вала, расположен ниже оси ведомой шестерни. Это снижает высоту карданной передачи, а значит, и пола кузова, что создает удобство для пассажиров. Понижается центр тяжести автомобиля, улучшается его устойчивость против бокового опрокидывания, что важно для безопасности движения.

При повороте колеса автомобиля проходят разное расстояние. У колеса, идущего по внешней дуге, путь длиннее, а у идущего по внутренней дуге — короче. На прямой дороге колеса также могут совершать неодинаковое движение, например, одно колесо едет по ровному покрытию, а другое — через ухаб. Случается, что колеса одного автомобиля укомплектованы шинами разной степени износа — все это приводит к необходимости применения специального механизма, способного вносить постоянную поправку в передачу вращающего момента на колеса и не допускать проскальзывания шин по дороге во избежание их повышенного износа и неустойчивого движения автомобиля. Таким механизмом является дифференциал (рис. 4.9, см. также на цветной вклейке рис. ЦВ 4.9).

В корпусе дифференциала размещаются две конические полуосевые шестерни, палец и установленные на нем две шестерни конической формы, называемые сателлитами.

Коробка дифференциала жестко соединена с ведомой шестерней главной передачи и вращается вместе с ней. Когда автомобиль

следует по прямой, и оба ведущих колеса имеют одинаковое сопротивление качению, сателлиты не вращаются на пальце и передают крутящий момент на обе полуосевые шестерни равными долями (с полуосевых шестерен вращение передается через полуоси на ступицы колес и колеса). Как только автомобиль начнет поворачивать, и одно из его колес замедляет свое движение, сателлиты начинают проворачиваться вокруг своей оси (пальца), ускоряя вращение шестерни, связанной с противоположным колесом. Таким образом, дифференциал при замедлении вращения одного ведущего колеса автоматически ускоряет другое, облегчая управление автомобилем на поворотах.



**Рис. 4.9.** Дифференциал

Дифференциал может оказывать и отрицательное влияние. Так, при попадании одного из ведущих колес на скользкое место, оно начнет буксовать, тогда как другое колесо, имеющее хорошее сцепление с грунтом, за счет действия дифференциала будет стоять неподвижно. В таком положении ведущие колеса автомобиля чаще всего оказываются зимой на скользкой дороге.

На многих современных автомобилях для исключения этого отрицательного явления в дифференциал устанавливают фрикци-

онную муфту, которая при проскальзывании одного из ведущих колес блокирует дифференциал. На автомобилях, оборудованных тормозной антиблокировочной системой (АВС), устанавливается электронный блок антипробуксовки, позволяющий притормаживать проскальзывающее колесо.

Неисправности главной передачи и дифференциала заключаются в износе или поломке зубьев шестерен и подшипников. Оба механизма смазываются залитым в картер заднего моста маслом. После ремонта главной передачи или дифференциала необходимо следить за температурой их картера, т. к. детали во время приработки могут недопустимо нагреваться в результате неправильной регулировки подшипников или недостатка смазки.

Неисправные сальники становятся причиной попадания смазки из картера главной передачи на накладки тормозных колодок (на автомобилях, имеющих задний мост), что приводит к проблемам с торможением. В этом случае необходимо промыть детали тормоза, заменить сальники и проверить уровень масла (повышенный уровень масла в картере главной передачи недопустим).

Главная передача, дифференциал, полуоси, ступицы колес, а также тормоза для задних колес автомобиля объединяются картером и кожухами полуосей и образуют единый агрегат — задний мост. На переднеприводных автомобилях единый агрегат состоит из коробки перемены передач, главной передачи и дифференциала.

### 4.2.3. Неисправности и их устранение

#### Неисправности сцепления

Неисправности сцепления являются наиболее частыми среди прочих элементов трансмиссии.

□ Пробуксовка сцепления может возникнуть по следующим причинам:

- замасливание или сильный износ накладок;
- отсутствие свободного хода педали выключения сцепления (нет зазора между пятой отжимных рычагов и подшипником);

- уменьшение усилия нажимных пружин вследствие перегрева;
- заедание деталей, отводящих нажимной диск от ведомого диска в направляющих;
- засорение компенсационного отверстия главного цилиндра сцепления или перекрытие его кромкой внутренней манжеты (в гидравлическом сцеплении);
- разбухание манжет главного и рабочего цилиндров из-за применения некачественной тормозной жидкости (в гидравлическом сцеплении).

Для устранения возникших неисправностей необходимо неисправные детали заменить новыми.

□ Неполное выключение сцепления («сцепление ведет»):

- недопустимое увеличение свободного хода наружного конца вилки выключения сцепления;
- коробление ведомого диска (в сборе с фрикционными накладками);
- задиры рабочих поверхностей маховика или нажимного диска;
- заедание ступицы ведомого или нажимного дисков на шлицах ведущего вала коробки передач;
- полный ход педали сцепления меньше необходимого;
- наличие воздуха в системе гидропривода, утечка рабочей жидкости из системы;
- внутренняя неисправность главного цилиндра сцепления.

Для устранения возникшей неисправности в первую очередь необходимо проверить наличие тормозной жидкости в бачке и убедиться в отсутствии течи, затем удалить воздух из системы (прокачать систему) и отрегулировать нормальный полный ход педали сцепления. Если неисправность не удалось ликвидировать, необходимо снять главный тормозной цилиндр, проверить его, и в случае неисправности заменить. Устано-

вить цилиндр на место и вновь прокачать магистраль, проверить отсутствие течи в соединениях, трубопроводах.

Если рабочий цилиндр расположен снаружи, снять и проверить его работоспособность. В случае неисправности — заменить. Если неисправность не устранена, следует снять сцепление и устранить перечисленные выше причины.

□ Толчкообразное движение автомобиля при трогании с места, несмотря на плавное включение сцепления:

- потеря упругости пружинных пластин ведомого диска;
- износ окон под пружины гасителя крутильных колебаний в ведомом диске, ступицы и пластине демпфера. Осадка или поломка пружин гасителя крутильных колебаний;
- задиры на рабочих поверхностях маховика, нажимного диска или фрикционных накладок ведомого диска.

Для устранения этой неисправности необходимо заменить полный пакет сцепления: «корзину», диск, выжимной подшипник. При необходимости следует отшлифовать маховик либо его заменить.

□ Шум в механизме при выключении сцепления:

- износ деталей гасителя крутильных колебаний;
- повышенное биение пяты отжимных рычагов;
- перекос и биение ведомого диска;
- задевание обоймы подпятника за пята сцепления вследствие повышенного износа.

Для устранения этой неисправности необходимо заменить полный пакет сцепления.

□ Педаль сцепления не возвращается в исходное положение после снятия с нее усилия:

- поломка или ослабление оттяжной пружины педали сцепления;
- заедание оси вилки во втулках или гнездах картера сцепления.

Для устранения этих причин необходимо заменить оттяжную пружину. Снять коробку передач, вынуть ось, устранить причину заедания, смазать и установить на место.

- Увеличение усилия, требуемого для выключения сцепления:
  - заедание в шарнирных сочленениях механизма сцепления или его привода.

## **Неисправность коробки перемены передач**

- Шум в коробке передач при нейтральном положении рычага переключения:
  - износ подшипников ведущего вала;
  - износ втулок под игольчатый подшипник;
  - износ внутреннего диаметра ведущих шестерен 3 и 4 передач и ведомых шестерен 1 и 2 передач;
  - износ и выкрашивание рабочей поверхности зубьев шестерен;
  - износ втулок оси шлицевого вала заднего хода.
- Сильные стуки, возникающие в коробке передач при работе автомобиля под нагрузкой, более слабые — без нагрузки:
  - поломка одного или нескольких зубьев шестерен коробки передач.
- Ухудшение или полное отсутствие синхронизации, вызывающее стуки при переключении передач:
  - износ резьбы на конической поверхности блокирующего кольца синхронизатора;
  - износ конической поверхности на венце синхронизатора шестерни.
- Самопроизвольное выключение 1, 2, 3 и 4 передачи:
  - износ торцов зубьев венца синхронизатора или ведомой шестерни заднего хода;

- износ торцов зубьев венца синхронизатора соответствующей шестерни;
- большой зазор в сопряжении муфты синхронизатора или ведомой шестерни заднего хода на ступицах;
- неполное включение передачи (зацепление происходит не по всей глубине зубьев венца синхронизатора шестерен);
- повышенный зазор в посадке шестерен на игольчатых подшипниках;
- недостаточное усилие пружин фиксатора включения передач;
- износ вилки включения 1-2, 3-4 передач.

□ Самопроизвольное выключение передачи заднего хода:

- износ торцов и поверхностей зубьев включаемых шестерен;
- неполное включение передачи (зацепление происходит не по всей ширине зуба шестерен);
- недостаточное усилие пружины фиксатора включения передачи;
- большой зазор в сопряжении ступицы и ведомой шестерни заднего хода;
- значительный износ вилки включения заднего хода;
- большой зазор в сопряжении шлицевого вала и промежуточной шестерни заднего хода;
- ослабление посадки или износ втулки шлицевого вала заднего хода.

□ Затрудненное включение 1, 2, 3 и 4 передач (требуется большое усилие):

- наклеп на внутренней поверхности шлицев муфты синхронизатора или шлицев ведомой шестерни заднего хода;
- наклеп или забоины шлицев венцов синхронизатора шестерен;

- ослабление затяжки болтов крепления вилок на штоках или болта крепления ползуна;
  - заедание штока ползуна во втулках.
- ❑ Не включается одна из передач:
- износ или поломка лапок вилки включения соответствующей передачи;
  - прихват, заедание муфты или ведомой шестерни заднего хода на ступице;
  - поломка венца синхронизатора шестерни соответствующей передачи.
- ❑ Затруднено включение заднего хода:
- прихват или заедание на шлицевом валу ведущей шестерни заднего хода;
  - ослабление болта крепления ползуна или вилки на штоке;
  - износ вилки или деформация рычага переключения передач заднего хода.
- ❑ Одновременное включение двух передач:
- износ толкателя замков или замков штоков.
- ❑ Механизм переключения передач. 1, 2, 3, 4 передачи и задний ход включаются с трудом или не включаются вообще:
- ослаблена затяжка гайки болта крепления муфты к ползуну коробки передач;
  - ослаблена затяжка стопорного болта ползуна и вала управления;
  - ослаблена затяжка контргайки муфты.
- ❑ Не включаются или включаются не полностью 1 и 3 передачи:
- корпус механизма переключения передач смещен вперед.
- ❑ Не включаются или включаются не полностью 2 и 4 передачи и задний ход:
- корпус механизма переключения передачи смещен назад.

- Главная передача и дифференциал. Повышенный шум главной передачи:
  - износ или разрушение подшипников ведущей шестерни главной передачи;
  - поломка или износ подшипников дифференциала;
  - увеличенный зазор в главной передаче.
- Стук дифференциала:
  - износ зубьев шестерен дифференциала;
  - износ опорной поверхности под шестерни сателлитов в корпусе дифференциала;
  - износ опорной поверхности под сухарь полуоси в фасонном пазу полуосевой шестерни;
  - ослабление болтов крепления ведомой шестерни главной пары к корпусу дифференциала;
  - износ пальца сателлитов под шестерни.

Для устранения неисправности необходимо заменить дефектные детали.

