

# ОСНОВЫ КОНСТРУКЦИИ СОВРЕМЕННОГО АВТОМОБИЛЯ

УЧЕБНИК  
ДЛЯ ВУЗОВ



**ОК 005-93, т. 2; 953750**  
**УДК 629.113.001(075)**  
**ББК 39.33**  
**0-75**

Рекомендовано УМО вузов РФ Минобрнауки России по образованию в области транспортных машин и транспортно-технических комплексов в качестве учебного пособия для студентов ВУЗов, обучающихся по направлениям: **190109 – Наземные транспортно-технологические средства, 190600 – Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов**

Учебное пособие

## **ОСНОВЫ КОНСТРУКЦИИ СОВРЕМЕННОГО АВТОМОБИЛЯ**

*Редакторы* Михаил Бирюков, Сергей Козлов, Виктор Леликов, Виктор Маслов  
*Макет и обложка* Екатерина Бронникова  
*Верстка* Наталья Дородницына, Светлана Стикс, Вячеслав Юрин  
*Художники* Андрей Павловский, Александр Перфильев  
*Технический редактор* Лариса Рассказова  
*Корректор* Ирина Чистякова

---

Подписано в печать 20.09.12. Формат 70×100 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная. Печать офсетная  
Усл. печ. л. 27,09. Тираж 5000 экз. Заказ

ООО «Издательство «За рулем»  
107045, Москва, Селивёрстов пер., д. 10, стр. 1  
Для писем: 107150, Москва, 5-й проезд Подбельского, д. 4а  
[www.zr.ru/corp/books/](http://www.zr.ru/corp/books/)  
Реализация: тел.: (499) 267-30-65, 261-71-81 <http://shop.zr.ru>



Отпечатано в ОАО «Можайский полиграфический комбинат»  
143200, г. Можайск, ул. Мира, 93  
[www.oaompk.ru](http://www.oaompk.ru), [www.oolmpk.pf](http://www.oolmpk.pf) тел.: (495) 745-84-28, (49638) 20-685

---

**Иванов А.М., Солнцев А.Н., Гаевский В.В.,  
Клюкин П.Н., Осипов В.И., Попов А.И.**

О-75 Основы конструкции современного автомобиля. — М. ООО «Издательство «За рулем», 2012. — 336 с.: ил.

ISBN 978-5-903813-06-3

Книга является учебным пособием для студентов технических специальностей автомобильных вузов при изучении курса «Основы конструкции автомобиля», может быть использована для курса «Техника транспорта» при подготовке экономистов и менеджеров автомобильного профиля в вузах и в системе среднего профессионального образования, а также может быть полезна всем, кто интересуется конструкцией современных автомобилей.

Перепечатка, копирование и воспроизведение данного издания в любой форме, включая электронную, запрещены.

УДК 629.113.001(075)  
ББК 39.33

© **Иванов А.М., Солнцев А.Н., Гаевский В.В.,  
Клюкин П.Н., Осипов В.И., Попов А.И., 2012**  
© **ООО «Издательство «За рулем», 2012**

ISBN 978-5-903813-06-3

# Оглавление

Предисловие	
Глава 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОМОБИЛЕ	8
§ 1. История развития конструкции	8
§ 2. Автомобиль и современное общество. Требования к конструкции.	
Законодательные ограничения	12
§ 3. Общее устройство автомобиля	17
Типы автомобилей	20
Преимущества и недостатки различных компоновок	22
Маркировка автомобилей	32
Техническая характеристика автомобиля	32
§ 4. Ведущие мировые производители автомобилей	34
Глава 2. ДВИГАТЕЛЬ	36
§ 5. Эволюция автомобильных двигателей	36
§ 6. Принципы действия различных типов двигателей	37
Четырехтактный двигатель	37
Двухтактный двигатель	41
Роторно-поршневые двигатели	42
Газотурбинные двигатели	44
§ 7. Характеристики двигателя	45
§ 8. Кривошипно-шатунный механизм	47
Балансировка двигателей	50
Блок цилиндров	52
Головка блока цилиндров	54
Поршень	55
Шатун	57
Коленчатый вал	58
§ 9. Газораспределительный механизм	60
Клапаны	60
Привод клапанов	62
Тепловые зазоры в приводе	64
Фазы газораспределения	64
Изменение фаз газораспределения и степени открытия клапанов	65
§ 10. Смазочная система	68
Применяемые масла	68
Устройство смазочной системы	68
Смазочные системы с сухим картером	73
Вентиляция картера	74
§ 11. Система охлаждения	74
Устройство системы охлаждения	77
§ 12. Система питания двигателя внутреннего сгорания с искровым зажиганием	81
Используемое топливо	81
Устройство системы питания бензинового двигателя	82
Токсичность отработавших газов	84
§ 13. Системы впрыска бензина	86
Система питания с электронным распределенным впрыском бензина	87
Непосредственный впрыск бензина	95

§ 14. Система питания дизеля .....	99
Механические системы впрыска .....	101
Топливные насосы высокого давления .....	101
Система питания Common Rail .....	104
Устройство компонентов системы Common Rail .....	106
§ 15. Система питания газовым топливом .....	110
§ 16. Наддув в ДВС .....	111
Промежуточное охлаждение воздуха .....	112
Регулирование давления наддува .....	112
Механический наддув .....	115
§ 17. Зажигание в двигателях .....	116
§ 18. Источники электрического тока .....	120
Глава 3. ТРАНСМИССИЯ .....	124
§ 19. Назначение.. .....	124
§ 20. Механические трансмиссии .....	125
Сцепление .....	126
Привод сцепления .....	131
Коробка передач.. .....	133
Карданная передача .....	139
Полукарданные шарниры .....	142
Шарниры равных угловых скоростей .....	143
Конструктивные особенности шарниров .....	144
Главная передача .....	146
Дифференциал .....	149
§ 21. Автоматические трансмиссии .....	151
Гидромеханическая передача .....	152
Коробки передач с вариаторами .....	158
Клиноременные вариаторы .....	159
Тороидные вариаторы .....	163
Автоматизированные коробки передач .....	164
Автоматические коробки передач с двойным сцеплением .....	166
§ 22. Трансмиссии полноприводных автомобилей .....	167
Компоновки полноприводных трансмиссий .....	168
Дифференциалы полноприводных автомобилей .....	173
§ 23. Тенденции развития автомобильных трансмиссий .....	177
Глава 4. КОЛЕСА, ПОДВЕСКА, МОСТЫ .....	179
§ 24. Автомобильные колеса .....	179
§ 25. Устройство автомобильного колеса .....	180
§ 26. Пневматические шины .....	182
Конструкция шины .....	183
Классификация шин .....	185
Рисунки протектора шин. ....	187
Маркировка шин .....	189
Безопасные шины .....	192
§ 27. Подвеска .....	195
Подрессоренные и неподрессоренные массы .....	196
Схождение и развал колес .....	197
Упругие элементы .....	198
Стабилизаторы поперечной устойчивости .....	203
Амортизаторы .....	204