## Глава 5



# Ходовая часть и рулевое управление

## 5.1. Общие сведения

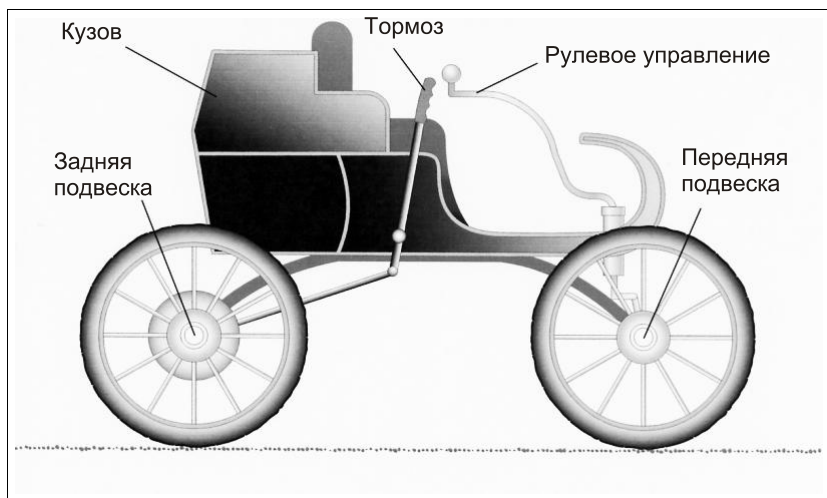
Системы рулевого управления и подвески взаимодействуют между собой. Если возникают неполадки в одном элементе подвески, это сразу же существенно сказывается на характеристиках рулевого управления автомобиля.

Для совершения маневра передние колеса автомобиля должны находиться в постоянном контакте с дорожным полотном. Неисправная подвеска может не обеспечить сцепление колес с дорогой, необходимое для эффективного управления автомобилем.

Предшественником автомобилей был гужевой транспорт, поэтому первые автомобили напоминают конные экипажи. Они состояли из цельного деревянного кузова, их передние и задние оси имели одинаковую конструкцию. Ось поворота располагалась в центре под кузовом автомобиля. Управление автомобилем осуществлялось при помощи рукоятки, поворачивающей переднюю ось (рис. 5.1). В современных автомобилях на смену этой рукоятке пришло рулевое колесо и рулевой механизм.

Система рулевого управления предназначена для управления колесами и точного выбора траектории движения автомобиля при минимальных усилиях со стороны водителя. Как правило, управ-

ляемые колеса в автомобиле — передние, поэтому задние имеют меньший радиус поворота.



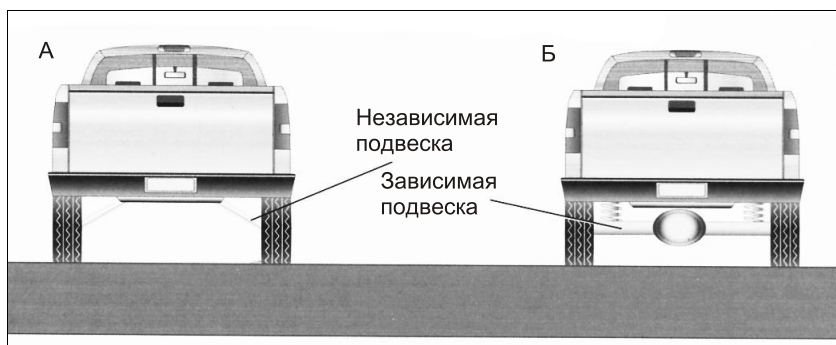
**Рис. 5.1.** Рулевое управление первых автомобилей

Передаточное число рулевого механизма помогает водителю преодолевать сопротивление, возникающее между колесами автомобиля и дорожным полотном. Некоторые системы рулевого управления оснащены усилителем, облегчающим управление автомобилем на повороте. Резиновые муфты и демпфирующие элементы опорных кронштейнов амортизируют толчки, возникающие при движении по неровной дороге и ощущаемые водителем через рулевое колесо.

После преодоления поворота в современных системах рулевого управления для возврата в прямолинейное положение требуется прикладывать очень небольшое усилие — срабатывает так называемый эффект самоцентрирования, который обеспечивается конструкцией подвески.

Подвеска современных автомобилей бывает зависимая, независимая и комбинированная. На рис. 5.2 показаны два автомобиля,

имеющие системы подвески разных типов: А — в системе с независимой подвеской нагрузка одного из колес не влияет на противоположное колесо; Б — в системе с зависимой подвеской нагрузка одного колеса влияет на противоположное колесо. В автомобиле, оснащенный зависимой подвеской, при наезде колеса на неровность возникает ощутимый крен кузова. При значительных неровностях дороги пассажиры автомобиля испытывают дискомфорт.



**Рис. 5.2.** Автомобили, имеющие разные системы подвески

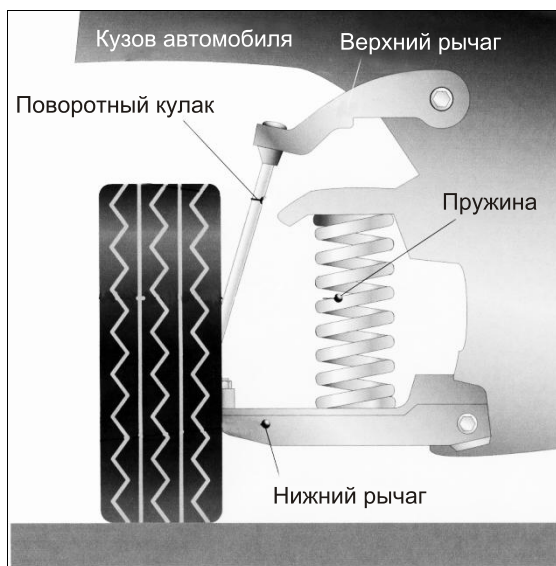
## 5.2. Устройство и работа передней и задней подвески

Рассмотрим наиболее распространенные виды подвески переднего моста.

### 1. Двойные поперечные рычаги (рис. 5.3).

Здесь показаны элементы базовой системы независимой подвески с цилиндрическими пружинами и двойными поперечными рычагами. Поперечные рычаги, которые поддерживают поворотные кулаки, имеют разную длину и перемещаются по различным траекториям, благодаря чему при перемещениях подвески колея и развал колес изменяются незначительно.

Преимущество такой компоновки заключается в отсутствии элементов подвески в центре автомобиля. Пространство между колесами можно использовать для размещения других агрегатов, например двигателя, что позволяет опустить линию капота. Недостаток состоит в том, что такая конструкция требует большего количества шарниров и, следовательно, повышается стоимость ее производства.



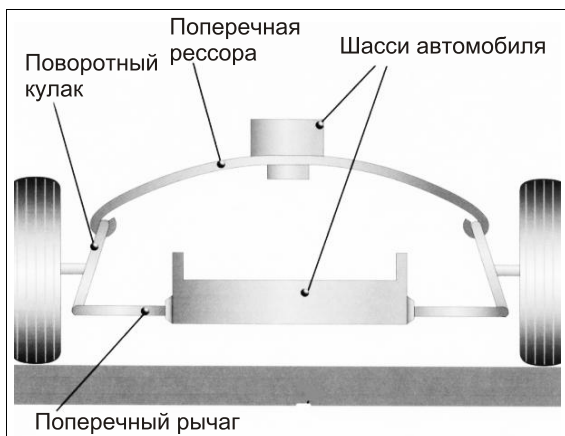
**Рис. 5.3.** Передняя подвеска с двойными поперечными рычагами

2. Передняя подвеска с поперечными рычагами и листовыми рессорами (рис. 5.4).

Поперечный рычаг ограничивает перемещение нижнего конца поворотного кулака. Когда автомобиль наезжает на неровность одним колесом, поперечная листовая рессора выгибается наружу, заставляя верхний конец поворотного кулака повернуть верхнюю часть колеса наружу. При этом меняется развал колеса и контакт шины с дорогой, что влияет на колею. Когда оба колеса от толчка перемещаются вверх, возникает

колоссальное воздействие на колею колес, что приводит к сильному износу протектора и изменяет характеристику курсовой устойчивости.

При таком варианте конструкции, если автомобиль слегка загружен, подвеска реагирует жестко.



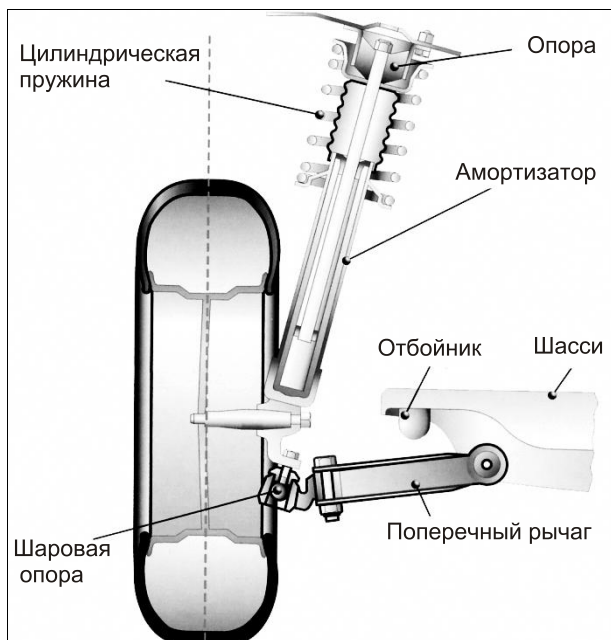
**Рис. 5.4.** Подвеска с поперечными рычагами и листовыми рессорами

### 3. Передняя подвеска с поперечным рычагом со стойкой Макферсона (рис. 5.5).

В системе независимой подвески со стойками Макферсона пружина, амортизатор, ступица колеса, поворотный кулак и шарниры объединены в единый блок. Это самый распространенный тип независимой передней подвески, применяемой в современных автомобилях. Для поддержания поворотного кулака используется один поперечный рычаг.

Поперечный рычаг закреплен на нижнем конце стойки, и при сжатии цилиндрической пружины колесо сохраняет вертикальное положение. Перемещения подвески сопровождаются лишь незначительным изменением колеи и развалом колес. Преимущество этой конструкции заключается в том, что при большой длине стоек силы, возникающие в шарнирах, не-

лики. Недостаток — кузов должен обладать повышенной прочностью в месте верхнего крепления стойки подвески, поскольку нагрузки на него возрастают.



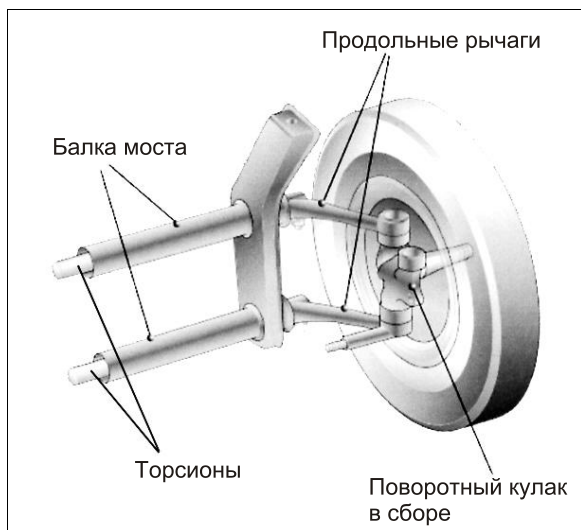
**Рис. 5.5.** Передняя подвеска с поперечными рычагами со стойкой Макферсона

#### 4. Передняя подвеска с передними двойными рычагами (рис. 5.6).

Два продольных рычага поддерживают поворотный кулак в сборе, а поперечные торсионы выполняют функцию рессор и амортизируют толчки. Вертикальные перемещения колес заставляют поперечные торсионы скручиваться, благодаря чему амортизируется перемещение колес. Действие торсиона, возвращающегося в первоначальное состояние, помогает сохранить сцепление колес с дорогой. При перемещении подвески углы продольного наклона осей поворота колес, колея и развал колес не изменяются. Ускорение и торможение приводят

к перемещению подвески вверх и вниз, что вызывает изменения в колесной базе.

Если необходимо, узел можно собрать и отрегулировать вне автомобиля. Для этого варианта конструкции требуется обширное пространство в передней части автомобиля и большие затраты на изготовление.

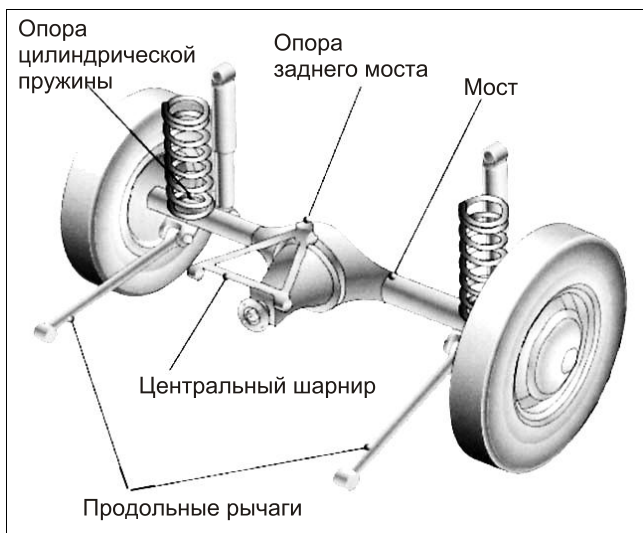


**Рис. 5.6.** Передняя подвеска с передними двойными рычагами

5. Задняя подвеска с жестким мостом типа «треугольный кронштейн» (рис. 5.7).

На этом рисунке показана компоновка задней подвески, в которой мост поддерживается на кузове автомобиля центральным шарниром и двумя продольными стойками. В этом варианте конструкции применяются цилиндрические пружины, установленные на обеих сторонах моста рядом с колесами. Цилиндрические пружины амортизируют вертикальные перемещения моста. Продольные рычаги передают к шасси движущий момент и поперечные силы, возникающие при тормо-

жении и ускорении. При торможении задняя часть автомобиля стремится вниз, что помогает стабилизировать автомобиль. Недостатком этой конструкции является необходимость в больших затратах на изготовление, а также увеличение неподдрессоренной массы автомобиля.

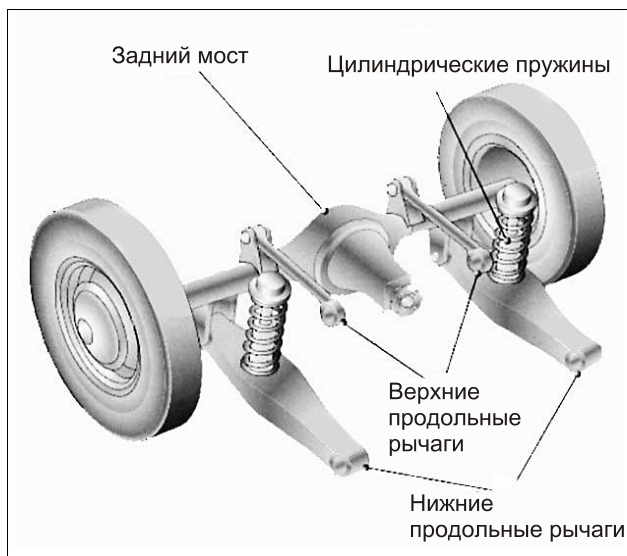


**Рис. 5.7.** Задняя подвеска с жестким мостом типа «треугольный кронштейн»

6. Задняя подвеска с приварными стойками, работающими на сжатие/растяжение (рис. 5.8).

Стойки, работающие на сжатие/растяжение, обеспечивают продольное расположение моста, благодаря чему возрастает устойчивость при торможении и ускорении. Большая нагрузка на одну сторону подвески вызывает скручивание стоек сжатия/растяжения, в результате чего на сварные швы действует избыточное напряжение. Цилиндрические пружины расположены на обеих сторонах моста рядом с колесами. Они изолированы от сил, возникающих при ускорении и торможении, посредством стоек растяжения, и амортизируют вертикальное перемещение моста. Недостатком этих мостов, как и жестких

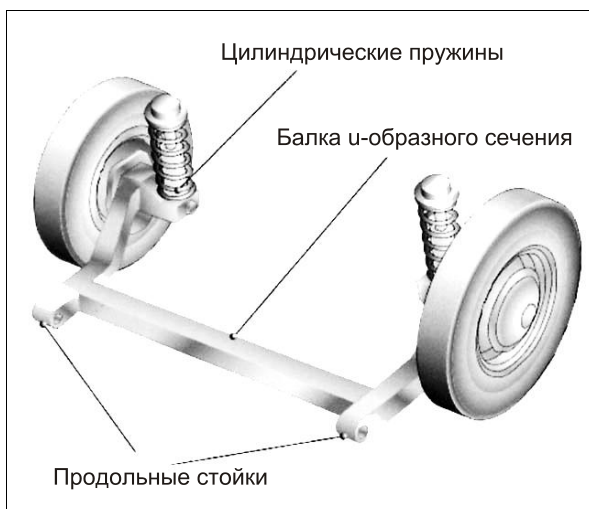
мостов других типов, является большая масса элементов и, следовательно, значительная непродессоренная масса автомобиля.



**Рис. 5.8.** Задняя подвеска с приварными стойками

7. Торсионный неразрезной мост с продольными рычагами (рис. 5.9).

В подвеске торсионного неразрезного моста с продольными рычагами предусмотрены стойки, соединенные посредством балки, которая обладает высокой жесткостью при изгибе, но низкой жесткостью при кручении. Балка U-образного сечения помогает цилиндрическим пружинам амортизировать вертикальные перемещения, а стойки передают моменты, возникающие при ускорении и торможении. Колея и развал колес не изменяются. Эта конструкция компактна по размеру, несложна в изготовлении и характеризуется наличием небольшой непродессоренной массы. Однако вариант с торсионным поддрессированием более дорогой.



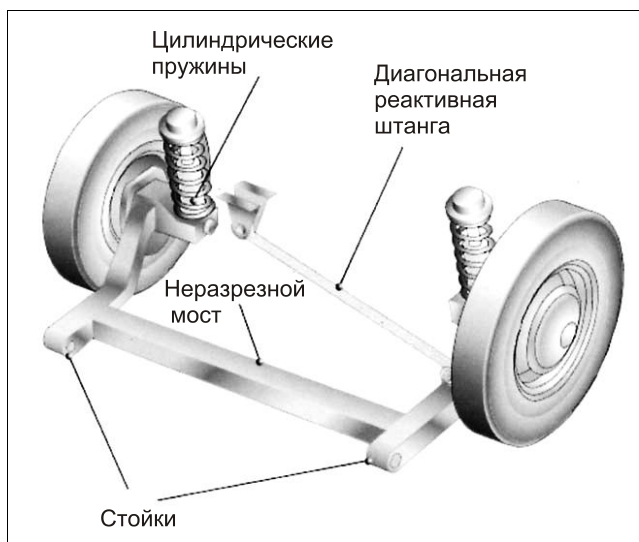
**Рис. 5.9.** Торсионный неразрезной мост

8. Торсионный неразрезной мост со штангой Панара (рис. 5.10).

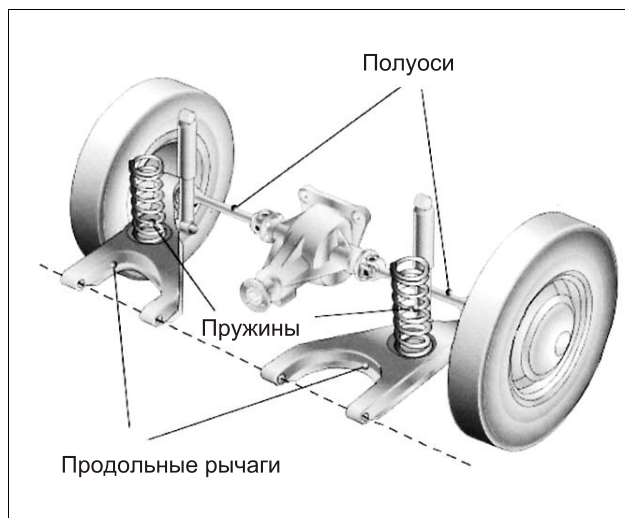
Две стойки привариваются к трубе U-образного сечения. Поперечные силы поглощаются диагональной реактивной штангой (штангой Панара), а цилиндрические пружины амортизируют вертикальные перемещения. При использовании этого варианта конструкции отсутствуют нежелательные изменения колеи и развала колес. Узел в сборе просто устанавливается на кузов автомобиля посредством эластичных шарниров. Вариант с торсионами более дорогой, чем вариант с цилиндрическими пружинами в сборе с амортизаторами.

9. Задняя подвеска с продольными рычагами (рис. 5.11).

На рисунке изображена подвеска заднеприводного автомобиля. Продольные рычаги установлены вдоль оси автомобиля, а шарниры расположены перпендикулярно направлению движения. Продольные рычаги передают момент, а цилиндрические пружины способствуют амортизации вертикальных перемещений колес. При торможении задняя часть автомобиля стремится вниз (т. н. эффект «клепка»), благодаря чему обеспечивается устойчивая управляемость.



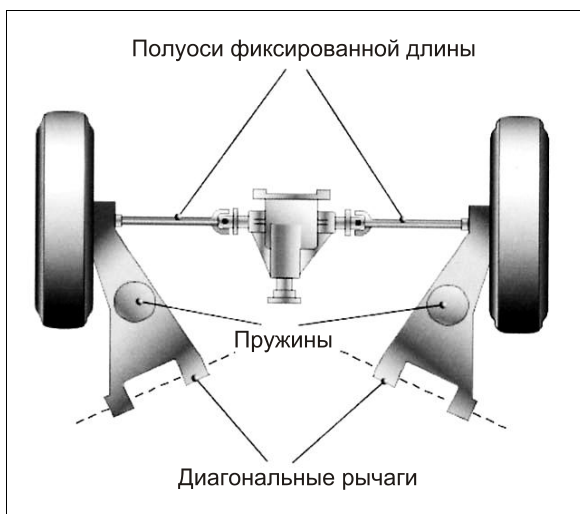
**Рис. 5.10.** Торсионный неразрезной мост со штангой Панара



**Рис. 5.11.** Задняя подвеска заднеприводного автомобиля

При использовании этого варианта конструкции отсутствуют нежелательные изменения колеи и развала колес, конструкция очень компактна по размеру. Чтобы обеспечить вращение в изменяющихся плоскостях, необходимо наличие двух карданных шарниров на полуосях. При сжатии подвески происходит очень незначительное изменение колесной базы.

10. Диагональные рычаги (рис. 5.12).

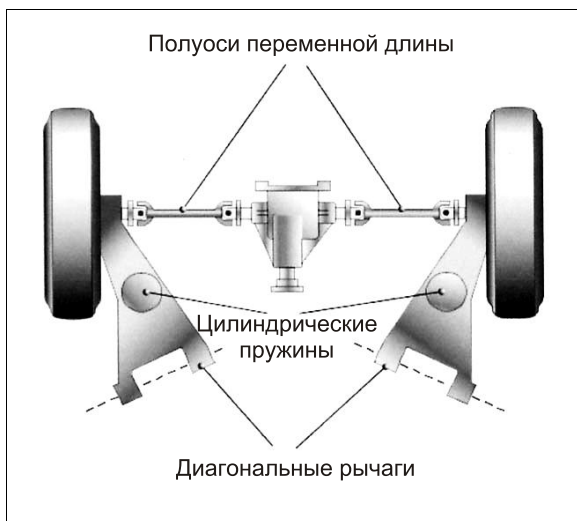


**Рис. 5.12.** Диагональные рычаги

Диагональные рычаги устанавливаются под углом к кузову автомобиля. Они передают момент, а цилиндрические пружины способствуют амортизации вертикальных перемещений колес. Требуется только один карданный шарнир для каждой ведущей полуоси, поскольку, когда подвеска сжата, радиус поворота рычага подвески равен радиусу поворота полуоси. При сжатии подвески возникают очень резкие изменения колеи колес, вследствие чего возрастает износ шин, но «клевок» при торможении небольшой. На поворотах водитель сталкивается с небольшой избыточной поворачиваемостью.