Элементы крепления подвесок .....	207
Подвески современных легковых автомобилей .....	208
Подвески на двойных рычагах .....	208
Подвеска Мак-Ферсон .....	211
Многозвенные подвески .....	213
Подвески на продольных рычагах .....	213
Подвески с торсионной балкой .....	214
Регулируемые подвески .....	214
Активные подвески .....	216
Особенности подвесок грузовых автомобилей .....	218
§ 28. Мосты .....	220
Глава 5. РУЛЕВОЕ УПРАВЛЕНИЕ .....	224
§ 29. Назначение рулевого управления. Способы поворота автомобиля .....	224
§ 30. Общее устройство рулевого управления .....	227
Рулевой механизм .....	229
Рулевой привод .....	234
Усилители рулевого управления .....	235
§ 31. Электронные системы стабилизации траектории ESP .....	238
§ 32. Направления развития конструкции рулевого управления .....	239
Глава 6. ТОРМОЗНОЕ УПРАВЛЕНИЕ .....	241
§ 33. Назначение тормозного управления. Способы торможения .....	241
§ 34. Типы тормозных систем. Классификация .....	242
§ 35. Тормозные механизмы .....	248
§ 36. Тормозной привод .....	255
§ 37. Антиблокировочные системы .....	269
§ 38. Противобуксовочные системы .....	274
§ 39. Перспективные направления развития тормозных систем .....	277
Глава 7. НЕСУЩАЯ СИСТЕМА. КУЗОВ .....	280
§ 40. Назначение и типы несущих систем .....	280
§ 41. Конструкция автомобильных рам .....	280
§ 42. История развития автомобильного кузова .....	281
§ 43. Классификация и требования к конструкции современных кузовов .....	282
§ 44. Типовые конструкции кузовов современных автомобилей .....	286
Кузовы легковых автомобилей .....	286
Кузовы автобусов .....	288
Кабины и кузова грузовых автомобилей .....	290
§ 45. Материалы для изготовления кузовов .....	292
Тонколистовая сталь .....	292
Алюминиевые сплавы .....	293
Пластмассы (пластики) .....	294
Композитные материалы .....	294
§ 46. Окраска и коррозионная защита кузовов .....	294
§ 47. Кузов и аэродинамика автомобиля .....	296
§ 48. Кузов и безопасность автомобиля .....	298
Безопасность несущего кузова .....	299
Защита от бокового удара .....	300
Ограничение перемещения пассажиров .....	301
Надувные подушки безопасности .....	304
Тенденции развития систем безопасности автомобиля .....	306

§ 49. Дополнительное оснащение кузова .....	308
Системы освещения .....	308
Стеклоочистители .....	311
Приборы .....	311
Вспомогательные системы.....	313
Системы для комфорта и удобства .....	314
Обогрев, вентиляция и кондиционирование воздуха .....	315
Кондиционеры и климатические установки .....	316
Глава 8. ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ КОНСТРУКЦИИ АВТОМОБИЛЯ .....	319
§ 50. Перспективные направления развития конструкции автомобиля.....	319
§ 51. Применение альтернативных видов топлива .....	320
§ 52. Эффективное использование энергии и снижение вредного воздействия на окружающую среду и здоровье населения .....	322
Аккумуляторные батареи .....	323
Электродвигатели .....	324
Гибридные автомобили .....	325
Топливные элементы.....	331

Человечество во все времена искало возможности для перемещения на большие расстояния, затрачивая на это минимальное время. Первоначально для этого использовались животные, позже стали создаваться механические средства для перевозки людей и грузов по земле, воде и воздуху. В нашу эпоху наиболее массовым наземным транспортным средством является автомобиль.

## Общие сведения об автомобиле

### § 1

#### ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ КОНСТРУКЦИИ

**Автомобиль** — наземное безрельсовое механическое транспортное средство, приводимое в действие собственным двигателем и имеющее не менее четырех колес. В ряде случаев к автомобилям относят и трехколесные транспортные средства, если их собственная масса превышает 400 кг.

Запас источника энергии для работы двигателя может находиться непосредственно на автомобиле (топливо в баках, электрическая энергия тяговых аккумуляторных батарей) либо подводиться от стационарных устройств (контактная сеть троллейбуса).

Попытки создания безлошадных «самобеглых» экипажей предпринимались начиная с XVII в. На рис. 1.1 изображена трехколесная повозка с паровым двигателем, созданная военным инженером Николя Кюньо во Франции в 1769 г. Паровая машина, развивавшая мощность около 2 л. с., располагалась на переднем колесе и поворачивалась вместе с ним. Повозка могла перевозить до 3 т груза со скоростью 2–4 км/ч. При движении требовались частые остановки для поддержания огня в топке, чтобы постоянно обеспечивать необходимое давление пара. В те годы экипажи с паровым двигателем не могли конкурировать с гужевыми повозками и поэтому не получили широкого применения.