мостью. Себестоимость этого варианта ниже, чем себестоимость варианта с полуосями переменной длины.

11. Диагональные рычаги с ведущими полуосями переменной длины (рис. 5.13).

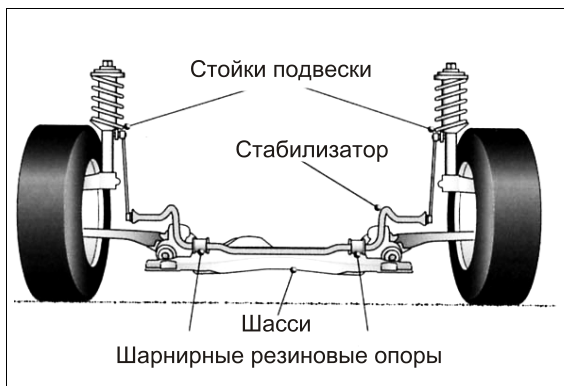


**Рис. 5.13.** Диагональные рычаги с ведущими полуосями переменной длины

По принципу действия эта подвеска сходна с подвеской, в которой применяются диагональные рычаги с полуосями фиксированной длины, однако полуоси снабжены дополнительным карданным шарниром, чтобы улучшить отслеживание изменения колеи колес. В этом случае сжатие подвески приводит к незначительным изменениям колеи и существенно изменяет развал колес. Недостатком является высокая себестоимость из-за сложной конструкции полуосей, обеспечивающей перемещение подвески.

Из-за инерции на поворотах автомобиль стремится двигаться в прямом направлении. Центробежная сила воздействует на кузов автомобиля и вызывает его крен, что может быть некомфортно

для пассажиров. Под действием массы автомобиля сжимаются пружины на внешней стороне поворота и растягиваются пружины на внутренней стороне. Из-за ограничений, имеющих в рычажных механизмах подвески, трудно поддерживать правильную геометрию колес на сложных поворотах и в сложных дорожных условиях. Для устранения этого недостатка автомобили оборудуют стабилизаторами поперечной устойчивости (рис. 5.14).



**Рис. 5.14.** Стабилизатор поперечной устойчивости

Стабилизатор поперечной устойчивости (или просто стабилизатор) — это металлическая упругая штанга, соединяющая противоположные стороны подвески. Штанга работает в качестве торсиона и уменьшает крен кузова автомобиля на поворотах. Стабилизатор закреплен на шасси посредством резиновых опор, позволяющих торсиону поворачиваться относительно шасси. Если подвеска сжимается одновременно на обеих сторонах автомобиля, стабилизатор полностью поворачивается в своих опорах и не оказывает никакого действия.

На повороте кузов автомобиля сжимает подвеску внешнего колеса. Шасси автомобиля также испытывает крен, и внешний конец стабилизатора поворачивается вверх. На стабилизатор действует скручивающая нагрузка. Посредством шарнирных опор стабилизатор передает часть скручивающей силы на противоположное

колесо, оттягивая его вверх, внутрь колесной арки. Из-за этого подвеска внутреннего колеса сжимается и значительно уменьшает крен кузова. Такое взаимодействие элементов подвески на двух бортах автомобиля делает движение более жестким. При движении по ухабам обязательно возникает влияние на противоположное колесо, в результате чего автомобиль двигается менее плавно.

Стабилизатор можно устанавливать и на передний, и на задний мост. Передние колеса автомобиля устанавливаются не вертикально и не параллельно друг к другу. Они имеют небольшой развал внутри и некоторое схождение вперед или назад в зависимости от типа привода автомобиля.

Схождение колес — это разница в расстояниях между бортами ободьев колес перед мостом и позади него, измеренная при прямолинейном положении колес. Если расстояние впереди и позади моста одинаковое, схождение колес нулевое. Как правило, у колес бывает положительное схождение (или просто схождение) или отрицательное схождение (или расхождение). Если схождение положительное, расстояние между бортами ободьев перед мостом меньше, чем позади моста. Если схождение отрицательное, расстояние между фланцами ободьев перед мостом больше, чем позади моста.

Нулевое схождение колес желательно для уменьшения напряжений, воздействующих на элементы рулевого управления, однако моменты, возникающие при движении, в переднеприводном автомобиле стремятся сдвинуть передние колеса в направлении друг друга спереди (положительное схождение), а в заднеприводном автомобиле — раздвинуть колеса (отрицательное схождение). Нежелательному отрицательному схождению противодействует положительное схождение и наоборот. На рис. 5.15, 5.16 и 5.17 изображены нулевое, положительное и отрицательное схождение соответственно.

Развал — это угол между плоскостью колеса и перпендикуляром к плоскости дорожного полотна, измеренный в момент, когда колеса направлены прямо вперед (рис. 5.18). В этой конструкции осевая линия колеса вертикальна.

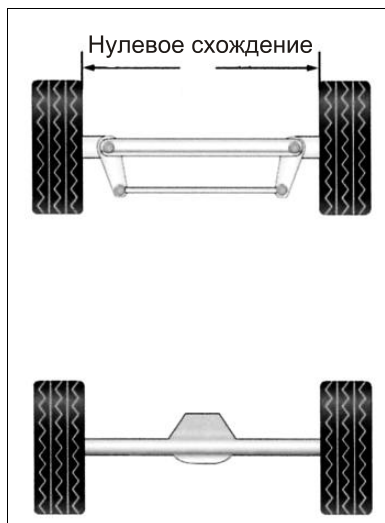


Рис. 5.15. Нулевое схождение

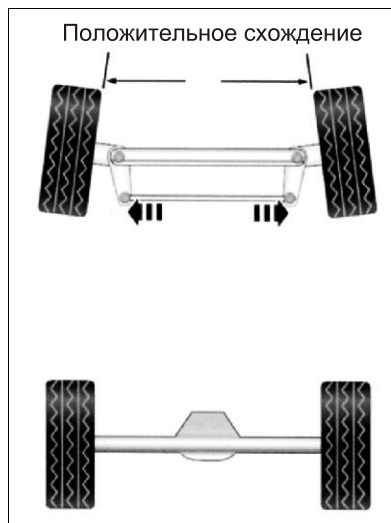


Рис. 5.16. Положительное схождение

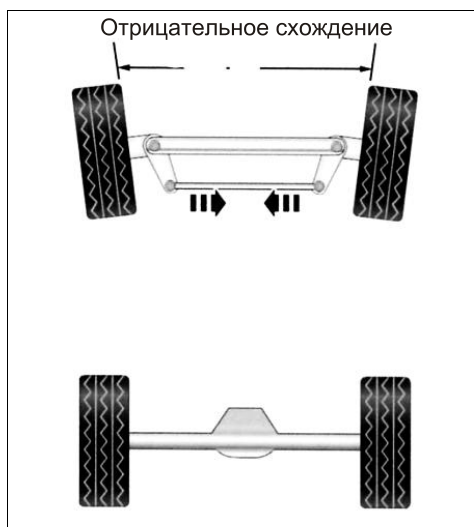


Рис. 5.17. Отрицательное схождение



**Рис. 5.18.** Нулевой развал

Развал колес определяется при взгляде на автомобиль спереди или сзади. На рис. 5.19 изображен положительный развал колес — верхняя часть колеса наклонена наружу. На рис. 5.20 изображен отрицательный развал колес — верхняя часть колеса наклонена внутрь.

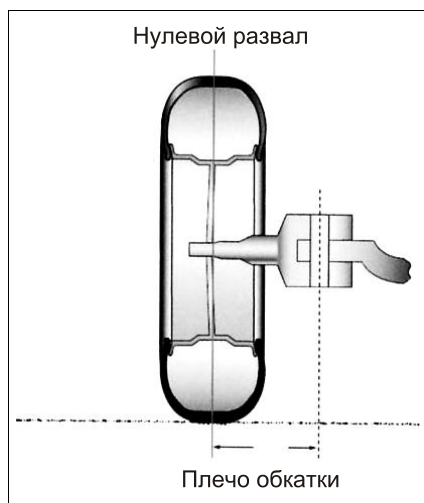


**Рис. 5.19.** Положительный развал

Усилие, прикладываемое водителем к рулевому колесу, должно преодолевать сопротивление шин для обеспечения поворота по плечу обкатки (рис. 5.21).

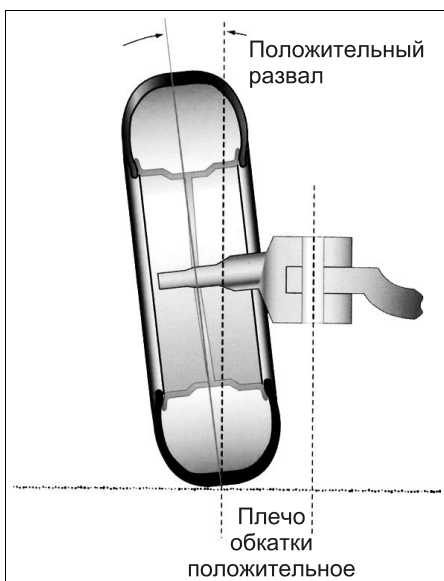


**Рис. 5.20.** Отрицательный развал

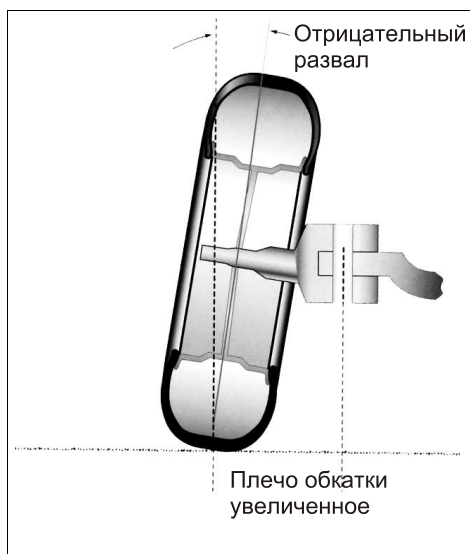


**Рис. 5.21.** Плечо обкатки при нулевом развале

При положительном развале, когда верхняя часть колеса наклонена наружу, плечо обкатки укорачивается, благодаря чему уменьшается влияние сил, действующих на колеса, на рулевое управление (рис. 5.22).



**Рис. 5.22.** Плечо обкатки при положительном развале



**Рис. 5.23.** Плечо обкатки при отрицательном развале

При отрицательном развале, когда верхняя часть колеса наклонена внутрь, плечо обкатки удлиняется, из-за чего возрастает влияние сил, воздействующих на колеса, на рулевое управление (рис. 5.23).

### **5.2.1. Диагностика и техническое обслуживание подвески**

Техническое обслуживание и диагностика осуществляются непосредственно на автомобиле, для чего используются специальные стенды. Их существует два типа:

- стенды, создающие длительные колебания колес с переменной частотой (при которых в определенный момент происходит резонанс) и фиксирующие амплитуды при резонансе;
- стенды, создающие кратковременные колебания колес и фиксирующие количество циклов затухания колебаний.

Для стендов первого типа оценочным параметром (рис. 5.24) является амплитуда резонансных колебаний. Если ее значение менее 50 мм (размер А), то амортизаторы находятся в хорошем состоянии, если более 50 мм (размер Б) — амортизаторы необходимо заменить.

Для стендов второго типа оценочным параметром является количество циклов затухания колебаний. Если эти колебания составляют один полупериод (рис. 5.25) — амортизатор исправен, если большее число полупериодов — амортизатор требует замены.

При отсутствии специальных стендов для проверки действия амортизаторов передней и задней подвесок установите автомобиль на эстакаду или смотровую канаву и начинайте его раскачивать, нажимая руками поочередно с правой и левой стороны передней и задней части, так, чтобы амплитуда колебаний достигла 30–50 мм. Затем отпустите кузов и наблюдайте за амплитудой колебаний. Если кузов совершает более полутора циклов колебаний, то амортизаторы требуют замены.