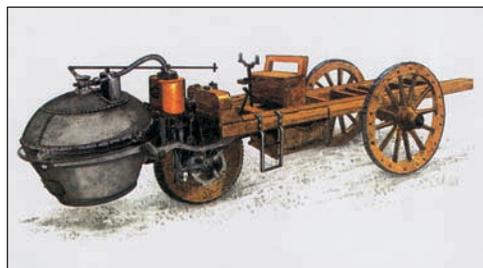


Рис. 1.1. Экипаж Николя Кюньо с паровым двигателем

частые остановки для поддержания огня в топке, чтобы постоянно обеспечивать необходимое давление пара. В те годы экипажи с паровым двигателем не могли конкурировать с гужевыми повозками и поэтому не получили широкого применения.

Ситуация принципиально изменилась после создания двигателя внутреннего сгорания (ДВС). В 1859–1860 гг. французский механик Этьен Ленуар построил поршневой двигатель, который работал за счет сжигания в цилиндре светильного газа. Правда,

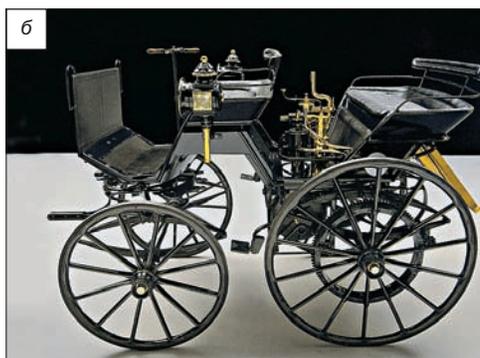


Рис. 1.2. Первые автомобили: а — Карла Бенца; б — Готлиба Даймлера

конструкция такого двигателя была ближе к паровой машине, чем к известному нам двигателю внутреннего сгорания. Более удачную конструкцию двигателя создал в 1876 г. в Германии Николаус-Август Отто. Поршневой газовый двигатель Отто работал по четырехтактному циклу (один рабочий ход поршня и три подготовительных), смесь газа с воздухом сжималась в цилиндре перед воспламенением запальной свечой.

Реально применить двигатель внутреннего сгорания на колесном экипаже удалось лишь после перевода его с газового топлива на жидкое нефтяное (бензин). Заслуга в создании такого двигателя принадлежит Готлибу Даймлеру. В 1885–1886 гг. немецкие инженеры Г. Даймлер и К. Бенц независимо друг от друга запатентовали коляски с двигателем внутреннего сгорания, которые и принято считать первыми в мире автомобилями (рис. 1.2). Двигатель Даймлера имел частоту вращения в 4–5 раз выше, чем у газовых двигателей того времени, что при равной мощности позволило существенно снизить габариты и массу двигателя.

Начало истории российского автомобилестроения положил автомобиль, построенный петербургскими промышленниками Е. А. Яковлевым и П. А. Фрезе в 1896 г. (рис. 1.3). Экипаж имел одноцилиндровый четырехтактный двигатель и мог развивать скорость свыше 20 км/ч. Двигатель имел ряд технических новшеств: электрическое зажигание, съемную головку цилиндра, смазку деталей под давлением.

Справедливости ради надо отметить, что в конце XIX — начале XX в. с бензиновыми автомобилями успешно конкурировали автомобили с электрическим и паровым приводом: было создано и выпускалось достаточно большое их количество. Но преимущества ДВС привели к тому, что постепенно (после 1910 г.) выпуск электро- и паромобилей сократился до минимума.

Паровые легковые автомобили фирмы Стенли, Уайт и Добл в США производились до середины 30-х годов. В Англии паровые грузовики Фоден и Сентинел выпускались и в 50-е годы. В целом причиной прекращения их производства стала даже не столько низкая экономичность, сколько эксплуатационные неудобства: долгий разогрев котла, сложность контроля за силовой установкой, замерзание воды зимой.

Конец XIX — начало XX в. характеризуются началом промышленного производства автомобилей во многих странах мира. В России среди других производителей наиболее крупным в тот период являлся авто-



Рис. 1.3. Первый российский автомобиль, построенный Е. А. Яковлевым и П. А. Фрезе

мобильный отдел Русско-Балтийского вагонного завода в Риге. В общей сложности предприятие с 1909 по 1915 г. выпустило более 800 автомобилей марки «Руссо-Балт» различных моделей (рис. 1.4).

Конструкция большинства автомобилей, выпускаемых в этот период, имела общие технические решения:

- четырехколесный (двухосный) экипаж, передние колеса управляемые, — задние, ведущие колеса были оснащены пневматическими шинами;
- несущим элементом автомобиля являлась рама, в передней части которой продольно был установлен многоцилиндровый двигатель внутреннего сгорания;
- трансмиссия состояла из фрикционного сцепления, одного или нескольких зубчатых редукторов (также применялись цепные или ременные передачи);
- рулевое управление включало в себя рулевое колесо, которое через редуктор было связано с передними поворотными колесами. Шкворни правого и левого управляемых колес соединялись шарнирной рулевой трапецией.

Многие принципиальные решения, заложенные в конструкцию автомобиля в те годы, успешно применяются и в настоящее время.

Сдерживало развитие автомобилизации в указанный период то, что выпускаемые автомобили имели высокую цену при низкой надежности. Они приобретались либо состоятельными людьми, либо для оснащения армии.

Началом массового выпуска автомобилей можно считать создание американским предпринимателем Генри Фордом удачной конструкции автомобиля «Ford-T» (рис. 1.5) и применение для его сборки с 1913 г. специализированного конвейера, что позволило резко увеличить объемы выпуска и, как следствие, снизить себестоимость автомобиля. За 19 лет было выпущено свыше 15 млн этих автомобилей. Автомобиль стал доступен гражданам со средним достатком. Можно сказать, что именно тогда автомобиль из экзотической игрушки превратился в массовое транспортное средство.

Важной вехой в истории автомобилестроения является начало применения на автомобилях двигателя внутреннего сгорания с воспламенением от сжатия. Данный тип двигателя был запатентован немецким инженером Рудольфом Дизелем в 1892 г., но на автомобилях (в первую очередь грузовых) дизель начал серийно устанавливаться в 20-е годы XX в. (рис. 1.6).



Рис. 1.4. Руссо-Балт К-12/20



Рис. 1.5. Первый массовый автомобиль Ford-T (США)



Рис. 1.6. Грузовой автомобиль с дизельным двигателем MAN 3Zc, 1924 г.

Период с конца 20-х годов до начала Второй мировой войны характеризовался совершенствованием отдельных систем автомобиля, увеличением мощности двигателей и скоростей движения. Фирмы-изготовители экспериментируют с местом расположения двигателя, с устройством подвески и трансмиссии. По заказу армии создаются многоосные автомобили, в том числе повышенной проходимости. Конструкции автомобилей различного назначения начинают существенно отличаться друг от друга.

После Второй мировой войны (в 50 — 60-е гг.) произошло резкое увеличение объемов выпуска автомобилей.

Революционным решением того времени было массовое применение в конструкции легковых автомобилей и автобусов несущих (безрамных) кузовов. Это позволило облегчить автомобиль, экспериментировать с формой кузова, расположить двигатель поперек автомобиля, сделать ведущими передние колеса и т. д.

Но резкое увеличение количества автомобилей привело и к негативным последствиям: повысилось число погибших и раненых на дорогах, загрязнилась окружающая среда, стала ощущаться нехватка углеводородного топлива.

Для уменьшения тяжести последствий массовой автомобилизации фирмы-изготовители под давлением общества и государства стали вносить в конструкцию существенные изменения. Можно проследить три этапа совершенствования конструкции автомобилей:

1. Повышение конструктивной безопасности (с начала 60-х годов).

В этот период на автомобиле стали применяться ремни и подушки безопасности, безопасные стекла, двухконтурные тормозные системы, ударопоглощающие бамперы и т. д.

2. Уменьшение расхода топлива (после нефтяных кризисов 70-х годов).

В это время началась борьба за снижение собственной массы автомобиля, придание ему аэродинамических форм. Совершенствуется конструкция двигателей, шин, исследуется вопрос применения альтернативных (не нефтяного происхождения) видов автомобильного топлива.

3. Уменьшение негативного влияния на окружающую среду (с середины 80-х годов).

Совершенствуется рабочий процесс двигателя, применяются различные фильтры и нейтрализаторы отработавших газов, уменьшающие объем вредных выбросов автомобиля. За счет различных конструктивных решений автомобиль становится менее шумным. Возникает вопрос о приспособленности конструкции автомобиля к переработке (утилизации) после прекращения эксплуатации. Исследуются экологически чистые типы силовых агрегатов.

Организация массового производства автомобилей в нашей стране приходится на период 1932–1941 гг. и связана со строительством Нижегородского автомобильного завода (ныне ГАЗ) и реконструкцией московского завода АМО (ныне АМО ЗИЛ). ГАЗ выпускал грузовые автомобили ГАЗ-АА и легковые ГАЗ-А (рис. 1.7), московский завод — грузовые ЗИС-5 (рис. 1.8).



Рис. 1.7. Легковой автомобиль ГАЗ-А, 1932 г.



Рис. 1.8. Автомобиль ЗИС-5, 1933 г.



Рис. 1.9. Отечественные легковые автомобили 50–60-х гг.: а — ГАЗ-М20 «Победа», 1954 г.; б — ЗАЗ-965, 1965 г.; в — ГАЗ-21Р «Волга», 1965 г.; г — Москвич-407, 1959 г.

В годы Великой Отечественной войны и после ее окончания были введены в строй новые заводы в городах Ульяновске (УАЗ), Минске (МАЗ), Запорожье (ЗАЗ), Кременчуге (КраЗ), Миассе (УралАЗ) и т. д. Развернут массовый выпуск легковых автомобилей на Московском заводе малолитражных автомобилей МЗМА (впоследствии «Москвич»). Некоторые модели легковых автомобилей этого периода изображены на рис. 1.9.

Резкое увеличение объема выпуска отечественных автомобилей связано с введением в строй в 1970 г. Волжского автомобильного завода (ВАЗ, г. Тольятти) и чуть позже Камского объединения по производству большегрузных автомобилей (КамАЗ, г. Набережные Челны).

## § 2

### **АВТОМОБИЛЬ И СОВРЕМЕННОЕ ОБЩЕСТВО. ТРЕБОВАНИЯ К КОНСТРУКЦИИ. ЗАКОНОДАТЕЛЬНЫЕ ОГРАНИЧЕНИЯ**

Современное общество невозможно представить без автомобиля. В мире в 2010 году произведено почти 78 млн. автомобилей, включая легковые, автофургоны, грузовые автомобили и автобусы.

Многомиллионный автомобильный рынок характеризуется значительным количеством производителей автомобилей, многообразием конструкций, созданных для использования в различных сферах деятельности человека: перевозка грузов и пассажиров, активное проведение досуга. Автомобиль может быть предметом массового потребления, средством для занятия спортом, носителем различных видов вооружения и т. д. На первый взгляд, многообразие сфер применения и задач, которые должны решаться с помощью автомобиля, приводит к хаотичному развитию автомобильных конструкций. В действительности автомобильный мир живет по достаточно жестким правилам, и, чтобы понять эти правила, надо сначала разобраться, какие требования предъявляются к конструкции автомобиля и кто эти требования выдвигает.

Требования к конструкции современного автомобиля выдвигаются со стороны общества, владельца и изготовителя автомобиля.

Общество обеспокоено тем, чтобы автомобиль не представлял повышенной опасности для людей, не загрязнял чрезмерно окружающую среду.

Владелец автомобиля желает, чтобы он сам, его пассажиры или груз были быстро, безопасно и с наименьшими затратами доставлены к пункту назначения. При этом современный автомобиль во многих случаях рассматривается владельцем не только как транспортное средство, но и как материальный предмет, который должен доставлять ему эстетическое удовольствие своим внешним видом, обеспечивать комфорт при использовании, подчеркивать уровень его благосостояния и т. п.

Производитель автомобиля, учитывая требования общества, стремится приспособить конструкцию автомобиля к желаниям будущего владельца и снизить себестоимость его производства.

На этапе производства изготовитель также предъявляет требования соответствия разработанной конструкции технологическим возможностям заводов, патентной чистоты изделия и проч., позволяющие обеспечивать в конечном итоге конкурентоспособность выпускаемых автомобилей.