При замене амортизаторов рекомендуется также заменить резиновые втулки, буфера, а также защитные чехлы, если они имеют повреждения — это продлит срок службы амортизаторов.

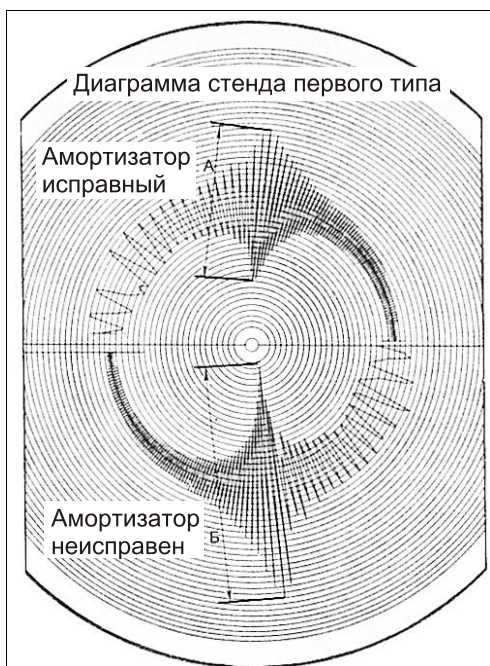


Рис. 5.24. Диаграмма стенда первого типа

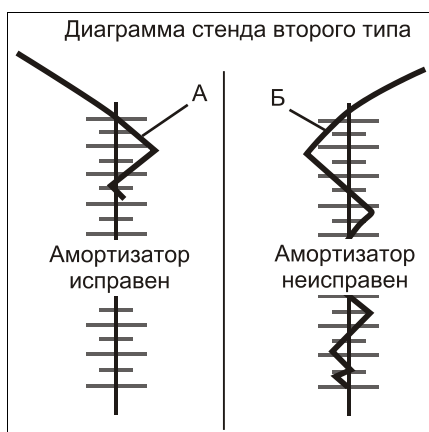


Рис. 5.25. Диаграмма стенда второго типа

В результате повышенного износа деталей или нарушения регулировки в передней и задней подвесках могут возникать различные неисправности:

- ☐ скрипы и стуки;
- ☐ увод автомобиля от траектории прямолинейного движения;
- ☐ неравномерный и увеличенный износ шин;
- ☐ раскачивание автомобиля на ходу;
- ☐ скрежет.

Причины шума и стука в передней подвеске при движении автомобиля:

- ☐ неисправность амортизаторной стойки подвески;
- ☐ ослабление крепления верхней опоры стойки к кузову;
- ☐ осадка, разрывы, отслоение резины от корпуса опоры стойки;
- ☐ износ шарниров рычагов подвески, стоек стабилизатора;
- ☐ износ шарового шарнира нижнего рычага подвески;
- ☐ уменьшение жесткости или поломка пружин;
- ☐ разрушение буфера хода сжатия;
- ☐ ослабление болтов крепления штанги стабилизатора.

Первоначально необходимо проверить подвеску на предмет механических повреждений. Наиболее часто встречающаяся неисправность — поломка пружины подвески. Эту неисправность необходимо устранить незамедлительно, т. к. она может создать аварийную ситуацию. Затем проверьте затяжку всех гаек и болтов передней и задней подвески. Осмотрите амортизаторные стойки на предмет подтекания амортизаторной жидкости.

Увод автомобиля от прямолинейного движения может быть вызван:

- ☐ разным давлением воздуха в шинах;
- ☐ нарушением регулировки углов установки колес;
- ☐ разрушением одной из верхних опор амортизаторных стоек подвески;

- различной жесткостью пружин подвески;
- неодинаковым износом шин;
- повышенным дисбалансом передних колес;
- деформацией рычагов передней подвески;
- заеданием одной или нескольких тормозных колодок при отпущенной педали рабочей тормозной системы.

### 5.3. Устройство и работа рулевого управления

Рулевое управление служит для поворота передних колес автомобиля во время его движения и состоит из рулевого привода и рулевого механизма. Для того чтобы движение колес автомобиля на повороте происходило без бокового скольжения, управляемые колеса должны поворачиваться на различные углы: внутреннее колесо на больший угол, а внешнее — на меньший.

Рулевой механизм служит для преобразования вращательного движения рулевого колеса в поступательное прямолинейное движение, передаваемое колесам. Для прямолинейного движения нужно преобразовать вращательное движение рулевого колеса в качение рулевой сошки или создать возвратно-поступательное движение рейки рулевого механизма. Помимо этого, рулевой механизм обеспечивает понижающее передаточное число, благодаря которому уменьшается усилие, прикладываемое водителем для управления колесами. Это особенно важно, когда автомобиль неподвижен или медленно двигается и вращение руля максимально затруднено.

Соотношение между углом поворота рулевого колеса и углом поворота колес называется передаточным числом рулевого управления. Передаточные числа могут быть постоянными и переменными. Рулевое управление с постоянным передаточным числом именуется «линейным». При линейном рулевом управлении поворот рулевого колеса на фиксированное количество градусов перемещает управляемые колеса на пропорциональный

угол, зависящий от передаточного числа, при любом положении рулевого управления.

Рулевое управление с переменным передаточным числом именуется «пропорциональным». При пропорциональном рулевом управлении передаточное число изменяется с каждым поворотом рулевого колеса. Как правило, по мере увеличения угла поворота рулевого колеса скорость изменения угла поворота колес увеличивается. Передаточное число — это угол поворота рулевого колеса, деленный на угол поворота колес.

Обычно понижающее передаточное число рулевого управления находится в пределах от 14:1 до 22:1. При передаточных числах от 14:1 до 18:1, как правило, требуется усилитель рулевого управления. Для перемещения колес между предельными положениями требуется повернуть рулевое колесо на 3–4 полных оборота. Рулевой механизм должен быть достаточно прочным и выдерживать разные нагрузки, которым он подвергается в различных условиях движения. Водитель не должен ощущать через рулевое колесо толчки, сопровождающие движение.

### 5.3.1. Рулевые механизмы

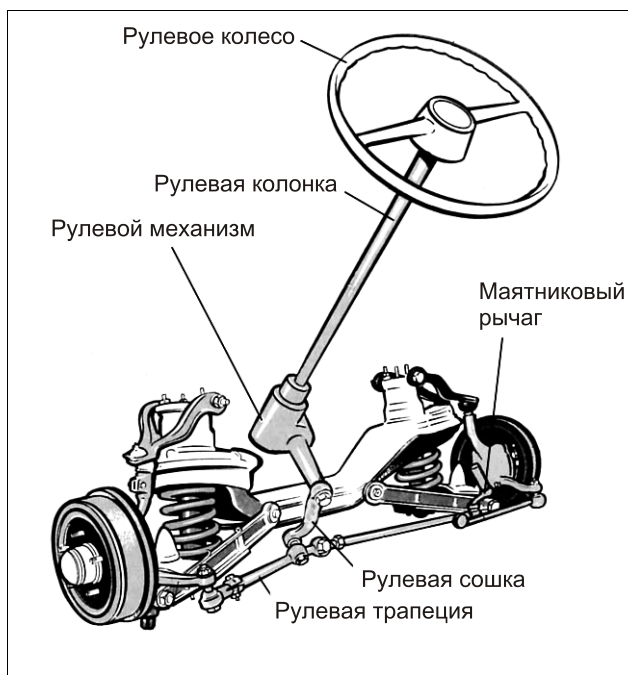
Существует несколько различных вариантов конструкций рулевых механизмов, но основных типов два:

- ☐ рулевые механизмы с вращательным движением (рис. 5.26);
- ☐ рулевые механизмы со скользящим движением (рис. 5.27).

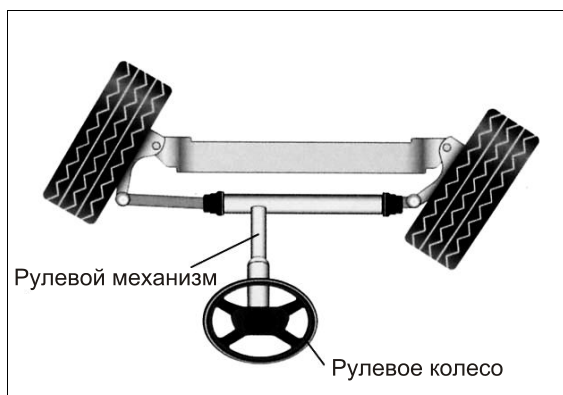
#### Рулевые механизмы с вращательным движением

Рулевые механизмы с вращательным движением имеют различные конструкции:

- ☐ шариковинтовой рулевой механизм;
- ☐ рулевой механизм типа «винт-гайка» с кольцами-ползунами;
- ☐ червячно-секторный рулевой механизм;
- ☐ червячно-роликовый рулевой механизм;
- ☐ рулевой механизм с червяком и роликовым пальцем.

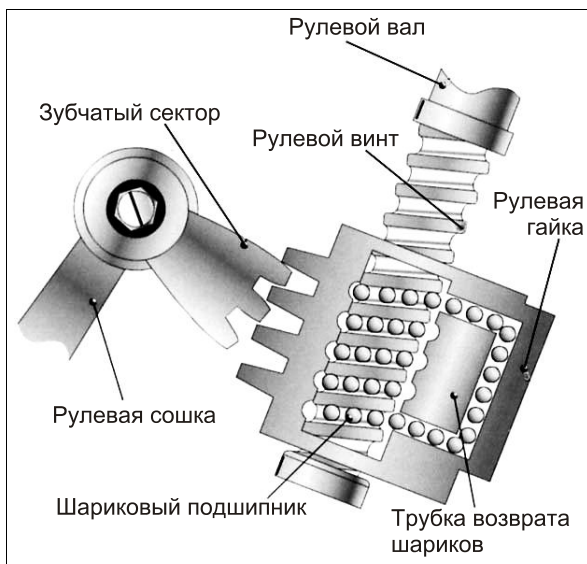


**Рис. 5.26.** Рулевой механизм с вращательным движением



**Рис. 5.27.** Рулевой механизм со скользящим движением

На рис. 5.28 изображен шариковинтовой рулевой механизм. В нем используется несколько шариков, которые циркулируют в «дорожках», образованных канавками, имеющимися в рулевой гайке и на рулевом валу. При вращении рулевого вала шарики катятся по «дорожкам» и заставляют рулевую гайку перемещаться вверх или вниз по рулевому валу. Рулевую сошку вращает зубчатый сектор, который находится в зацеплении с зубьями на рулевой гайке.

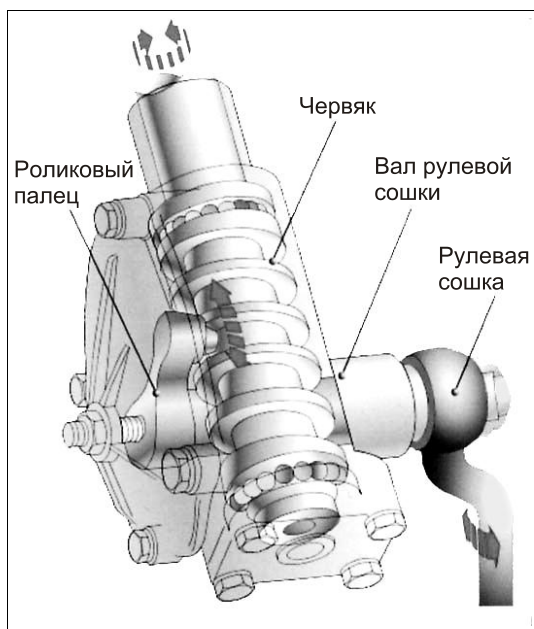


**Рис. 5.28.** Шариковинтовой рулевой механизм

Передаточное число в этом рулевом механизме постоянное. Шарики снижают трение между подвижными элементами, поэтому рулевой механизм этого типа практически не подвержен износу. Повышенный люфт в рулевом механизме, как правило, можно устранить путем регулировки положения рулевого вала.