Кроме того, требования к конструкции существенно зависят от условий эксплуатации, т. е. на каких дорогах, в каких климатических зонах будет эксплуатироваться автомобиль, каких пассажиров или какие грузы предполагается перевозить.

Сравнение весомости требований, выдвигаемых обществом, владельцем, изготовителем показывает, что требования первой стороны обязательны для выполнения и отражены в государственных нормативных актах (законодательные ограничения). Прочие требования к конструкции автомобиля диктует будущий владелец, покупая тот автомобиль, который удовлетворяет его требованиям в наибольшей степени. Требования изготовителя к конструкции являются вторичными, т. е. направлены на удовлетворение требований как можно большего числа будущих владельцев.

Автомобиль, в наибольшей степени удовлетворяющий требованиям владельца, общества и изготовителя, считается наиболее эффективным и качественным. Качество автомобиля определяется совокупностью его свойств, определяющих способность удовлетворять заданным требованиям в определенных условиях эксплуатации.

Попробуем разобраться в том, какие свойства автомобиля определяют его качество.

Все свойства автомобиля можно разбить на три группы: функциональные, потребительские и свойства общественной безопасности.

**Функциональные свойства** определяют способность автомобиля эффективно выполнять свою основную функцию — перевозку людей, грузов, оборудования, т. е. характеризуют автомобиль как транспортное средство. К этой группе свойств, в частности, относятся:

— тягово-скоростные свойства — способность двигаться с высокой средней скоростью, интенсивно разгоняться, преодолевать подъемы;

- управляемость и устойчивость — способность автомобиля изменять (управляемость) или поддерживать постоянными (устойчивость) параметры движения (скорость, ускорение, замедление, направление движения) в соответствии с действиями водителя;
- топливная экономичность — путевой расход топлива в заданных условиях эксплуатации;
- маневренность — способность движения на ограниченных площадях (например, на узких улицах, во дворах, паркингах);
- проходимость — возможность движения в тяжелых дорожных условиях (снег, распутица, преодоление водных преград и т. п.) и по бездорожью;
- плавность хода — способность движения по неровным дорогам при допустимом уровне вибровоздействия на водителя, пассажиров и на сам автомобиль;
- надежность — безотказная эксплуатация, длительный срок службы, приспособленность к проведению технического обслуживания и ремонта автомобиля.

**Комплекс потребительских свойств** характеризуется способностью удовлетворять требования владельца автомобиля (водителя, пассажира), не связанные непосредственно с эффективностью выполнения транспортного процесса. В этом случае автомобиль рассматривается не как транспортное средство, а как личная собственность владельца, часть его образа жизни. Перечень потребительских свойств автомобиля каждым человеком определяется индивидуально. К потребительским свойствам можно отнести:

- уровень комфорта при использовании — сложное свойство, определяемое удобством посадки, входа-выхода, наличием систем регулирования температуры (отопитель, кондиционер, климат-контроль), качеством аудиосистемы, наличием сервоприводов (электроподъемники стекол, дистанционное закрывание дверей и т. п.), качеством материалов обивки салона и т. д.;
- приспособленность к перевозке громоздких или длинномерных вещей (например, лыж);
- наличие устройств связи с внешним миром (встроенный телефон, телевизор, навигационная система);
- привлекательность внешнего вида автомобиля;
- престижность и соответствие моде.

**Свойства общественной безопасности**, как правило, жестко регламентируются государством в законодательном порядке (законодательные ограничения) и контролируются перед началом выпуска модели и в течение срока службы при периодических проверках технического состояния автомобиля в процесс эксплуатации.

Свойства безопасности подразделяются на три подгруппы:

**безопасность активная, пассивная и экологическая .**

**Свойства активной безопасности** характеризуют способность снижать вероятность вовлечения автомобиля в дорожно-транспортные происшествия и включают в себя:

- тормозные свойства — способность автомобиля быстро снижать скорость и надежно удерживаться на месте;
- управляемость и устойчивость в аварийных режимах — способность автомобиля к совершению резких маневров в критических ситуациях (объезд препятствия, крутой поворот);
- обзорность с места водителя — возможность водителя получить визуальную информацию об окружающей обстановке связана с конструкцией стекол, зеркал заднего вида и т. п.;
- внешнюю информативность автомобиля — количество, цвет, место расположения внешних световых приборов (фар, указателей поворота, сигналов торможения и т. п.);
- уровень шума на рабочем месте водителя — степень снижения работоспособности водителя при длительном воздействии шума.

**Свойства пассивной безопасности** определяют способность снижать тяжесть последствий уже совершившихся дорожно-транспортных происшествий и включают в себя:

- свойства, снижающие уровень травматизма водителя и пассажиров при аварии, связанные с энергопоглощающими свойствами кузова, наличием защитных устройств (ремней, надувных подушек безопасности, демпфирующих элементов внутри кузова, подголовников), конструкцией стекол, рулевой колонки, внутренней отделки салона;
- свойства, снижающие уровень травматизма пешеходов, определяются, например, отсутствием травмоопасных наружных выступов автомобиля;
- пожаробезопасность определяется конструкцией топливной системы, местом расположения топливного бака, наличием средств пожаротушения и т. п.

**Свойства экологической безопасности** характеризуют степень воздействия автомобиля на окружающую среду и включают в себя:

- уровень вредных элементов в отработавших газах автомобильных двигателей — степень загрязнения воздушной среды токсичными веществами, в первую очередь оксидом углерода, окислами азота, углеводородом, сажей;
- уровень внешнего шума — уровень вредного воздействия на людей, находящихся вблизи оживленных автомагистралей;
- степень использования экологически безвредных материалов в конструкции автомобиля, например безасбестовых тормозных колодок;
- приспособленность к утилизации — приспособленность автомобиля, его узлов и агрегатов к повторной переработке после выхода из строя.

В настоящее время новые автомобили, выпускающиеся в России или ввозимые на ее территорию, проверяются на соответствие европейским нормам безопасности, изложенным в многочисленных Правилах Европейской экономической комиссии ООН (Правилах ЕЭК ООН). Процедура подтверждения соответствия требованиям Правил называется сертификацией автомобиля, и при положительных ее результатах конкретная модель или все семейство автомобилей получают документ-одобрение типа транспортного средства.