На рис. 5.29 изображен рулевой механизм с червяком и роликовым пальцем. В его конструкции используется цилиндрический червяк с неравномерным шагом. При вращении червяка кониче-

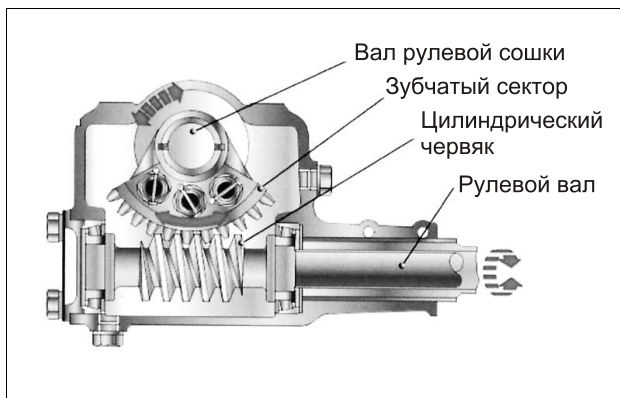
ский палец перемещается в осевом направлении вдоль червяка. Рулевая сошка закреплена на соответствующем валу, соединенным с пальцем, и может поворачиваться на  $70^\circ$ . Износ рабочих элементов этого механизма относительно низкий, люфт в рулевом вале и между пальцем и червяком регулируется. Передаточное число рулевого механизма с червяком и роликовым пальцем пропорционально изменяется вследствие неравномерного шага червяка.



**Рис. 5.29.** Рулевой механизм с червяком и роликовым пальцем

Червячно-секторный рулевой механизм представлен на рис. 5.30. В рулевом механизме этого типа на конце рулевого вала предусмотрен цилиндрический червяк, который перемещает зубчатый сектор. Преимущество червячного рулевого механизма заключается в том, что можно легко добиться высокого передаточного числа — до 22:1. Зубчатый сектор находится в постоянном заце-

плении с червяком, любой поворот рулевого вала вызывает поворот зубчатого сектора. Рулевая сошка закреплена на зубчатом секторе и может поворачиваться на  $70^\circ$ . Износ рулевого механизма этого типа относительно высокий из-за трения скольжения рабочих элементов. Недостаток червячно-секторного рулевого механизма состоит в том, что водителю требуется прикладывать к рулевому колесу значительное усилие.



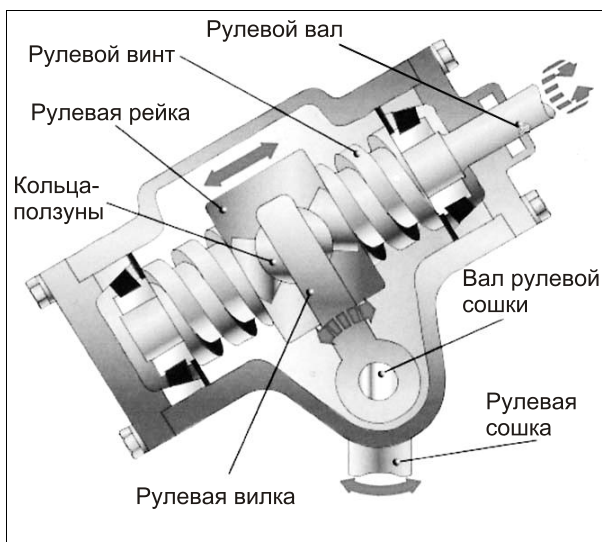
**Рис. 5.30.** Червячно-секторный рулевой механизм

На рис. 5.31 изображен рулевой механизм типа «винт-гайка» с кольцами-ползунами.

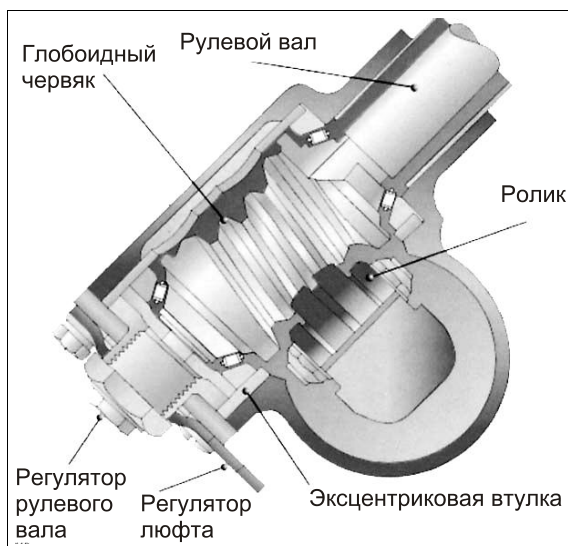
По принципу действия этот механизм аналогичен рулевому механизму с циркуляцией шариков. Кольца-ползуны, расположенные сбоку от рулевой гайки, передают перемещение гайки к рулевой вилке. Рулевая сошка, установленная на вал сошки, который находится на рулевой вилке, поворачивается на  $90^\circ$ . Износ рулевого механизма этого типа, вызываемый трением, как правило, высокий. Передаточное число постоянное.

Рис. 5.32 представляет червячно-роликовый рулевой механизм.

В этом рулевом механизме для передачи движения от червяка вместо зубчатого сектора используется ролик. Червяк в этом рулевом механизме сводится на конус в направлении к центру и



**Рис. 5.31.** Рулевой механизм типа «винт-гайка» с кольцами-ползунами



**Рис. 5.32.** Червячно-роликовый рулевой механизм

принимает форму, напоминающую песочные часы (глобоидную). Преимущество этой формы червяка в том, что она позволяет ролику поворачиваться относительно своего центра, и это уменьшает размер рулевого механизма. Рулевая сошка прикреплена к валу ролика и может поворачиваться на  $90^\circ$ . Передаточное число остается постоянным. Повышенный люфт можно устранить, отрегулировав положение рулевого вала.

## Рулевой механизм со скольжением

На рис. 5.33 изображен рулевой механизм с постоянным шагом зубьев — наиболее распространенный тип рулевого механизма, применяемый в современных автомобилях.

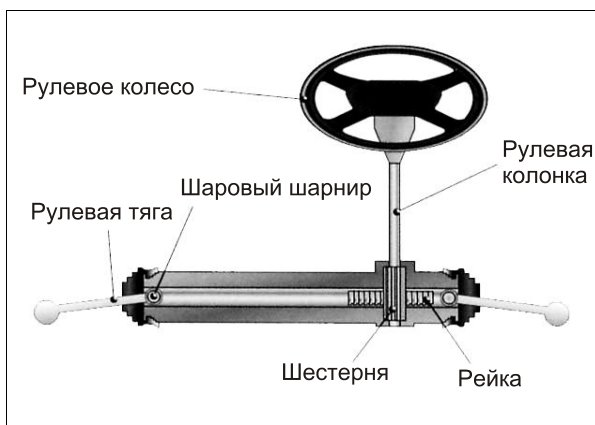


Рис. 5.33. Рулевой механизм с постоянным шагом зубьев

В реечных рулевых механизмах для создания линейного перемещения рейки используется вращающаяся шестерня. Зубья шестерни находятся в постоянном зацеплении с зубьями рейки, и любое перемещение вала рулевой колонки вызывает поперечное перемещение рулевой рейки. Перемещение рейки напрямую передается к рулевым тягам, установленным на обоих концах рейки. Шаровые шарниры, расположенные между рейкой и рулевыми тягами, обеспечивают возможность независимого вертикаль-

ного перемещения рулевых тяг. Рейка удерживается в зацеплении с шестерней с помощью подпружиненной прижимной колодки, которая регулирует любой зазор между зубьями. Трение скольжения между рейкой и шестерней осуществляет амортизирующее действие и поглощает толчки, возникающие при движении.

В числе преимуществ реечного рулевого механизма — прямое рулевое управление. Передаточное число постоянное.

На рис. 5.34 изображена рейка рулевого механизма с переменным шагом зубьев. Для наглядности корпус и шестерня рулевого механизма не показаны.



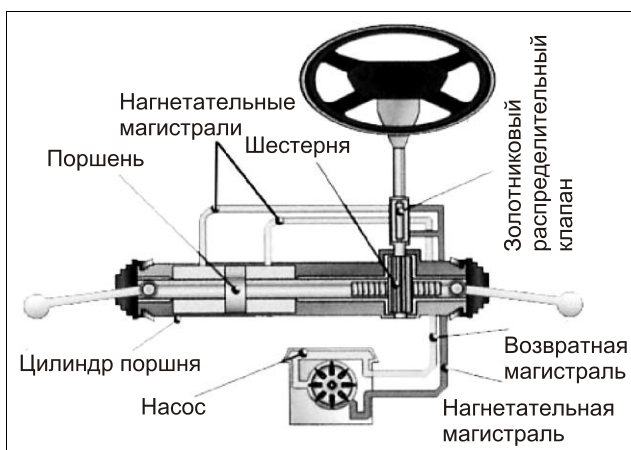
**Рис. 5.34.** Рейка рулевого механизма с переменным шагом зубьев

Реечный рулевой механизм с переменным шагом зубьев работает так же, как и описанный выше реечный рулевой механизм с постоянным шагом. В центре рейки шаг зубьев больше, чем на краях. Переменный шаг дает возможность увеличивать передаточное число рулевого управления по мере вращения шестерни. Зубья в центре рейки обеспечивают большее перемещение рейки при каждом повороте шестерни, для чего требуется относительно большое усилие. Зубья на концах рейки обеспечивают меньшее

перемещение рейки, для чего требуется относительно небольшое усилие водителя. Для устранения этого недостатка на современных автомобилях устанавливаются усилители рулевого управления. Фактически в этой системе, чем больше поворачивается рулевое колесо, тем меньше усилие. При движении по прямой рулевое управление тяжелее, чем при повороте рулевого колеса в предельное положение — это облегчает маневрирование и парковку.

В реечном рулевом механизме с переменным шагом предусмотрено пропорционально возрастающее передаточное число.

На рис. 5.35 (см. также на цветной вклейке рис. ЦВ 5.35) изображена типовая гидравлическая система усилителя рулевого управления, оснащенная жидкостным насосом, который служит для подачи рабочей жидкости под давлением в гидравлический контур. Насос может иметь электрический привод и находиться в бачке усилителя рулевого управления или иметь механический привод от двигателя.



**Рис. 5.35.** Гидравлическая система усилителя рулевого управления

Механические насосы, как правило, снабжены отдельным бачком для рабочей жидкости. Рабочая жидкость под давлением, создан-

ным насосом, поступает в золотниковый распределительный клапан в рулевом механизме. Когда рулевой вал находится в прямолинейном положении, рабочая жидкость проходит через золотниковый распределительный клапан и возвращается в бак. При повороте рулевого колеса золотниковый распределительный клапан направляет рабочую жидкость на соответствующую сторону поршня, который располагается в цилиндре на конце реечного рулевого механизма. Тяга, присоединенная к поршню, соединена с рейкой, и любое давление рабочей жидкости, воздействующее на поршень, способствует перемещению рейки. Рабочая жидкость с обратной стороны возвращается в бак через золотниковый распределительный клапан. При повороте рулевого колеса в другом направлении происходит противоположный процесс. Если усилитель рулевого управления выходит из строя, сохраняется механическое действие рулевого механизма, но при этом придется прикладывать гораздо большее усилие.

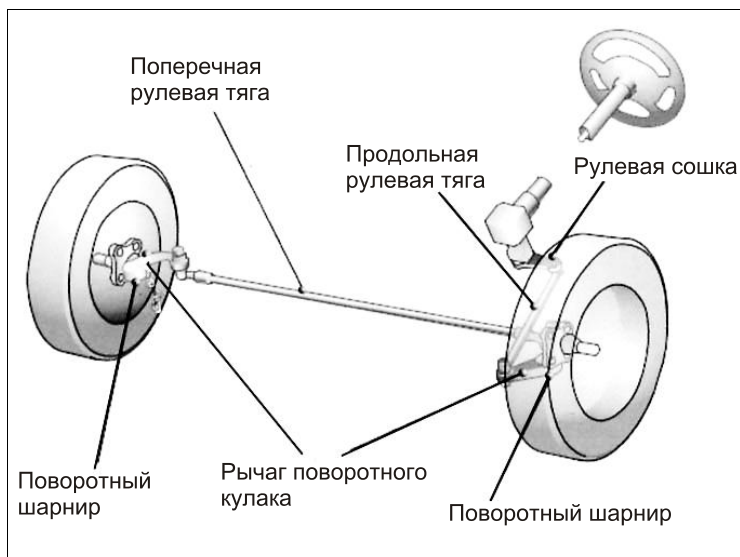
### **5.3.2. Рулевой привод**

Рулевой привод служит для передачи усилия водителя через рулевое колесо к управляемым колесам автомобиля. Рулевой механизм преобразует вращательное движение рулевого колеса в прямолинейное движение, которое тянет тяги рулевого привода. Преобразованное движение передается от рулевого механизма к рулевому приводу. Шаровые шарниры на концах продольных и поперечных рулевых тяг обеспечивают возможность любых поворотных и вращательных перемещений в приводе. Компоновка и количество поперечных рулевых тяг в рулевом приводе зависит от конструкции моста и подвески.

### **Варианты компоновки приводов рулевого механизма**

Простейшая конструкция рулевого привода — это односекционная поперечная рулевая тяга, перемещаемая рулевой сошкой (рис. 5.36). Рулевая сошка толкает или тянет продольную рулевую тягу для перемещения рычага, который соединен с поворот-

ным шарниром на поворотном кулаке. Поперечная рулевая тяга соединяет оба поворотных шарнира на поворотных кулаках передних колес автомобиля. Любое перемещение одного из поворотных шарниров передается через рулевую тягу к шарниру на противоположном поворотном кулаке.

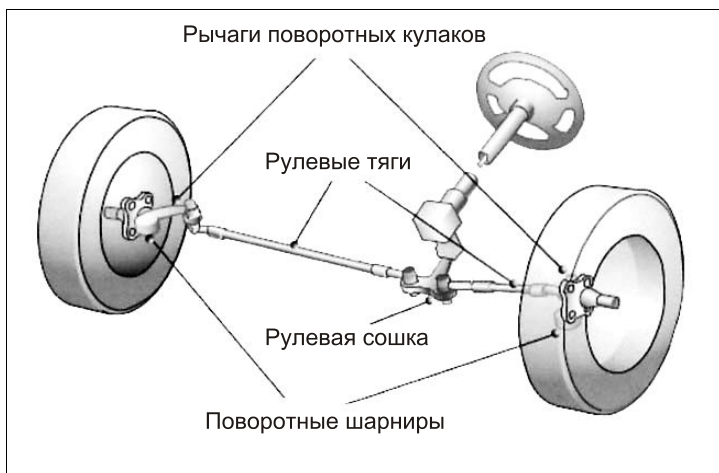


**Рис. 5.36.** Рулевой привод с односекционной рулевой тягой

Рулевой привод этого типа, как правило, применяется в автомобилях с жестким мостом, в которых расстояние между рычагами поворотных кулаков не изменяется. Для соединения продольной рулевой тяги с рычагами поворотных кулаков служат шаровые шарниры.

На рис. 5.37 изображен доработанный вариант односекционной рулевой тяги — рулевой привод с двухсекционной рулевой тягой, перемещаемой рулевой сошкой. Рулевая сошка тянет или толкает две отдельные рулевые тяги, которые соединены с рычагами поворотных кулаков посредством шаровых шарниров. Перемещение рулевых тяг поворачивает поворотные шарниры на поворот-

ных кулаках. Рулевой привод этого типа, как правило, применяется в автомобилях с независимой подвеской, в которой поворотные шарниры могут перемещаться один независимо от другого.

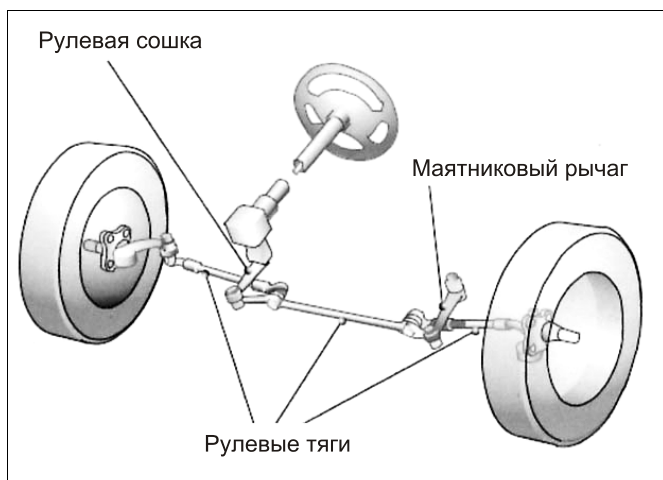


**Рис. 5.37.** Рулевой привод с двухсекционной рулевой тягой

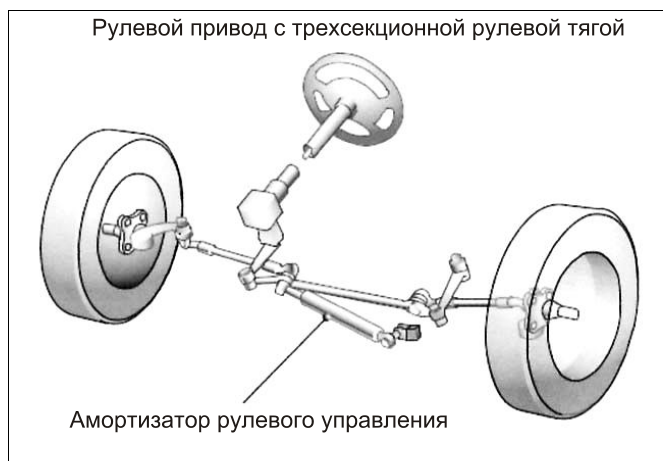
Рулевой привод с трехсекционной рулевой тягой, перемещаемой рулевой сошкой, представлен на рис. 5.38. В этой рулевой тяге предусмотрен маятниковый рычаг, который передает движение рулевого управления к противоположной стороне автомобиля. Рулевой привод этого типа применяют в автомобилях с независимой подвеской, но у этого варианта конструкции высокая стоимость.

Трехсекционная рулевая тяга обеспечивает самую высокую степень точности и максимальный контроль над рулевым управлением. При движении автомобиля по неровной дороге толчки передаются через рулевой привод и механизм рулевого управления водителю. Для смягчения этих толчков на рулевой привод устанавливают амортизатор. Амортизаторы рулевого управления могут быть встроены в рулевой привод любого типа (рис. 5.39), но в автомобилях с реечным рулевым механизмом их применяют не

часто. Амортизатор рулевого управления помогает противодействовать повышению усилий на рулевом колесе и непреднамеренному перемещению рулевого колеса.

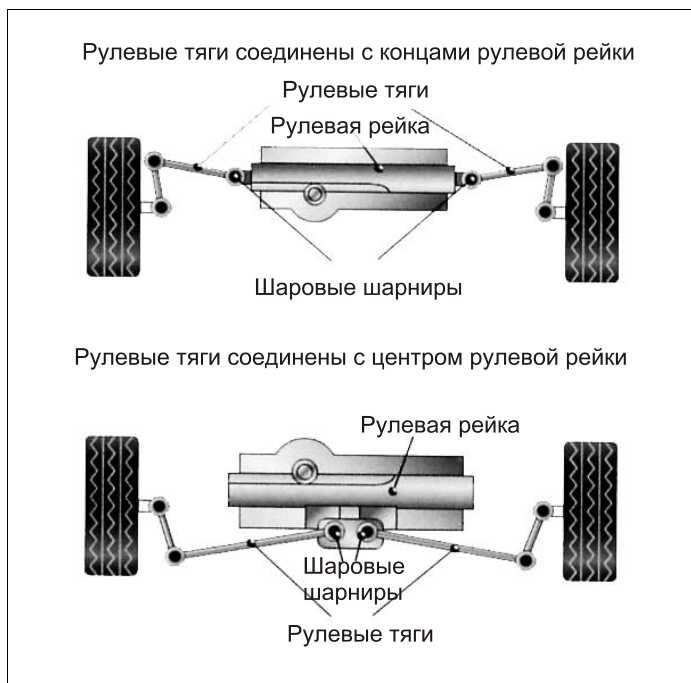


**Рис. 5.38.** Рулевой привод с трехсекционной рулевой тягой



**Рис. 5.39.** Амортизаторы рулевого управления

На рис. 5.40 изображены рулевые приводы с двухсекционными рулевыми тягами перемещаемой рейки. В реечной системе рулевого управления для передачи рулевого воздействия к поворотным кулакам используются две рулевые тяги.



**Рис. 5.40.** Рулевые приводы с двухсекционными рулевыми тягами

Существуют также рулевые рейки для соединения с поворотными кулаками. В них применяются рулевые привода похожей конструкции. Прямолинейное перемещение рулевой рейки передается через шаровой шарнир на рулевые тяги.

### **5.3.3. Диагностика и техническое обслуживание передней, задней подвески и рулевого управления**

#### **Неисправности и способы их устранения**

Величина свободного хода рулевого колеса указана в инструкции по эксплуатации автомобиля. Увеличенный свободный ход обнаруживается покачиванием рулевого колеса. Причин для его возникновения может быть несколько:

- ☐ ослабление затяжки гаек крепления шаровых шарниров рулевых тяг;
- ☐ увеличенный зазор шаровых шарниров рулевых тяг;
- ☐ увеличенный зазор шаровых шарниров рычагов передней подвески;
- ☐ люфт в результате износа передних ступичных подшипников;
- ☐ люфт в результате износа зубьев рулевого механизма;
- ☐ люфт в упругой муфте, соединяющей рулевой механизм с валом рулевого колеса;
- ☐ люфт в подшипниках рулевого вала рулевого колеса.

Для устранения неисправности необходимо проверить затяжку всех креплений и произвести замену изношенных деталей.

Шум (стуки) в рулевом управлении могут вызвать следующие причины:

- ☐ ослабление гаек крепления шаровых шарниров рулевых тяг;
- ☐ увеличение зазора между упором рейки и гайкой;
- ☐ ослабление гаек крепления рулевого механизма, а также все вышеперечисленные неисправности.

Тугое вращение рулевого колеса:

- ☐ повреждение подшипника верхней опоры вала рулевого колеса;
- ☐ понижение давления воздуха в шинах передних колес;
- ☐ повреждение деталей телескопической стойки и подвески колес;

- ☐ нарушение работы насоса рулевого гидроусилителя;
- ☐ попадание посторонних частиц в гидросистему рулевого управления;
- ☐ повышенный уровень масла в бачке насоса рулевого управления;
- ☐ износ или повреждение манжет рулевого механизма и насоса;
- ☐ износ шлангов гидросистемы.

Для устранения неисправностей необходимо проверить затяжку всех креплений и произвести замену изношенных узлов и деталей, а также проверить уровень жидкости гидроусилителя рулевого управления и заменить изношенные и поврежденные детали гидроусилителя.

\* \* \*

Итак, вы ознакомились с основными принципами технического обслуживания, диагностики и ремонта современных автомобилей. Уверен, мои советы окажутся вам полезны. Удачи в работе!