В эксплуатации требования безопасности автомобиля контролируются при периодических государственных технических осмотрах.

Существует еще один вид законодательных ограничений, направленный на предотвращение чрезмерного износа автомобильных дорог и связанный с контролем за автомобилями, размеры которых не соответствуют геометрическим размерам элементов автомобильных дорог. Это предельные значения габаритных, весовых параметров тяжелых грузовых автомобилей, автопоездов, автобусов и максимально допустимые вертикальные нагрузки от отдельных осей на дорожное покрытие (осевые нагрузки). Указанные предельные значения устанавливаются государством в зависимости от конструкции автомобиля и дорожных условий. При их превышении движение по дорогам допускается при соблюдении специальных требований и каждая такая перевозка облагается дополнительным дорожным налогом для компенсации повышенного износа дорожного покрытия.

Пример весовых и габаритных ограничений в РФ для пятиосного седельного автопоезда (двухосный тягач и трехосный полуприцеп) при движении по магистральным дорогам приведен на рис. 1.10.

Все перечисленные выше свойства можно оценивать, если определены условия эксплуатации.

Условия эксплуатации автомобиля подразделяются на:

- дорожные условия эксплуатации, определяющиеся характеристиками автомобильной дороги (подъемы, спуски, повороты, тип дорожного покрытия, ширина проезжей части и т. п.), интенсивностью движения транспортного потока, значением законодательного ограничения скорости;



Рис. 1.10. **Весовые и габаритные ограничения в РФ для пятиосного седельного автопоезда:** габаритная ширина до 2,55 м (рефрижераторы до 2,60 м); полная масса до 40 т; высота до 4 м; длина до 16,5 м

- природно-климатические свойства эксплуатации, определяющиеся температурой, влажностью, давлением окружающего воздуха, интенсивностью осадков, сезонным изменением состояния дорожного покрытия;
- транспортные условия эксплуатации, определяющиеся дальностью перевозок и расстояниями между остановочными пунктами, видом и характеристиками груза, количеством пассажиров и т. д.;
- экономические условия эксплуатации, определяющиеся уровнем цен, тарифов, налогов в том или ином государстве;
- социальные условия эксплуатации, определяющиеся представлениями потребителей автомобиля о моде, престижности и т. д.

Набор свойств, определяющих качество автомобиля, их весомость по отношению друг к другу, будут зависеть от представлений каждого конкретного человека, от политики государства в данный период, условий предполагаемой эксплуатации. Учитывая, что сочетание этих факторов дает огромное количество вариантов, становится понятным то многообразие конструкций автомобилей, представленных на рынке, каждая из которых обеспечивает наилучшие свойства для конкретных потребителей и условий эксплуатации.

## § 3

### ОБЩЕЕ УСТРОЙСТВО АВТОМОБИЛЯ

Несмотря на огромное многообразие типов и моделей современных автомобилей, конструкция каждого из них состоит из набора агрегатов, узлов и механизмов, наличие которых позволяет называть транспортное средство «автомобилем». К основным конструктивным блокам относятся:

- двигатель;
- движитель;
- трансмиссия;
- системы управления автомобилем;
- несущая система;
- подвеска несущей системы;
- кузов (кабина).

**Двигатель** является источником механической энергии, необходимой для движения автомобиля. Механическая энергия получается за счет преобразования в двигателе другого вида энергии (энергии сгорающего топлива, электроэнергии, энергии предварительно сжатого воздуха и т. п.). Источник немеханической энергии, как правило, находится непосредственно на автомобиле и время от времени пополняется.

В зависимости от вида использованной энергии и процесса ее преобразования в механическую на автомобиле могут применяться:

- двигатели, использующие энергию сгорающего топлива (поршневой двигатель внутреннего сгорания, газовая турбина, паровой двигатель, роторно-поршневой двигатель Ванкеля, двигатель внешнего сгорания Стирлинга и т. п.);
- двигатели, использующие электроэнергию, — электродвигатели;
- двигатели, использующие энергию предварительно сжатого воздуха;
- двигатели, использующие энергию предварительно раскрученного маховика, — маховичные двигатели.

Наибольшее распространение на современных автомобилях получили поршневые двигатели внутреннего сгорания, использующие в качестве источника энергии жидкое топливо нефтяного происхождения (бензин, дизельное топливо) или горючий газ.

К системе «двигатель» относят также подсистемы хранения и подачи топлива и удаления продуктов сгорания (системы выпуска).

**Движитель** автомобиля обеспечивает связь автомобиля с внешней средой, позволяет ему «отталкиваться» от опорной поверхности (дороги) и преобразует энергию двигателя в энергию поступательного движения автомобиля. Основной тип движителя автомобиля — колесо. Иногда в автомобилях применяются комбинированные движители: для автомобилей высокой проходимости колесно-гусеничные движители (рис. 1.11), для автомобилей-амфибий колесный (при движении по дороге) и водометный (на плаву) движители.

**Трансмиссия** (силовая передача) автомобиля передает энергию от двигателя к движителю и преобразует ее в удобную для использования в движителе форму. Трансмиссии могут быть:

- механические (передается механическая энергия);



Рис. 1.11. Автомобиль ЗИС-42 с колесно-гусеничным движителем

- электрические (механическая энергия двигателя преобразуется в электрическую, передается к движителю по проводам и там снова преобразуется в механическую);
- гидрообъемная (вращение коленчатого вала двигателя преобразуется насосом в энергию потока жидкости, передающейся по трубопроводам к колесу, и там, посредством гидромотора, снова преобразуется во вращение);
- комбинированные (электромеханические, гидромеханические).

Наибольшее распространение на современных автомобилях получили механическая и гидромеханическая трансмиссии. Механическая трансмиссия (рис. 1.12) состоит из фрикционной муфты (сцепления), преобразователя крутящего момента, главной передачи, дифференциала, карданных передач, полуосей.

**Сцепление** — муфта, дающая возможность кратковременно разъединить и плавно соединить двигатель и связанные с ним механизмы трансмиссии.