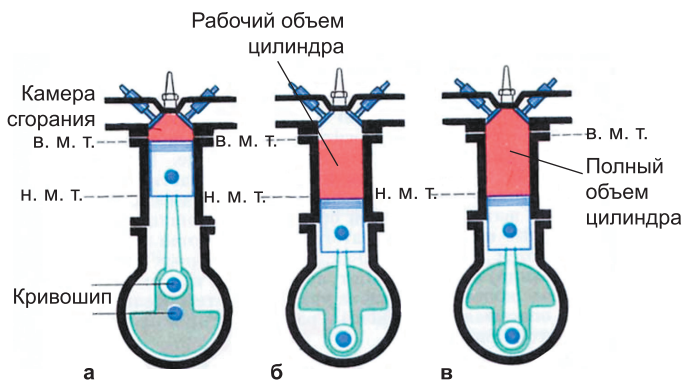


Рис. ЦВ 2.6. Схема работы цилиндра двигателя

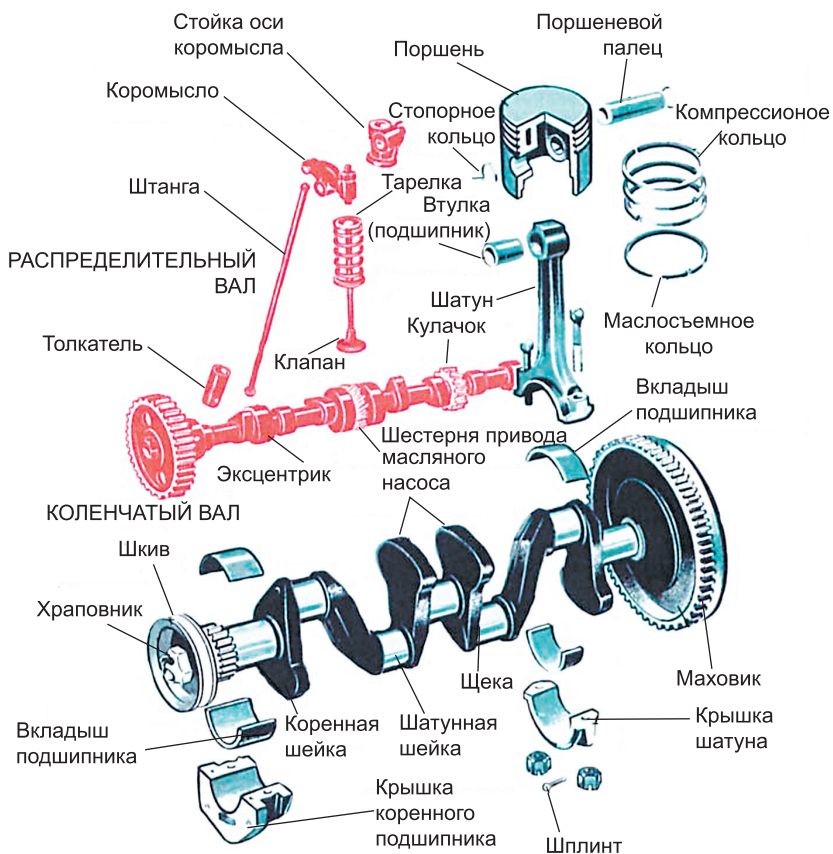


Рис. ЦВ 2.14. Устройство кривошипно-шатунного и газораспределительного механизмов

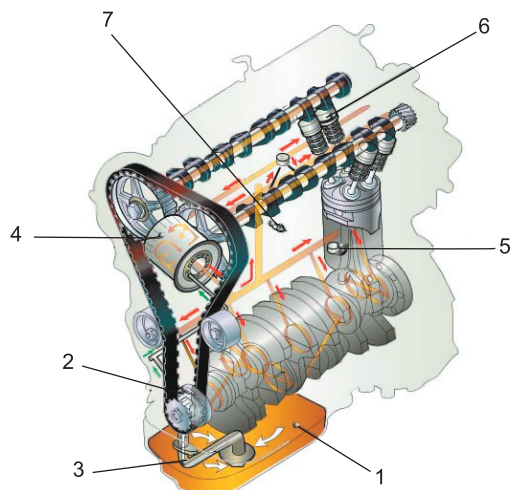


Рис. ЦВ 2.24. Принудительная система смазки с мокрым картером.  
 1. Масляный поддон. 2. Масляный насос. 3. Маслозаборник с сетчатым фильтром. 4. Масляный фильтр тонкой очистки. 5. Форсунки охлаждения поршня. 6. Гидравлический толкатель (гидрокомпенсатор). 7. Датчик давления масла

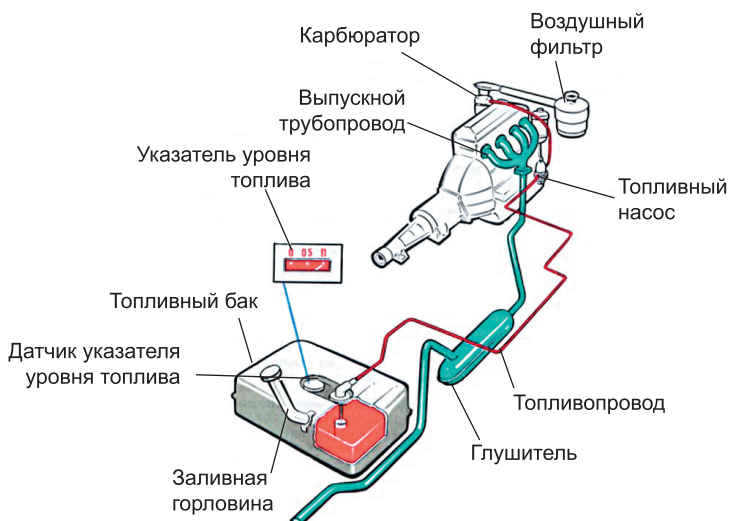


Рис. ЦВ 2.29. Система подачи топлива

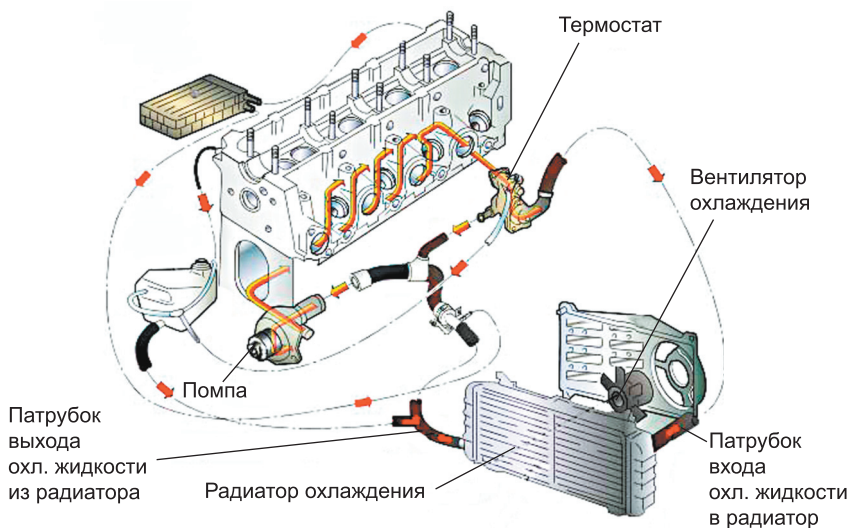


Рис. ЦВ 2.56. Циркуляция охлаждающей жидкости

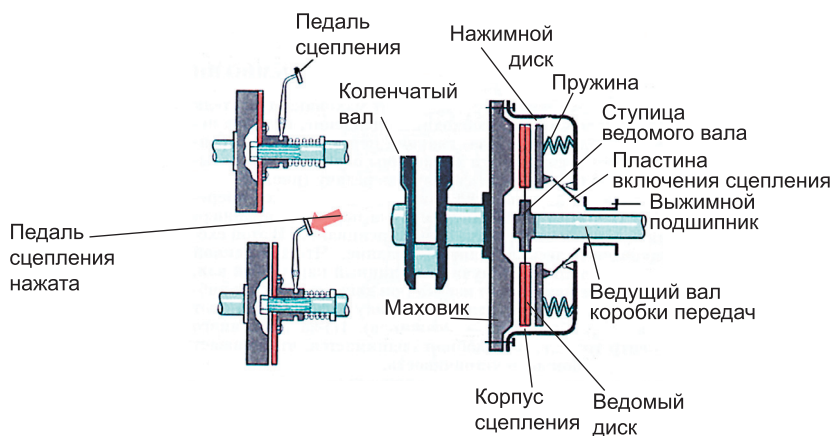


Рис. ЦВ 4.3. Принцип действия сцепления

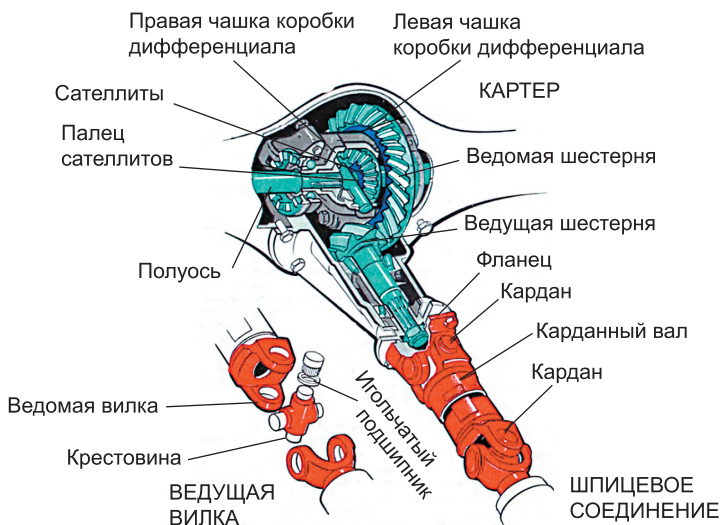


Рис. ЦВ 4.6. Задний мост и карданная передача

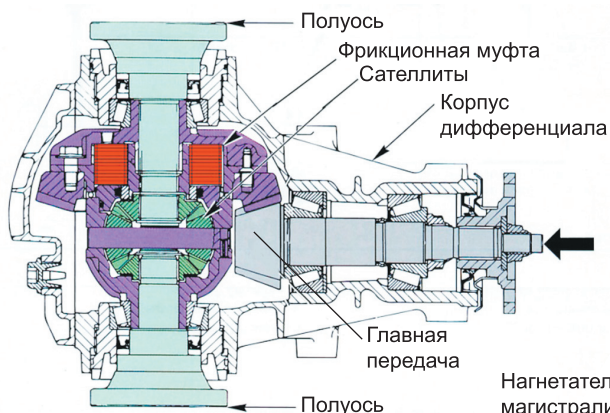


Рис. ЦВ 4.9. Устройство дифференциала (ошибка: фрикционная муфта)

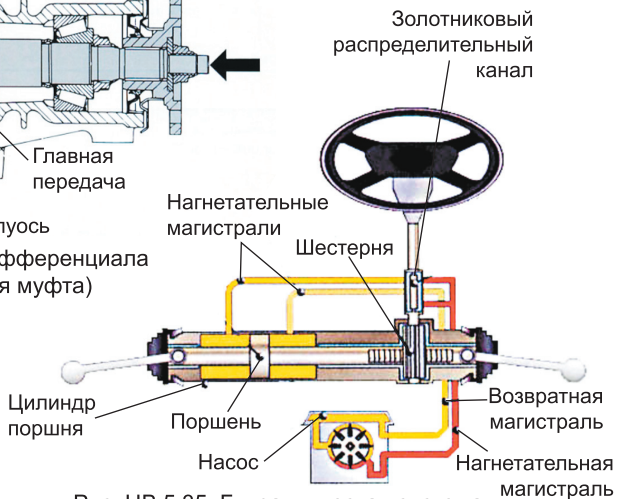


Рис. ЦВ 5.35. Гидравлическая система усилителя рулевого управления