Преобразователем крутящего момента является механизм, позволяющий ступенчато или бесступенчато изменять крутящий момент двигателя и направление вращения валов трансмиссии (для движения задним ходом). При ступенчатом изменении момента данный механизм называется **коробкой передач**, при бесступенчатом — **вариатором**.

**Главная передача** — зубчатый редуктор с коническими и (или) цилиндрическими шестернями, повышающий крутящий момент, передаваемый от двигателя к колесам.

**Дифференциал** — механизм, распределяющий крутящий момент между ведущими колесами и позволяющий вращаться им с разными угловыми скоростями (при движении на поворотах или по неровной дороге).

**Карданные передачи** представляют собой валы с шарнирами, связывающие между собой агрегаты трансмиссии и колес. Они позволяют передавать крутящий момент между указанными механизмами, валы которых расположены не соосно и (или) изменяют при движении взаимное расположение друг относительно друга. Количество карданных передач зависит от конструкции трансмиссии.

Гидромеханическая трансмиссия отличается от механической тем, что вместо сцепления устанавливается гидродинамическое устройство (**гидромуфта или гидротрансформатор**), выполняющее как функции сцепления, так и функции бесступенчатого вариатора. Как правило, это устройство размещается в одном корпусе с механической коробкой передач.

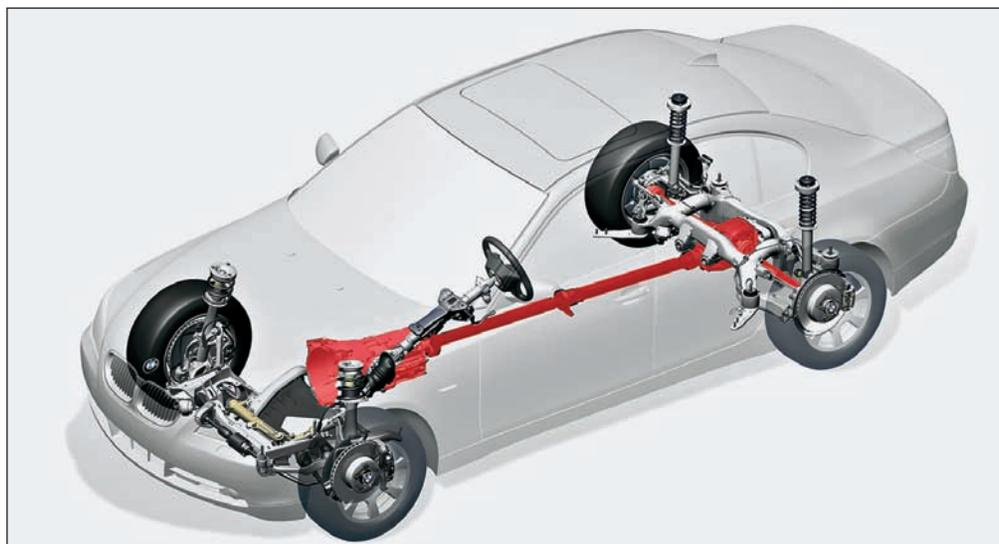


Рис. 1.12. Механическая трансмиссия классического автомобиля

Электрические трансмиссии применяются сравнительно редко (например, на тяжелых карьерных самосвалах, на внедорожных автомобилях) и включают в себя: генератор на двигателе, провода и систему электроуправления, электромоторы на колесах (электрические мотор-колеса).

При жестком соединении двигателя, сцепления и коробки передач (вариатора) данная конструкция называется **силовым агрегатом**.

В ряде случаев на автомобиле могут быть установлены несколько двигателей различных типов (например, двигатель внутреннего сгорания и электродвигатель), связанных друг с другом трансмиссией. Такая конструкция называется **гибридной силовой установкой**.

**Системы управления автомобилем** включают в себя:

- рулевое управление;
- тормозную систему;
- управление прочими системами автомобиля (двигателем, трансмиссией, температурой в кабине и т. д.).

Рулевое управление служит для изменения направления движения автомобиля, как правило, за счет поворота управляемых колес.

Тормозная система служит для уменьшения скорости движения автомобиля вплоть до полной остановки и надежного удержания его на месте.

**Несущая система автомобиля** служит для крепления на ней всех прочих узлов, агрегатов и систем автомобиля. Она может выполняться в виде плоской рамы (рис. 1.13) или объемного несущего кузова (рис. 1.14).

**Подвеска несущей системы** обеспечивает упругую связь колес с несущей системой и обеспечивает плавность хода автомобиля при движении по неровной дороге, уменьшает вертикальные динамические нагрузки, передаваемые на автомобиль от дороги.

**Кузов (кабина)** служит для размещения водителя, пассажиров, груза или специального оборудования, транспортируемого автомобилем. Как было отмечено выше, в ряде случаев кузов совмещает функции несущей системы (несущий кузов). К системе автомобиля «кузов» принято относить также многие узлы, агрегаты, подсистемы, не попавшие в другие системы автомобиля (внешние световые приборы, климатические установки в салоне, ряд устройств безопасности для водителя и пассажиров и т. д.).

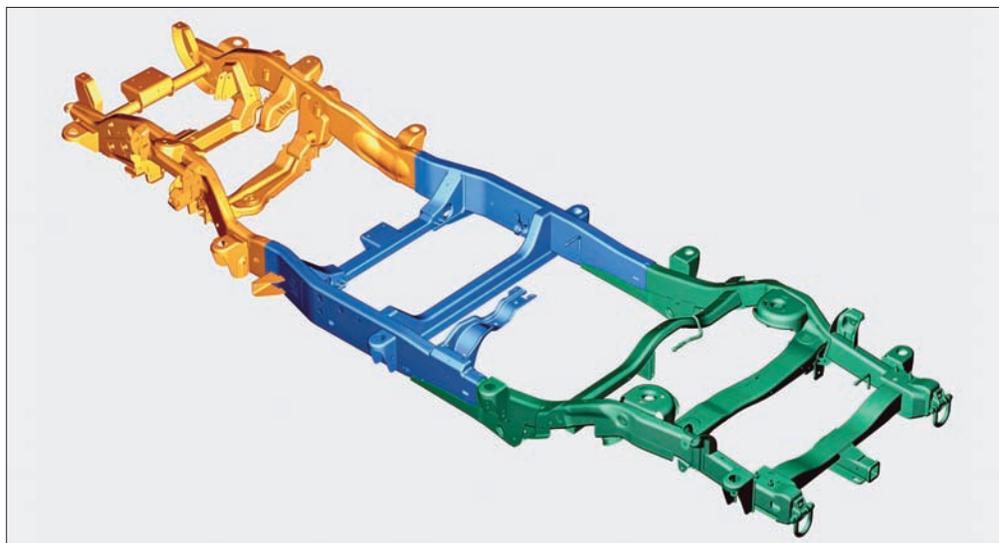


Рис. 1.13. Несущая система в виде лонжеронной рамы



Рис. 1.14. Несущий кузов легкового автомобиля

### ТИПЫ АВТОМОБИЛЕЙ

Огромное количество моделей и конструкций современных автомобилей может быть подразделено на определенные типы (или классы). Наиболее общая классификация транспортных средств (ТС) связана с их назначением. Данная классификация приведена в Международном стандарте ИСО 3833.

Весь парк дорожных ТС подразделяется на механические ТС (ТС с двигателем) и буксируемые ТС (прицепы и полуприцепы). Механическое ТС, буксирующее прицеп или полуприцеп, называется автопоездом. По назначению ТС подразделяются на :

- легковые автомобили (рис. 1.15а) — механические ТС, предназначенные, главным образом, для перевозки людей и их багажа, в которых размещается не более девяти посадочных мест, включая место водителя;
- грузовые автомобили (рис. 1.15б) — механические ТС, предназначенные, главным образом, для перевозки грузов или специального оборудования;
- автобусы и троллейбусы (рис. 1.15в) — механические ТС, предназначенные для перевозки людей и их багажа, в которых размещается более девяти посадочных мест, включая место водителя;
- мототранспортные средства (рис. 1.15г) — механические ТС, имеющие два, три, иногда четыре колеса (квадрициклы), снаряженная масса которых не превышает 400 кг и предназначенные для перевозки людей (особенности конструкций мототранспортных средств в данной книге не рассматриваются);
- прицепы (рис. 1.15д) — буксируемые тягачом ТС, предназначенные для перевозки грузов или пассажиров, в которых лишь незначительная часть их веса нагружает буксирующий автомобиль;
- полуприцепы (1.15е) — буксируемые тягачом ТС, предназначенные для перевозки грузов или пассажиров, в которых значительная часть их веса нагружает буксирующий автомобиль. В качестве буксирующего автомобиля в данном случае применяется специальный автомобиль, предназначенный исключительно для буксировки полуприцепа — седельный тягач.

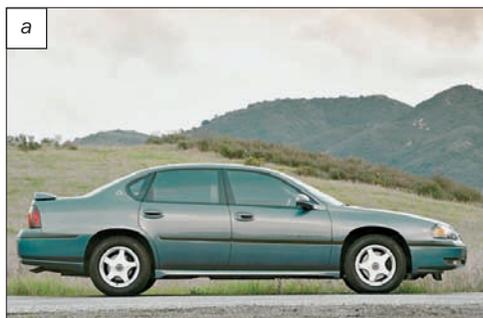


Рис. 1.15. Типы дорожных транспортных средств: а — легковой автомобиль; б — грузовой автомобиль; в — автобус; г — мотоцикл; д — прицеп; е — полуприцеп

Для каждого из приведенных крупных типов транспортных средств имеется более подробная классификация по различным признакам.

Так, легковые автомобили могут подразделяться по назначению (индивидуального пользования, такси, оперативных служб, спортивные и т. д.); по рабочему объему двигателя (табл. 1.1); по габаритным размерам (табл. 1.2); по типу кузова (см. гл. 7).

**Таблица 1.1. Российская классификация легковых автомобилей по рабочему объему двигателя**

Рабочий объем двигателя, л	Обозначение моделей
до 1,2	11xx
от 1,2 до 1,8	21xx
от 1,8 до 3,5	31xx
свыше 3,5	41xx

**Таблица 1.2. Европейская классификация легковых автомобилей по размерам**

Классы	А	В	С
Внешние размеры, мм			
Длина	до 3650	3600–3800	3800–4400
База	2150–2450	2350–2500	2400–2700
Ширина	1450–1600	1550–1650	1670–1740
Высота	1350–1480	1350–1480	1330–1440
Примеры автомобилей	Daewoo Matiz	Peugeot 207	VW Golf 5



Рис. 1.16. Грузовые автомобили: а — универсальный; б — специализированный; в — специальный

Автобусы подразделяются по полной массе (до или свыше 5 т), по количеству мест для сидения (до 17 мест, включая водителя, — маломестные автобусы); по назначению (городские, пригородные, междугородные). Отдельную группу образуют троллейбусы — пассажирские ТС, приводимые в движение электроэнергией, поступающей по проводам.

Грузовые автомобили, прицепы и полуприцепы по назначению могут быть универсальными (обычно в качестве грузового кузова используется открытая бортовая платформа, иногда со съёмным тентом), специализированными (кузов приспособлен для перевозки определенных видов грузов или имеются устройства самопогрузки-саморазгрузки), специальными (перевозится специальное технологическое оборудование) (рис. 1.16). Имеется класс грузовых автомобилей, предназначенных исключительно для буксировки прицепного состава: седельные тягачи для полуприцепов, балластные тягачи для тяжелых прицепов.

### ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ РАЗЛИЧНЫХ КОМПОНОВОК

С позиций влияния конструкции транспортного средства на его свойства важное значение имеет компоновка автомобиля — взаимное расположение основных систем автомобиля (двигателя, трансмиссии, движителя, систем управления, несущей системы, кузова).

Для легковых автомобилей в большинстве случаев применяется кузов, выполняющий функции несущей системы (несущий кузов), что уменьшает массу и обеспечивает достаточную свободу для расположения прочих систем автомобиля. Встречаются следующие компоновки легковых автомобилей: