

СИСТЕМЫ ОСВЕЩЕНИЯ, СВЕТОВОЙ И ЗВУКОВОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ

Система освещения и световой сигнализации предназначена для:

- освещения дороги,
- передачи информации о габаритных размерах автомобиля,
- предполагаемом или совершаемом маневре,
- для освещения номерного знака, кабины, салона, контрольно-измерительных приборов, багажника, подкапотного пространства.

Обязательный комплект световых приборов:

- не менее двух фар дальнего и ближнего света,
- по два габаритных огня;
- по два указателя поворота спереди и сзади,
- два световозвращателя;
- один фонарь освещения номерного знака, расположенный сзади.

Дополнительные светосигнальные приборы:

- контурные огни,
- боковые повторители указателей поворота,
- опознавательные знаки автопоезда и прицепов,
- боковые световозвращатели,
- огни преимущественного проезда.

Необязательные световые приборы:

- противотуманные фары,
- фары-прожекторы,
- прожекторы-искатели,
- задние противотуманные фонари,
- фонари заднего хода и увеличения габарита автомобиля,
- боковые габаритные и стояночные огни.

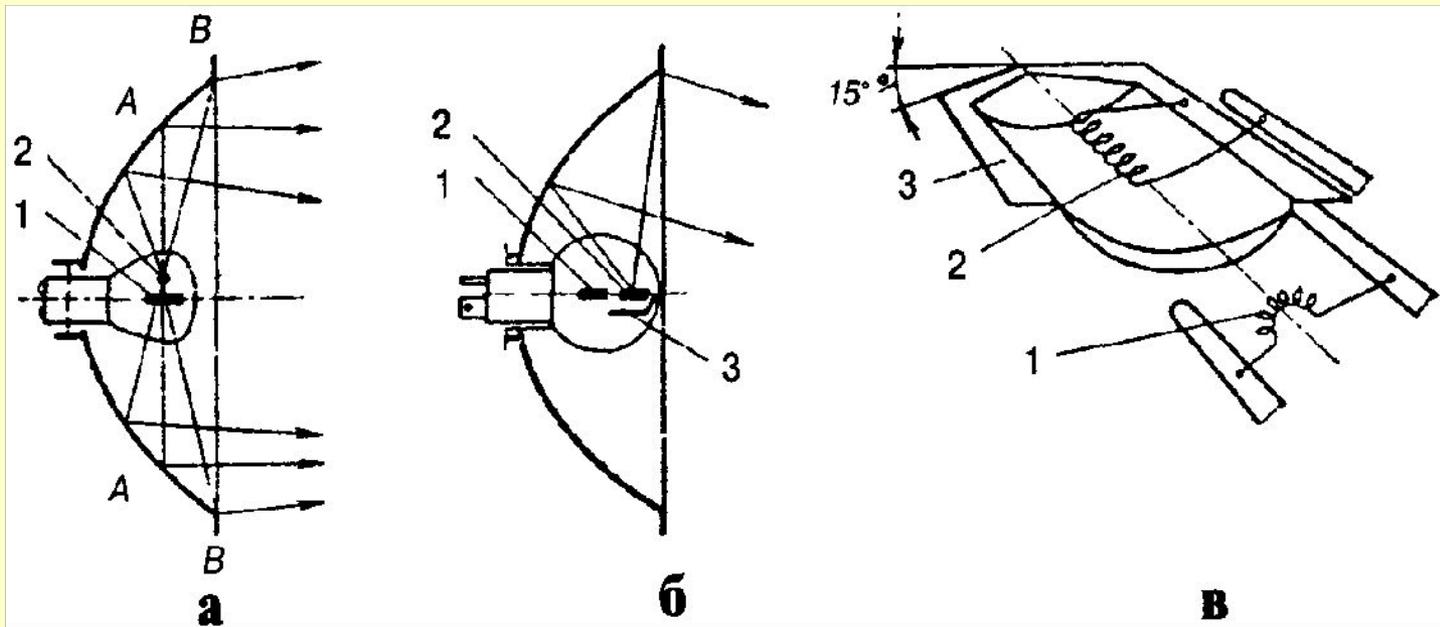
Основные характеристики

- **Световой поток F** — это мощность лучистой энергии, ощущаемой человеком через зрение.
- **Сила света - I** — световой поток, заключенный в единице телесного угла ω :
- $I = F/\omega$. Единица измерения силы света — канделла (кд).
-
- Условия освещения оценивают освещенностью E — световым потоком, приходящимся на единицу площади поверхности s :
- $E = F/s = I \cos \alpha / r^2$,
- где α — угол падения света; r — расстояние от источника света до поверхности.

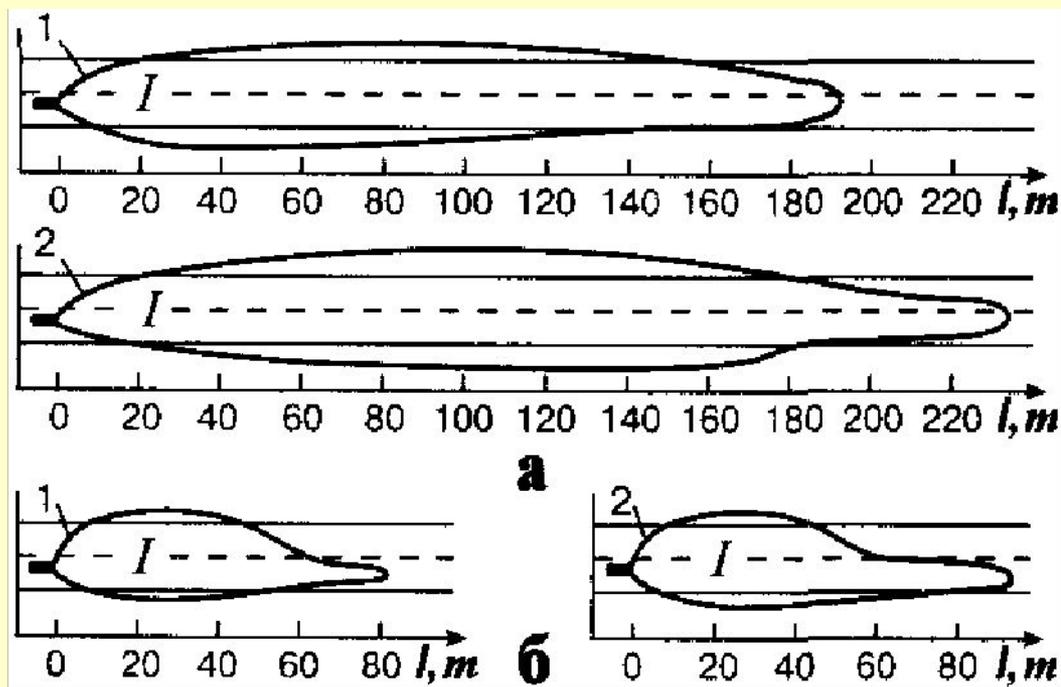
Требования к системе освещения и сигнализации:

- - обеспечение максимального КПД источника света,
- - определенное распределение светового потока в пространстве и освещенности дороги,
- - необходимая дальность видимости предметов,
- - исключение ослепления встречных водителей,
- - комфортность восприятия и точность информации о маневрах автомобиля;
- - не увеличивать аэродинамическое сопротивление автомобиля.

- **Европейская и американская система светораспределения**



Автомобильные фары с различными системами распределения ближнего света:
 а - американская система, б - европейская система,
 в - расположение экрана под нитью ближнего света; 1 - нить дальнего света,
 2 - нить ближнего света; 3 - экран



Схемы световых пятен на дороге при освещении фарой с европейской системой светораспределения:
 а - дальний свет; б - ближний свет; 1-е обычной лампой накаливания; 2 - с галогенной лампой

НОРМИРОВАНИЕ СВЕТОТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГОЛОВНЫХ ФАР

Полный остановочный путь автомобиля:

$$S_{\text{ост}} = \frac{VT}{3,6} + \frac{K_{\text{э}}V^2}{254\varphi} + l_0,$$

где $S_{\text{ост}}$ — полный остановочный путь автомобиля, м; V — скорость автомобиля, км/ч;

T — суммарное время различения препятствия, реакции водителя и срабатывания привода тормозов до начала торможения, с; φ — коэффициент сцепления шин с дорогой; $K_{\text{э}}$ — коэффициент эксплуатационного состояния тормозов, l_0 — запас остановочного пути до препятствия, м.

Освещенность:

$$E_{кр} = 0,2 + 0,01 S_{ОСТ}.$$

Сила света фар:

$$I = E_{кр} S_{ОСТ}^2 .$$

Коэффициент ослепленности:

$$C_{\phi} = 1 + \frac{0,5 + C_L}{L_a} \sum_{i=1}^n \frac{E_{ЗРi}}{\theta_i} ,$$

где C_L — коэффициент, зависящий от яркости (L_a) поля адаптации, кд/м²; $E_{ЗРi}$ — освещенность, создаваемая фарами встречного автомобиля, на глазах водителя, лк; θ_i — угол действия светового источника, отсчитываемый от оси движения встречного автомобиля, град, n — количество фар на встречном автомобиле.

Дальность видимости:

$$r_{\text{пор}} = \sqrt{\frac{Er_0^2}{E_{\text{кр}}}} = \sqrt{\frac{Er_0^2}{0,2 + 0,01 S_{\text{ост}}}},$$

где E - освещенность, создаваемая оптическим элементом в заданной точке дороги, лк.

Видимость:

$$V_{\phi} = \frac{1}{C_{\phi} \gamma_{\phi}} \frac{K_{\phi}}{K_{\text{пор}}},$$

где V_{ϕ} , K_{ϕ} — видимость и контраст объектов, освещаемых фарами; γ_{ϕ} — коэффициент неравномерности, учитывающий неравномерность распределения яркости дорожного полотна; $K_{\text{пор}}$ — пороговый контраст, т. е. лежащий на границе различения контраста при данных условиях наблюдения.

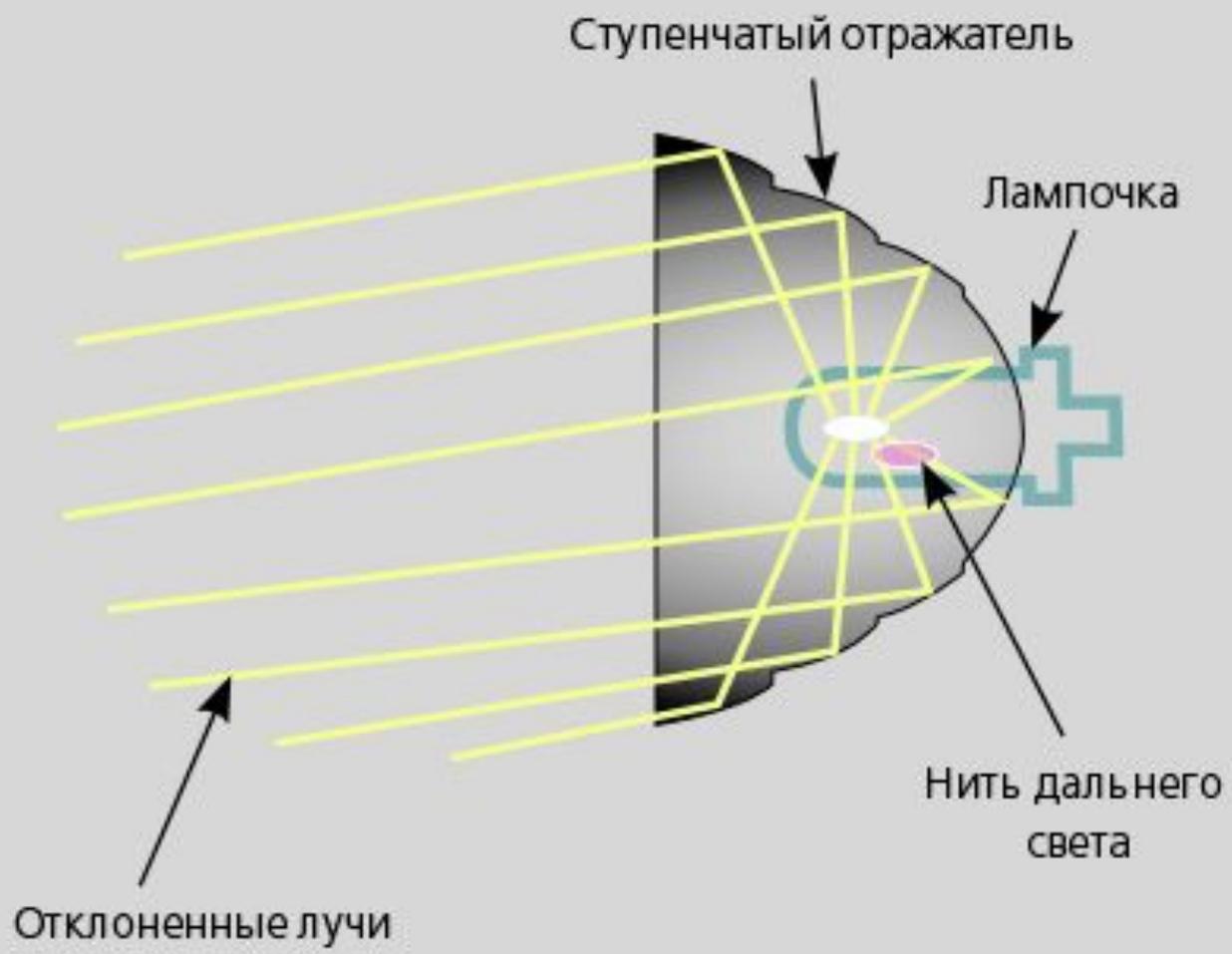
Виды автомобильных фар

- 1915 год - фирма Guide Lamp Company - переключение между «дальним» и «ближним» светом фар (переключатели находились на передке автомобиля, и водителям, чтобы переключаться между режимами, приходилось останавливаться и выходить из машины).
- 1917 год - компания Cadillac представила прообраз современной системы переключения света, с рычагом в салоне автомобиля (общепринятой нормой в переключении света стал ножной переключатель, а окончательно от этой технологии отошли лишь в 1991 году, с выпуском последних пикапов Ford F восьмого поколения).

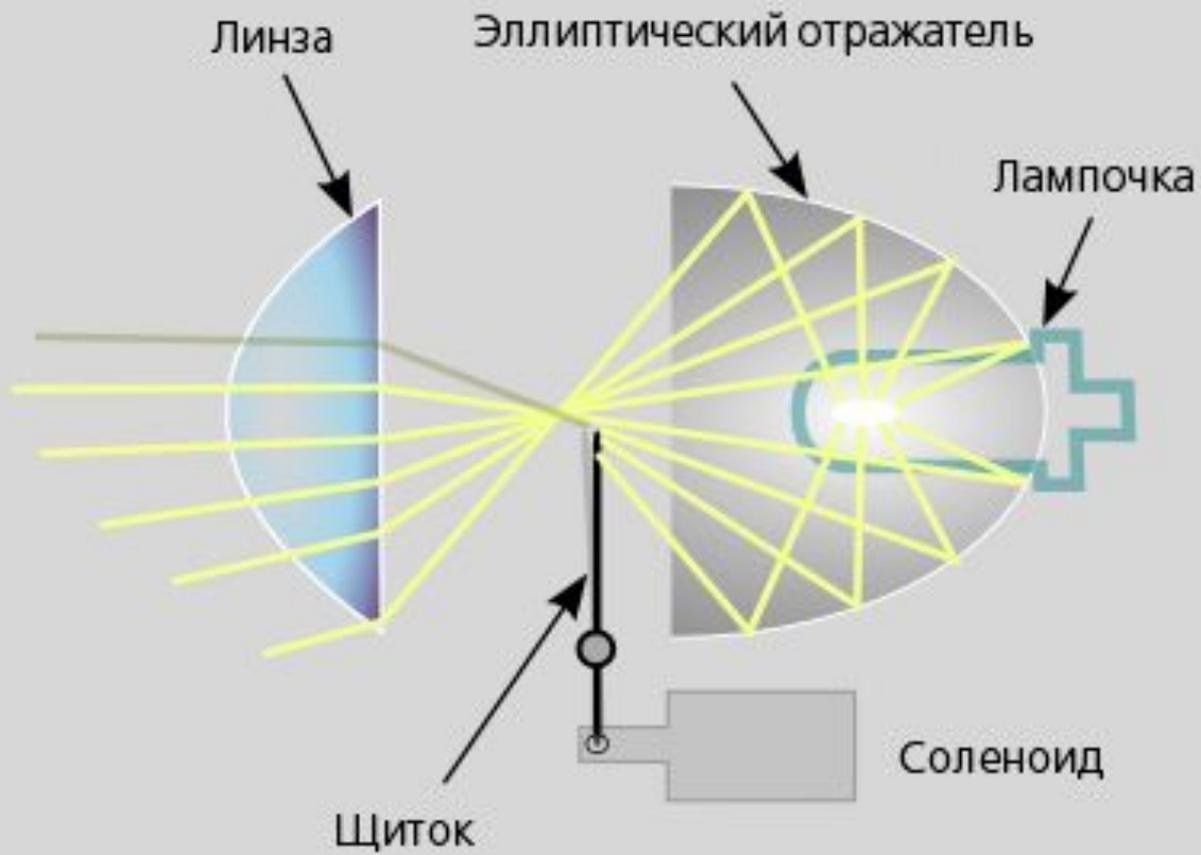
ПО СПОСОБУ ПОДАЧИ СВЕТА:

- **Корпус с параболической формой** (каждый отраженный луч света выходит из фары по горизонтальной линии). Луч света проходит через установленную линзу, преломляющую и направляющую его к поверхности земли под небольшим углом.

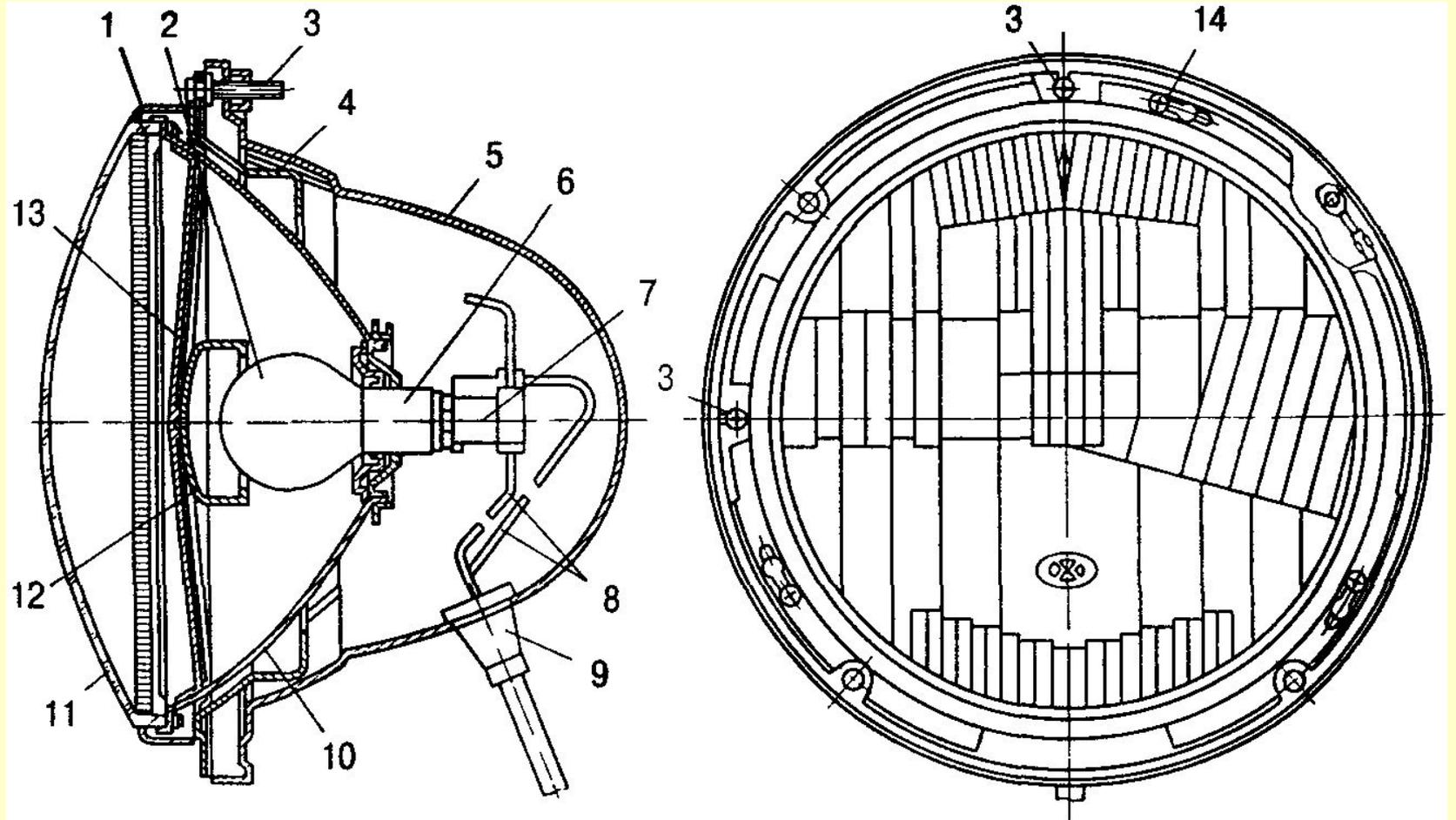
- **Корпус с отражателем ступенчатой формы** (каждый луч света, отражающийся от внутренней поверхности корпуса, изначально направляется по нисходящей траектории. В этом случае фаре не нужно присутствие линзы на выходе.



- **Фары с полиэллипсоидными отражателями** (исходящие лучи света собираются в один пучок и пропускаются через конденсорную линзу, направляющую лучи параллельным потоком. Одной из особенностей подобных фар является наличие специального щитка, ограничивающего поток световых лучей и таким образом отвечающего за ближний свет.
-
- Фары также могут быть оборудованы управляющим элементом (соленоидом), отвечающим за положение щитка.
- Под воздействием соленоида щиток убирается, освобождается путь для оставшейся части светового потока и включается дальний свет.



Круглые фары

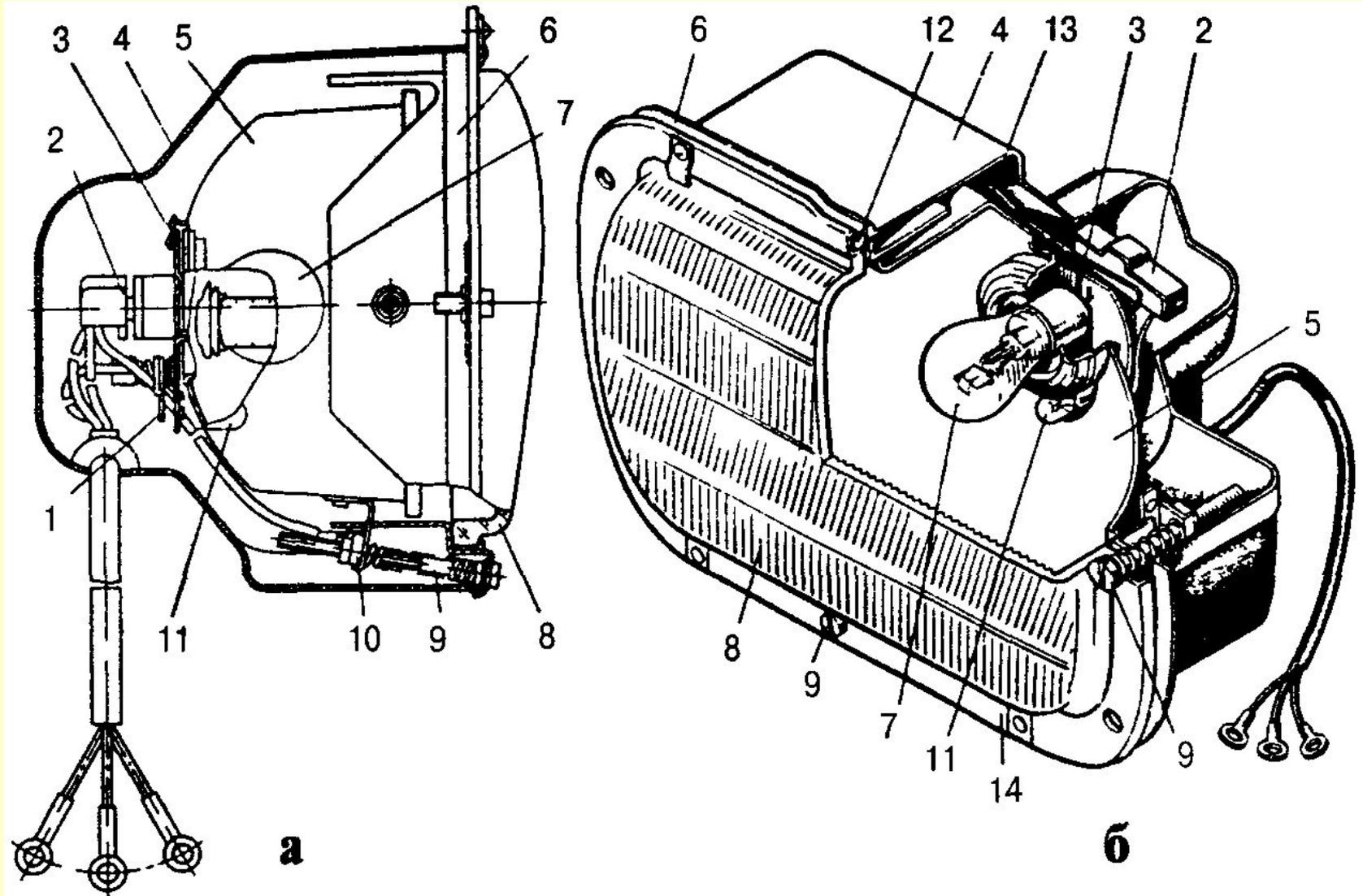


Круглая автомобильная фара:

- 1 - внутренний ободок; 2 - лампа, 3 - регулировочный винт, 4 - опорное кольцо, 5 - корпус, 6 - цоколь лампы, 7 - соединительная колодка, 8 - провода, 9 - держатель проводов, 10 - отражатель, 11 - рассеиватель, 12 - экран, 13 - держатель экрана; 14 - винт крепления ободка

- Металлостеклянный оптический элемент: параболоидный отражатель 10,
- рассеиватель 11, приклеенный к отражателю, лампа 2.
- Отражатель изготовлен из стальной ленты.
- Алюминированная отражающая поверхность для предотвращения окисления,
- повышения стойкости к воздействию влаги и механическим повреждениям
- покрыта тонким слоем специального лака.
- Экран 12, перекрывающий выход прямых лучей лампы накаливания,
- крепится к отражателю заклепками с помощью держателя 13.

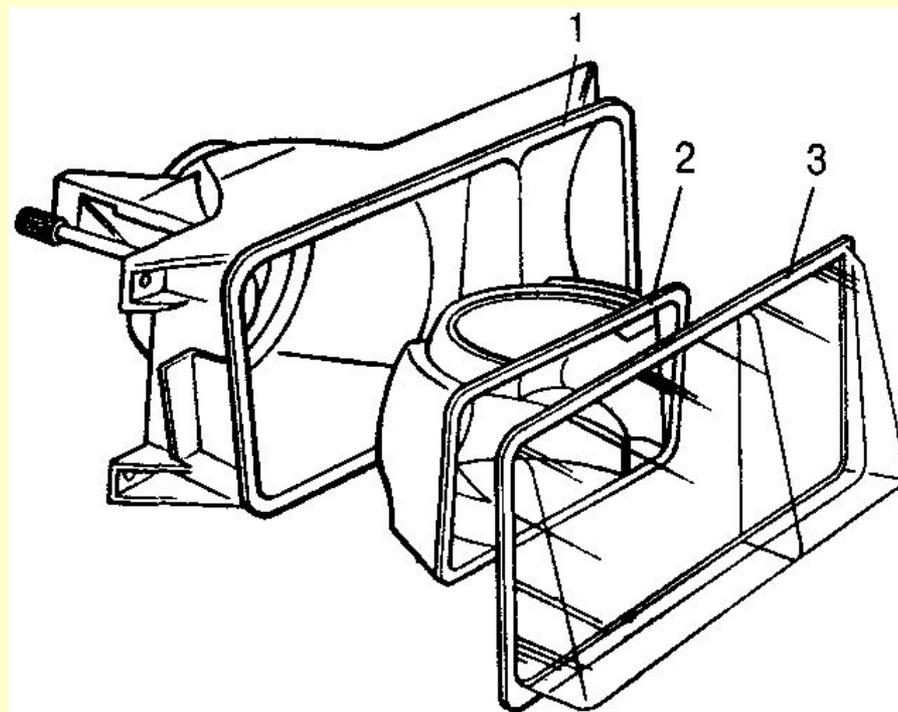
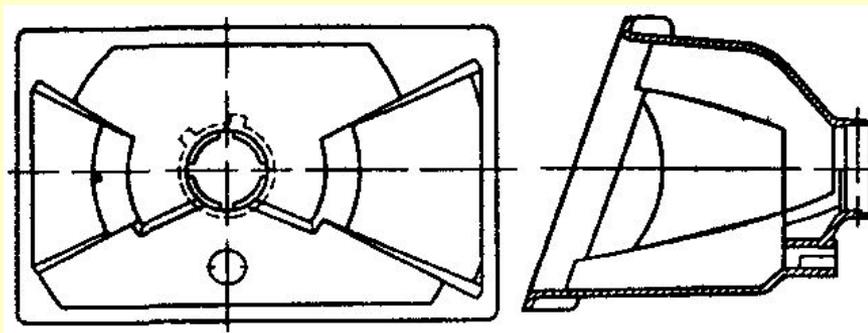
Прямоугольные фары



- Прямоугольная фара:
- 1 - контактная пластина, 2 - соединительная колодка, 3 - металлическая пластина,
- 4 - пластмассовый кожух 5 - отражатель, 6 - корпус, 7 - двухнитевая лампа,
- 8 - рассеиватель, 9 - винт, 10 — пластмассовая гайка, 11 - лампа габаритного света,
- *12 - уплотнительная прокладка, 13 - пружинная защелка, 14 - ободок*

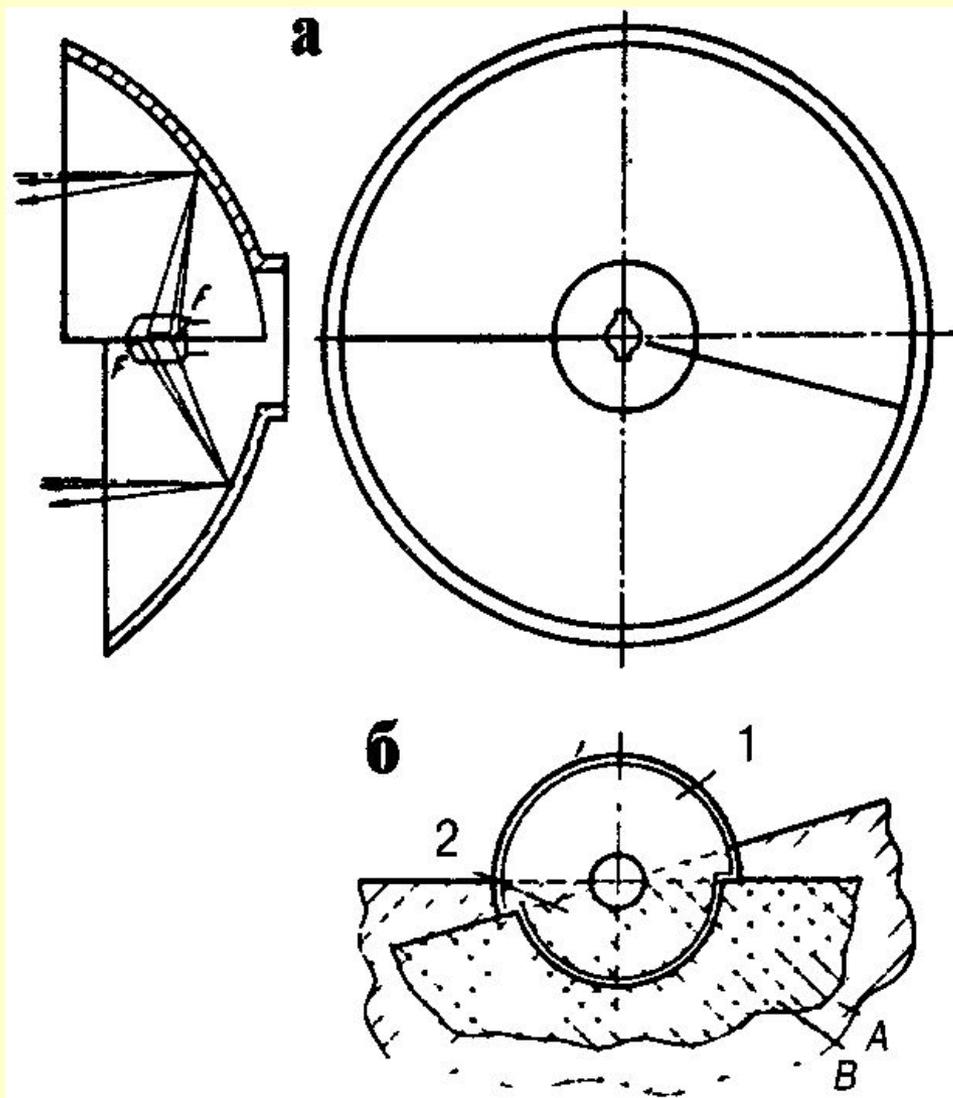
- *Прямоугольные фары* имеют параболоидный отражатель, ограниченный
- снизу и сверху горизонтальными плоскостями. Благодаря увеличению
- ширины светового отверстия в горизонтальной плоскости обеспечивается
- лучшее освещение дороги на большом расстоянии.

Гомофокальные фары



- Фары малой высоты и большой ширины с увеличенной шириной луча для
- ближнего света, что позволяет применять рассеиватели с большим углом
- наклона в двух плоскостях (занимают мало места в подкапотном пространстве).
- Принцип гомофокальности - объединение нескольких усеченных
- параболоидных элементов с различным фокусным расстоянием
- при совмещенных положениях их фокусов.
- Гомофокальный отражатель komponуется из отдельных секторов разнофокусных отражателей таким образом, чтобы обеспечить
- формирование светораспределения дальнего и ближнего света при
- *оптимальных размерах и оптимальной преломляющей структуре рассеивателя.*

Бифокальные фары



- Бифокальный отражатель фары ближнего света:
- а - конструктивная схема, б - зоны светораспределения, 1,2-соответственно
- верхняя и нижняя части отражателя, А, В - зоны светораспределения, образованные соответственно верхней и нижней частями отражателя.
-
- Отражатель состоит из двух частей с положением фокальных точек по разные стороны от тела накала источника света и границей раздела
- между частями отражателя.
- Граница раздела зеркально соответствует форме, создаваемой светотеневой границей асимметричного светораспределения ближнего света

Блок-фары

Блок-фара объединяет в одном корпусе все или часть передних световых приборов и имеет общий или составной рассеиватель. При наличии общего рассеивателя упрощается его очистка.

Недостаток блок-фар:

- невозможность их унификации для различных автомобилей.

- правая и левая блок-фары одного автомобиля невзаимозаменяемы.

Фары-прожекторы

Дают концентрированный световой луч и служат для освещения дальних участков дороги.

Их устанавливают на автомобилях, которым разрешено движение с повышенной скоростью. Прожекторы включаются вместе с дальним светом фар при отсутствии встречных транспортных средств.

Высота установки прожекторов не нормируется.

Две фары-прожектора должны устанавливаться на одной высоте.

Прожекторы-искатели

Предназначены для временного освещения предметов, расположенных вне зоны действия фар головного освещения.

Имеют узкий световой пучок и устанавливаются на поворотном кронштейне.

Противотуманные фары и фонари

В тумане лучи ближнего и особенно дальнего света отражаются от мельчайших капелек тумана, рассеиваются и создают молочно-белую пелену перед автомобилем, которая ослепляет водителя.

При включении обычных фар головного освещения в тумане с метеорологической видимостью меньше 20 м водитель автомобиля практически не видит дорогу и объекты на ней.

Для улучшения видимости и снижения аварийности во время туманов, дождей и снегопадов применяют противотуманные фары и фонари.

- Противотуманные фары:
- - большой угол рассеивания светового пучка в горизонтальной плоскости;
- - более четкая верхняя светотеневая граница.
- Светораспределение в горизонтальной плоскости обеспечивается микрорельефом внутренней поверхности рассеивателя с вертикальными
- цилиндрическими линзами и экраном перед лампой.
- Для уменьшения рассеивающего действия тумана на световой пучок, противотуманные фары устанавливаются ближе к дорожному полотну.
- Уменьшается длина пути световых лучей до пересечения с полотном дороги.

- Размещение противотуманных фар:
- - не выше фар ближнего света на высоте (по нижней кромке светового отверстия) не менее 250 мм над полотном дороги;
- - от плоскости бокового габарита они должны отстоять не более, чем на 400 мм;
- - углы рассеивания светового пучка противотуманных фар составляют
- $\pm 5^\circ$ по вертикали и $+45$ и -10° по горизонтали.
- Цвет светового пучка фары практически не влияет на условия видимости в тумане средней и высокой плотности.
- Лучи желтого света с большей длиной волны лучше проникают через туман малой плотности или пылевую среду с малыми размерами частиц, соизмеримыми с длиной световых волн.

- В фары с рассеивателями желтого цвета устанавливают лампы большей мощности.
- Цвет рассеивателей двух фар на одном автомобиле должен быть одинаковым.
-
- Противотуманные фары могут встраиваться в кузов, в бампер.
- Противотуманные фары могут входить в состав блок-фары.

- **Коммутационная и защитная
аппаратура автомобиля**

Коммутационная аппаратура связывает электропотребителей и бортовую сеть и делится на коммутационную аппаратуру **прямого действия** — выключатели, переключатели, кнопки, и **аппаратуру дистанционного действия** — реле, контакторы. Аппаратура прямого действия может объединяться в комбинированные многофункциональные устройства. В рукоятки элементов коммутационной аппаратуры прямого действия в ряде случаев встраиваются лампы со светофильтрами, цвет которых зависит от функционального назначения аппаратуры; красный, предупреждающий о необходимости принятия мер для предотвращения аварийной ситуации, оранжевый — необходимо принять меры для обеспечения нормальной работы, зеленый — нормальная работа, синий — включен дальний свет, двигатель находится в холодном состоянии, а также лампы подсветки, облегчающие поиск в темноте.

Условные обозначения, поясняющие функциональное назначение включаемого устройства, стандартизованы.

Все электрические цепи, кроме цепей зажигания и пуска, должны быть защищены от коротких замыканий и перегрузок.

Защита от коротких замыканий в цепях зажигания и пуска не вводится, чтобы не снижать их надежность.

Однако современные электронные системы зажигания имеют схемную защиту от перегрузок.

Введение предохранителей в цепь заряда аккумуляторной батареи не является обязательным, но многие

Возможна защита одним предохранителем нескольких электрических цепей, однако такая групповая защита не допускается для взаимозаменяемых устройств и аварийных цепей.

Маркировка проводов по цвету изоляции создает удобство при их монтаже и ремонте.

Сплошная расцветка выполняется в 10 цветов, комбинированная — дополнительно на цветную расцветку наносятся полосы или кольца белого, черного, красного или голубого цвета. Применение цветных проводов на автомобиле подчиняется определенным правилам.

Все соединения изделий с корпусом автомобиля («массой») должны выполняться проводами одного цвета.

Провод, соединяющий коммутирующий прибор (выключатель, переключатель) или предохранитель с линией электроснабжения, должен иметь тот же цвет, что и провод сети, к которой происходит подключение.



Провода **высокого напряжения** применяются во вторичной цепи системы зажигания.

Провода **низкого напряжения** применяются для соединений в бортовой сети и состоят из медных токопроводящих жил с изоляцией из поливинилхлоридного пластика или резины. Жилы выполняются из луженой или нелуженой медной проволоки, обладающей высокой электропроводностью, эластичностью и технологически просто соединяемой с наконечниками, штекерами и т. п.

Провода могут иметь бронированную изоляцию для защиты от механических повреждений и экранирующую оплетку для снижения уровня радиопомех на автомобиле.

Высоковольтные провода подразделяются на обычные с металлическим центральным проводником и специальные с распределенными параметрами, обеспечивающие подавление радиопомех.

Провода с медной жилой ПВВ, ПВРВ, ППОВ и ПВЗС имеют изоляцию из поливинилхлорида, резины и полиэтилена, поверх которой у проводов ПВРВ, ППОВ и ПВЗС надета оболочка повышенной бензомаслостойкости. Эти провода обладают низким сопротивлением центральной жилы и рассчитаны на максимальное рабочее напряжение 15-25 кВ и могут применяться только в комплекте с помехоподавительными резисторами.

Провода с равномерно распределенным сопротивлением делятся на провода с распределенным активным сопротивлением (резистивный провод) и реактивным сопротивлением реактивный провод). Резистивный провод имеет токопроводящую жилу из хлопчатобумажной пряжи, пропитанной сажевым раствором, в хлопчатобумажной или капроновой оплетке, провод ПВВО такого типа и рассчитан на максимальное рабочее напряжение 15 кВ.

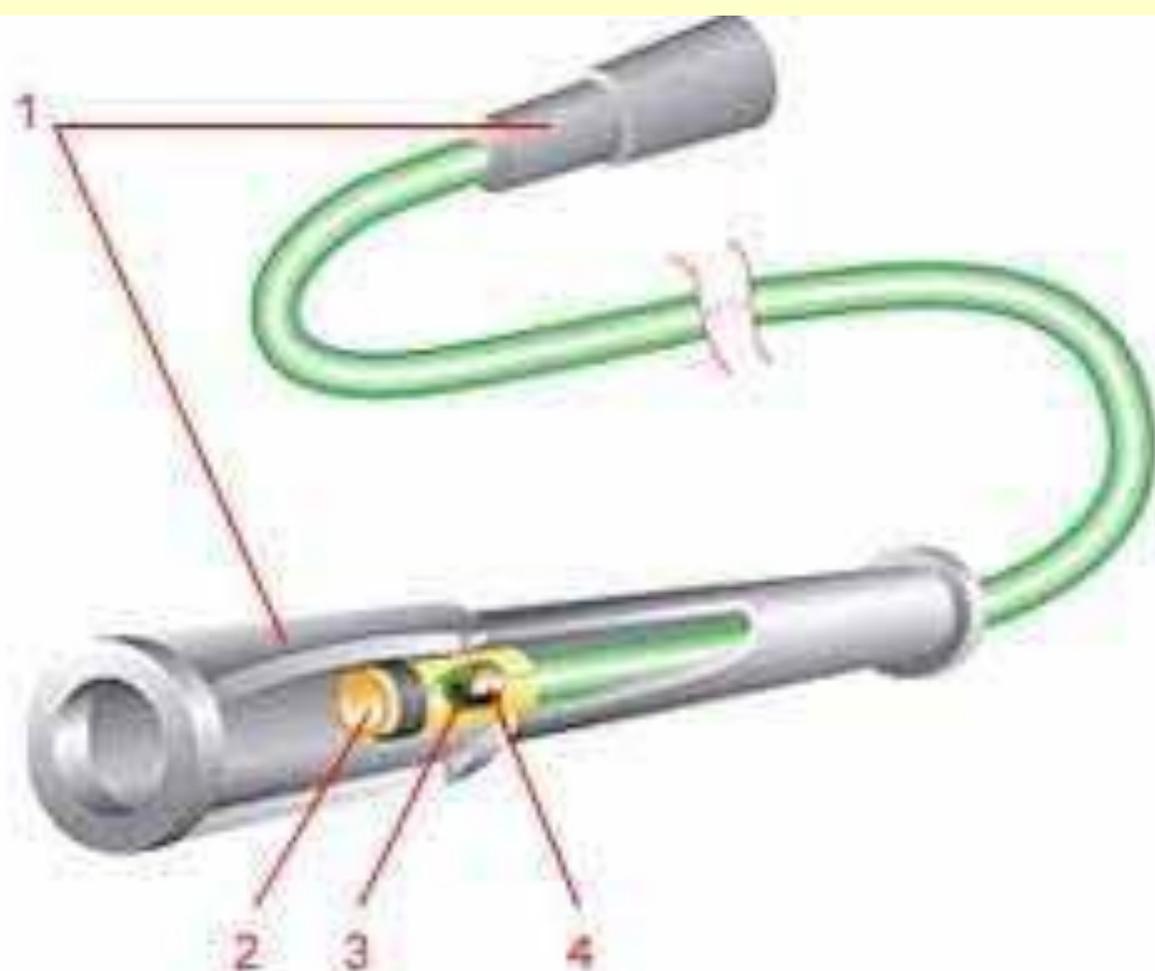


Рис. 1. Высоковольтный автомобильный провод:
1 — защитные колпачки; 2 — металлический контакт (наконечник); 3 — изоляция; 4 — токопроводящая жила.

Рис. 2. Высоковольтные провода с различными типами токопроводящей жилы:

а — медная многожильная;

б — неметаллическая с металлической обвивкой;

в — неметаллическая;

1 — изоляция;

2 — медная многожильная;

3 — ферропластовая оболочка;

4 — сердечник;

5 — обвивка из металлической проволоки;

6 — неметаллический токопроводящий сердечник;

7 — упрочняющая неметаллическая оплетка.



Токопроводящая жила (рис. 2) бывает нескольких типов:

* медная многожильная с сопротивлением 0,02 Ом/м (Ом на метр длины провода). С такими проводами необходимы дополнительные помехоподавительные резисторы;

* неметаллическая с металлической "обвивкой" — распределенное сопротивление до 2 кОм/м. Центральную часть сердечника изготавливают из стекловолокна, пропитанного графитом, льняной нити или кевлара³. Часто бывает покрыта слоем ферропласта⁴, который за счет своих свойств также препятствует распространению помех. Поверх навивается тонкая металлическая проволока. Требуется, как правило, дополнительные помехоподавительные резисторы;

* неметаллическая с высоким распределенным сопротивлением. Провода с такой жилой устанавливают без резисторов.

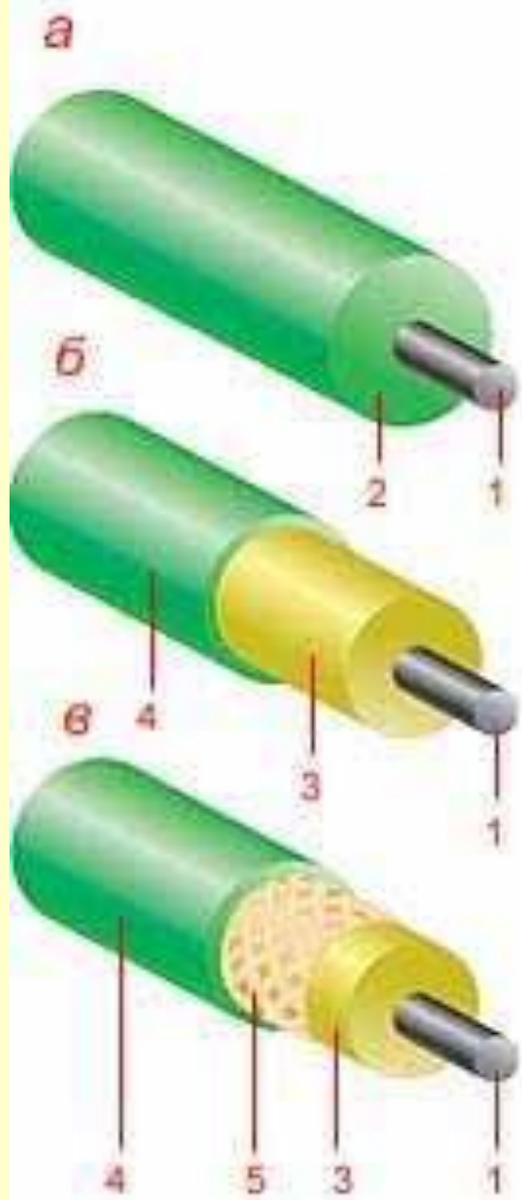


Рис. 3. Высоковольтные провода с различными типами изоляции:

- а — однослойная;
- б — двуслойная;
- в — двуслойная с упрочняющей оплеткой;
- 1 — токопроводящая жила;
- 2 — изоляция;
- 3 — диэлектрический слой;
- 4 — защитный слой;
- 5 — упрочняющая оплетка.

Изоляция — однослойное или многослойное защитное диэлектрическое покрытие токопроводящей жилы (рис. 3).

Предназначена для:

- * предотвращения утечек электрического тока;
- * предохранения жилы от воздействия влаги, горюче-смазочных материалов, вредных паров и высоких температур в моторном отсеке, а также механических повреждений.

Выполняется из различных видов пластмасс (например, полихлорвинила), силикона, резины в различных сочетаниях. Иногда механическую прочность изоляции увеличивают за счет тканевой, хлопчатобумажной, капроновой, стеклотканевой или полимерной оплетки.

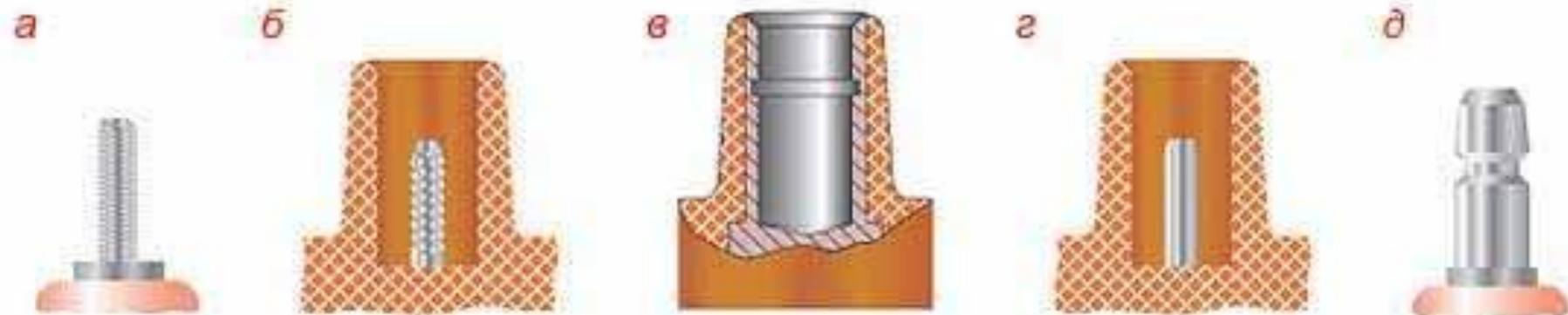


Рис. 5. Различные типы гнезд (контактов) на свече, крышке распределителя и катушке зажигания, с которыми соединяются наконечники высоковольтных проводов: а — М 4; б — SCREW/VRUT; в — DIN; г — D4; д — SAE.

Металлические контакты (наконечники) обеспечивают электрическое соединение токопроводящей жилы с соответствующими контактами (гнездами, высоковольтными выводами) свечи и катушки зажигания или крышкой распределителя.

Основные требования:

- * надежный контакт с токопроводящей жилой провода. Достигается обжимом или пайкой (с медным сердечником);
- * прочность крепления на проводе. Достигается плотным обжимом и иногда дополнительно "зубцами" и специальной выпуклостью (рис. 4);
- * надежное соединение с выводами свечи и катушки зажигания или крышки распределителя. Для этого контакт провода может иметь выступ, лепесток или специальную пружину;
- * достаточная коррозионная устойчивость для сохранения надежного контакта в процессе эксплуатации. Достигается использованием цветных металлов или покрытия, защищающего от внешних воздействий.

Основной задачей высоковольтных проводов является передача электрических импульсов от катушки зажигания на свечи. Поэтому они должны:

- выдерживать высокое напряжение (до 40 000 В),
- передавать импульсы с небольшими потерями,
- обеспечивать минимум помех для радиоэлектронной аппаратуры,
- иметь хорошую изоляцию для предотвращения утечек тока,
- сохранять свои свойства в широком интервале температур — от минус 30°C зимой до плюс 100°C и более при работе двигателя летом.

Для передачи высоковольтного импульса с минимальными потерями желательно уменьшить электрическое сопротивление провода. Поэтому много лет назад с успехом использовались провода с медной токопроводящей жилой. Но с началом широкого распространения радиоэлектронных устройств (радиоприемников, телевизоров, электронных бортовых систем в самом автомобиле и т.д.) стал проявляться их основной недостаток — излучение большого количества электромагнитных помех.

Провода низкого напряжения применяются для соединений в бортовой сети и состоят из медных токопроводящих жил с изоляцией из поливинилхлоридного пластика или резины.

Жилы выполняются из луженой или нелуженой медной проволоки, обладающей высокой электропроводностью, эластичностью и технологически просто соединяемой с наконечниками, штекерами и т. п.

Провода могут иметь бронированную изоляцию для защиты от механических повреждений и экранирующую оплетку для снижения уровня радиопомех на автомобиле.

Одножильные гибкие провода ПВА, ПВАЭ (экранированный) и ПВАЛ (с луженой жилой) рекомендуются к использованию в жгутах, работающих при температуре от -40°C до $+105^{\circ}\text{C}$.

Для температурного диапазона от -50°C до $+80^{\circ}\text{C}$ предназначены провода ПГВА, ПГВАД (двухжильный), ПГВАЭ (экранированный) и ПГВАБ (бронированный). Провода ПГВА-ХЛ устанавливаются на автомобилях, эксплуатирующихся в районах с холодным климатом. Их температурный диапазон: от -60°C до $+70^{\circ}\text{C}$.

Провода перед установкой на автомобиль собираются в жгуты, представляющие собой законченное электротехническое изделие, содержащее, кроме проводов, их наконечники, резиновые защитные колпачки, оплетку и т. п. Длина проводов в жгуте должна быть не менее 100 мм, ответвлений — не менее 50 мм.

Сечение провода в жгуте выбирается, исходя из:

- их тепловой нагрузки, определяемой температурой окружающей жгут среды,
- числом проводов в жгуте,
- тепловой нагрузкой провода,
- конструкции жгута,
- максимального потребляемого тока подключаемого электрооборудования в автомобиле;
- расстояния от оборудования до источника питания (аккумулятора), то есть длины провода;
- номинального напряжения источника питания.

Провода должны быть проверены на допустимое падение напряжения.

Основные внешние факторы, влияющие на работу электронной аппаратуры автомобилей:

- температура окружающей среды,
- диапазон изменения напряжения в бортовой сети,
- уровень помех.

Электронная аппаратура автомобилей работает в условиях самых различных **помех**.

Основными из них являются помехи в цепях питания и полевые, возникающие в результате работы различных электромагнитных механизмов и устройств, действие которых приводит к искрообразованию. Характер и уровень помех, действующих на электронную аппаратуру при работе электрооборудования автомобилей, зависит от:

- трассировки проводки,
- расположения агрегатов электрооборудования,
- исполнения коммутирующих элементов и т. д.

Все эти факторы могут меняться в зависимости от модели автомобиля и даже при ее модернизации. Поэтому следует исходить из наихудших условий работы электронной аппаратуры в отношении воздействия на нее **помех**.

При обычных условиях работы электрооборудования автомобиля источниками питания электронной аппаратуры служат параллельно соединенные генератор и аккумуляторная батарея.

Последняя является мощным фильтром для низкочастотных помех и надежно защищает от них электронную аппаратуру. Однако в случае отключения по какой-либо причине аккумуляторной батареи от цепи питания электронной аппаратуры условия ее работы резко ухудшаются в результате появления в цепи питания значительных перенапряжений.

В автомобиле практически невозможно применение известных высокоэффективных фильтров, поскольку при прохождении через такие фильтры тока нагрузки в них происходит падение напряжения порядка нескольких вольт.

Такое большое падение напряжения неприемлемо по условиям питания аппаратуры, особенно для автомобилей с номинальным напряжением бортовой сети, равным 12 В.

Поэтому проблема защиты электронной аппаратуры автомобилей от перенапряжений в цепях питания является особо сложной задачей.

Опасные перенапряжения в бортовой сети могут возникнуть в автомобилях, оборудованных любым типом двигателя при следующих условиях:

- двигатель работает с частотой вращения коленчатого вала, при которой генератор работает в режиме максимальной мощности;
- аккумуляторная батарея находится в разряженном состоянии;
- мощные потребители электроэнергии отключены от цепи питания (например, при эксплуатации автомобиля в дневное время).

Значительные перенапряжения в цепях питания могут возникнуть не только при внезапном отключении аккумуляторной батареи, но и в тех случаях, когда двигатель работает с отключенной аккумуляторной батареей, а к бортовой сети подключен потребитель электроэнергии с изменяющейся в значительных пределах силой тока нагрузки.

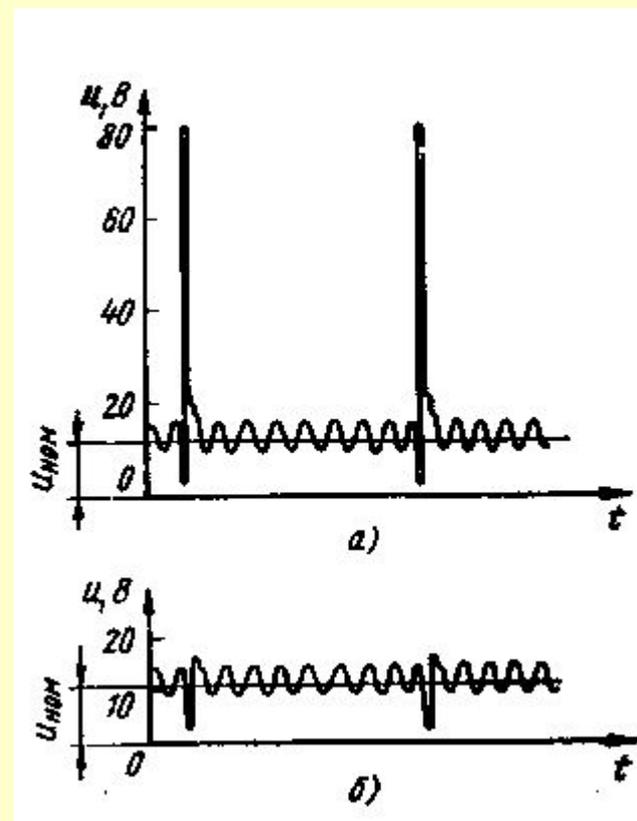
Таким потребителем, например, являются приборы аварийной стояночной световой сигнализации, при работе которой происходит периодическое включение и выключение мощных сигнальных ламп, в результате чего сила тока нагрузки генератора практически скачкообразно изменяется на 15 — 20 А.

Для того чтобы предохранить электронную аппаратуру от воздействия указанных перенапряжений, применяют различные способы защиты.

Одним из способов является подключение между положительным полюсом бортовой сети и массой автомобиля мощного стабилизатора с опорным напряжением на 4 — 6 В больше максимального напряжения бортовой сети.

Иногда последовательно с таким стабилизатором включают токоограничивающий резистор с небольшим сопротивлением (около десятых долей ома).

При таком подключении стабилизатора в период действия импульсов напряжения через него будут проходить короткие импульсы силы тока с амплитудой около нескольких ампер, а амплитуда импульсов напряжения будет снижаться до значения, равного опорному напряжению стабилизатора.



Все электрические цепи, **кроме цепей зажигания и пуска**, должны быть защищены от коротких замыканий и перегрузок.

Защита от коротких замыканий в цепях зажигания и пуска не вводится, чтобы не снижать их надежность.

Однако современные электронные системы зажигания имеют схемную защиту от перегрузок. Введение предохранителей в цепь заряда аккумуляторной батареи не является обязательным, но многие зарубежные фирмы устанавливают предохранитель и в эту цепь.

В системе зажигания двигателя внутреннего сгорания на бензине четыре основных источника электромагнитных колебаний:

- первичный контур,
- контур контакта прерывателя,
- цепь распределителя,
- свеча зажигания.

Последние три относятся к высокочастотным источникам электромагнитного излучения, попадающих в диапазон радиовещания.

Кроме системы электрического зажигания, источником, радиопомех от автомобиля являются:

- генератор и реле-регулятор для зарядки аккумуляторов;
- стартер;
- термовибрационные приборы для измерения температуры воды и давления масла;
- электрический сигнал;
- электростатические заряды, возникающие от трения шин о землю; электризация выхлопной трубы и глушителя за счёт трения отработанных газов о стенки трубы, электризация других частей двигателя.

Подавление радиопомех от первых двух источников должно производиться с соблюдением условий нормальной эксплуатации, т. е. надо содержать в чистоте коллекторы, щётки и контакты, обеспечить правильную регулировку реле-регуляторов.

Для борьбы с помехами, возникающими вследствие статического электричества от трения колес с дорожным покрытием, требуется использование коллекторных колец сбора статического электричества с колес.

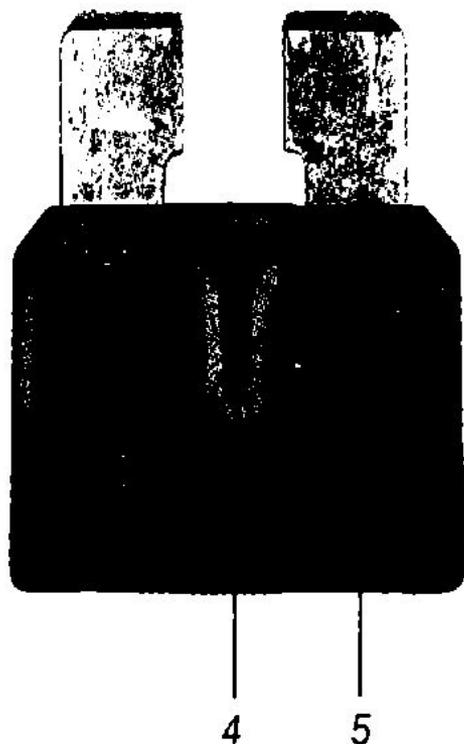
Защита электрических цепей от коротких замыканий и перегрузок осуществляется плавкими, термобиметаллическими предохранителями и позисторами.

Плавкие предохранители снабжены калиброванной ленточкой, расплавляющейся, если ток в цепи достигает опасных значений.

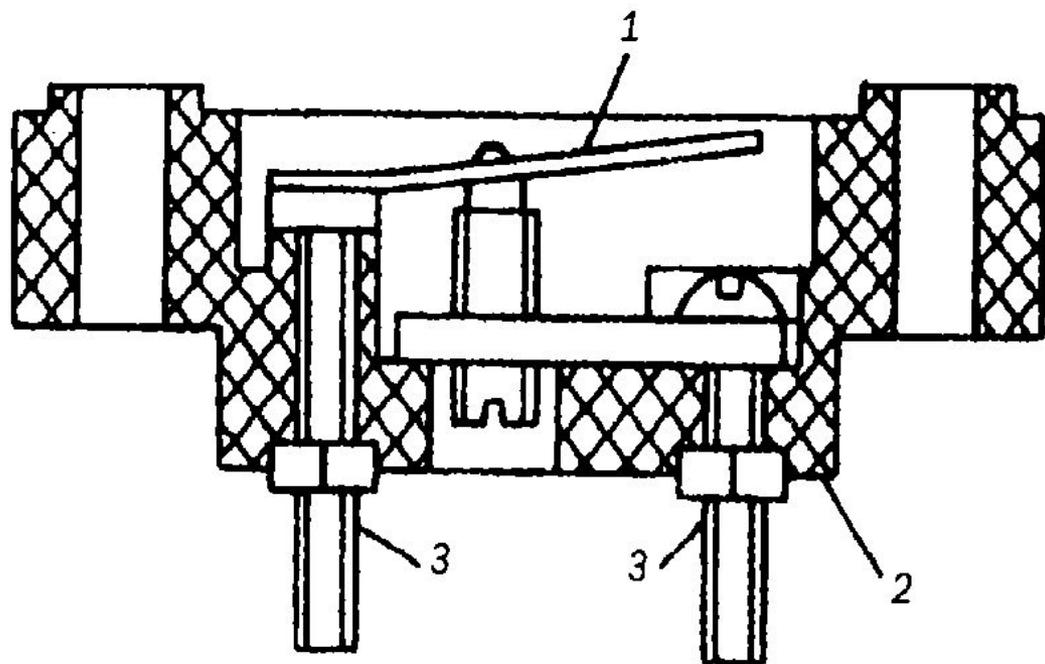
У малогабаритных предохранителей штекерного типа калиброванная ленточка помещена в пластмассовую оболочку, что увеличивает скорость их срабатывания.

Действие термобиметаллических предохранителей основано на прогибе биметаллических пластин при прохождении по ним тока.

а



б



Устройство предохранителей: а — плавкого штекерного типа; б — термобиметаллического; 1 — биметаллическая пластина; 2 — корпус; 3 — выводы; 4 — плавкий элемент; 5 — пластмассовая оболочка

Термобиметаллические предохранители более инерционны по сравнению с плавкими, их рекомендуется применять в цепях защиты электродвигателей. Эффективность действия предохранителей определяется по их ампер-секундной характеристике, связывающей силу тока, проходящего через предохранитель, и время его срабатывания.

Плавкая вставка не должна расплавляться в течение 30 мин при силе тока, в 1,5 раза превышающей номинальную, и должна разрывать электрическую цепь не более чем за 10 с при силе тока, в 3 раза превышающей номинальную.

Малогабаритный плавкий предохранитель срабатывает при двухкратном повышении силы номинального тока не более чем за 5 с.

Термобиметаллические предохранители при нормальных температурных условиях и силе тока, в 2,5 раза превышающей номинальную, срабатывают не более чем за 25 с. Предохранители такого типа с самовозвратом при кратности тока около 2 срабатывают не более чем за 3 мин. Плавкие предохранители обычно объединяются в блоки, что облегчает их замену в случае перегорания.

АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДАТЧИКИ

Трансмиссия

- Датчик давления (Система управления приводом, моторник)
- Датчик давления наддува (Электронная регулировка дроселя, моторник)
- Расходомер воздуха (Моторник)
- Датчик детонации (Моторник)
- Датчик давления окружающей среды (Моторник)
- Датчик высокого давления (Система прямого впрыска безрампа, Common Rail)

- Кислородный датчик (Система управления приводом, Common Rail)
- Датчик числа оборотов (Система управления приводом, моторник)
- Датчик давления в баке (Электронная педаль газа)

- Датчик положения педали электрогидравлической тормоз)
- Датчик угла / положения (Моторник)

Комфорт

- Датчик угловой скорости вращения автомобиля (Навигация)
- Датчик контроля качества воздуха (Климат-контроль)
- Датчик влажности (Регулировка отопления и климатизации)
- Датчик давления (Центральная система запирания дверей)
- Датчик дождя (Система управления дворниками)
- Датчик расстояния ультразвуковой (Контроль заднего вида)



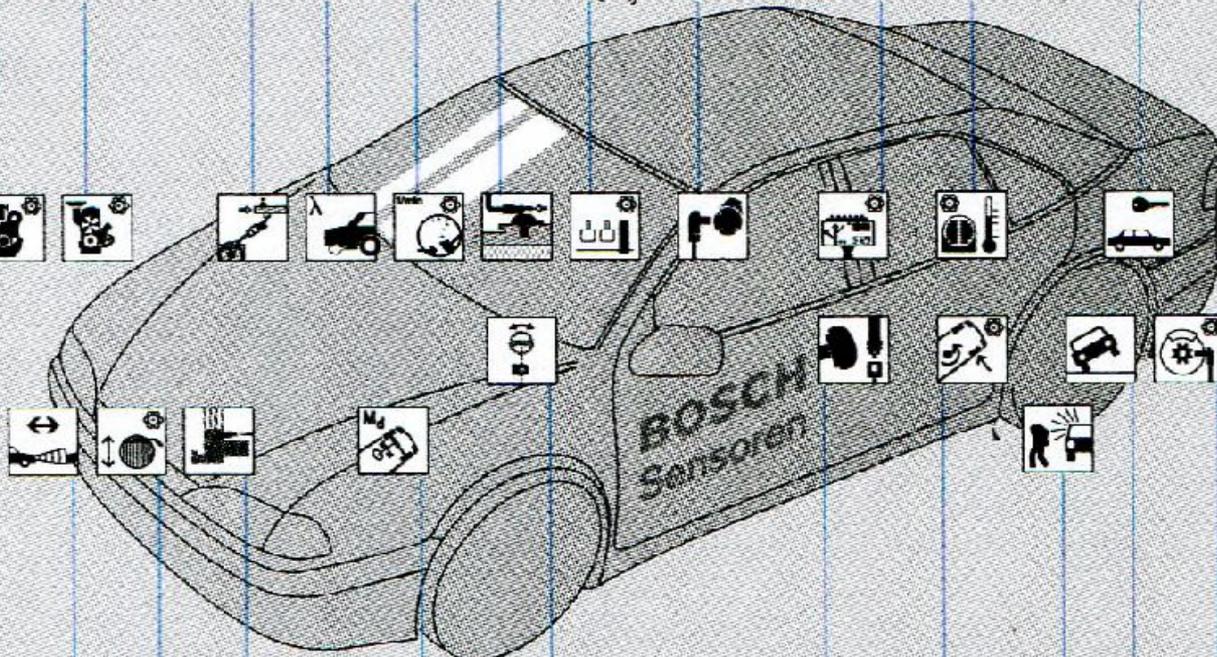
Безопасность

- Радар расстояния (Парктроник, ACC)
- Датчик приближения (Регулировка фар)
- Датчик высокого давления (ESP)

- Датчик крутящего момента (рулевой механизм с усилителем)
- Датчик угла поворота рулевого колеса (ESP)

- Датчик ускорения (Подушки безопасности)
- Датчик занятости пассажирского сидения (Подушки безопасности)
- Датчик угловой скорости вращения автомобиля (ESP)
- Датчик ускорения (ABS)

- Датчик приближения скорости вращения автомобиля (ABS)
- Датчик угловой скорости вращения автомобиля (ABS)
- Датчик числа оборотов (ABS)



В качестве электрических величин используют не только ток и напряжение, но и амплитуды тока и напряжения, частоту, период, фазу или длительность импульса электрического колебания, а также электрические величины — сопротивление, ёмкость и индуктивность.

Датчик можно охарактеризовать с помощью следующих уравнений:

$$(1) E = f(\Phi, Y1, Y2...)$$

Выходной сигнал датчика

$$(2) \Phi = g(E, Y1, Y2...)$$

Искомый показатель

Основная функция датчика



Если разработка датчиков вначале фокусировалась практически исключительно на внутриавтомобильных системах трансмиссии, ходовой и кузова, а также безопасности движения, то направление последних разработок все больше и больше ориентировано на внешние ближнее и дальнее окружение транспортного средства:

- ▶ ультразвуковые датчики определяют препятствия во время парковки и в обозримом будущем позволят, (в сочетании с другими датчиками) автоматически парковать автомобиль;

- ▶ радар ближнего действия определяет объекты в зоне вокруг автомобиля, которые с большой вероятностью могут стать причиной ДТП, чтобы выиграть время и настроить системы безопасности до столкновения (Precrash-датчики);

Классификация датчиков

С точки зрения использования в автомобиле их можно разделить на следующие категории.

Задачи и применение

- ▶ функциональные датчики (давление, воздушные потоки), преимущественно для задач управления и регулировки.
- ▶ Датчики для безопасности (защита пассажира: подушка безопасности) и защита (защита от угона).
- ▶ Датчики контроля за состоянием автомобиля (бортовая диагностика, расходные показатели и параметры износа) и для информирования водителя и пассажиров.

Автомобильный датчик

Требование

Рациональное
массовое
производство

← Низкие затраты

Прочная,
надежная техника

← Высокая надежность

Подходящие
технологии
монтажа

← Внешние
сложные условия
эксплуатации

Подходящие
технологии
миниатюризации

← Эргономичность

Компенсация
ошибок по месту

← Высокая точность

Высокая надежность

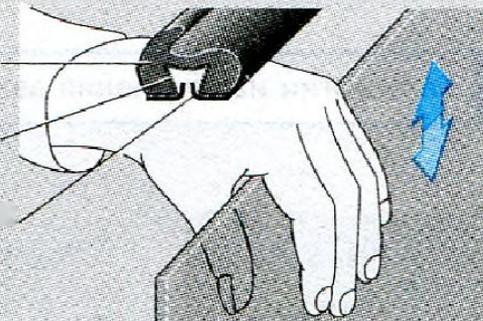
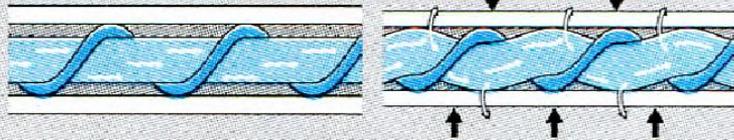
В соответствии с определенными задачами автомобильные датчики можно распределить на три класса надежности:

- ▶ механизм управления, тормоза, безопасность пассажиров;
- ▶ двигатель/трансмиссия, ходовая/ шины;
- ▶ комфорт, диагностика, информация, защита от угона.

Сложные условия эксплуатации

Автомобильные датчики, в связи с их местом установки, подвергаются экстремальным нагрузкам как никакое другое устройство и вынуждены выдерживать разнообразные воздействия:

- ▶ механические (вибрация, толчки);
- ▶ климатические (температура, влажность);
- ▶ химические (например, вода, солевой туман, топливо, моторное масло, кислота из батареи);
- ▶ электромагнитные (облучение, импульсы помех, избыточное напряжение, неправильная полярность).



Эффект микроизгиба

Дверная рама

Датчик

Уплотнительная

Резина

Пример разработки
волоконно-оптического
устройства защиты от
травм дверями в
стеклоподъемниках на
основе эффекта
микроизгиба: за счет
волнообразного изгиба
при применении силы F
подарения водителю

Датчики распространения волн

В течение последних лет разработки сосредоточены большей частью на датчиках, которые определяют ближнее и дальнее окружение, т. е. расстояние до других автомобилей или участников движения и препятствий.

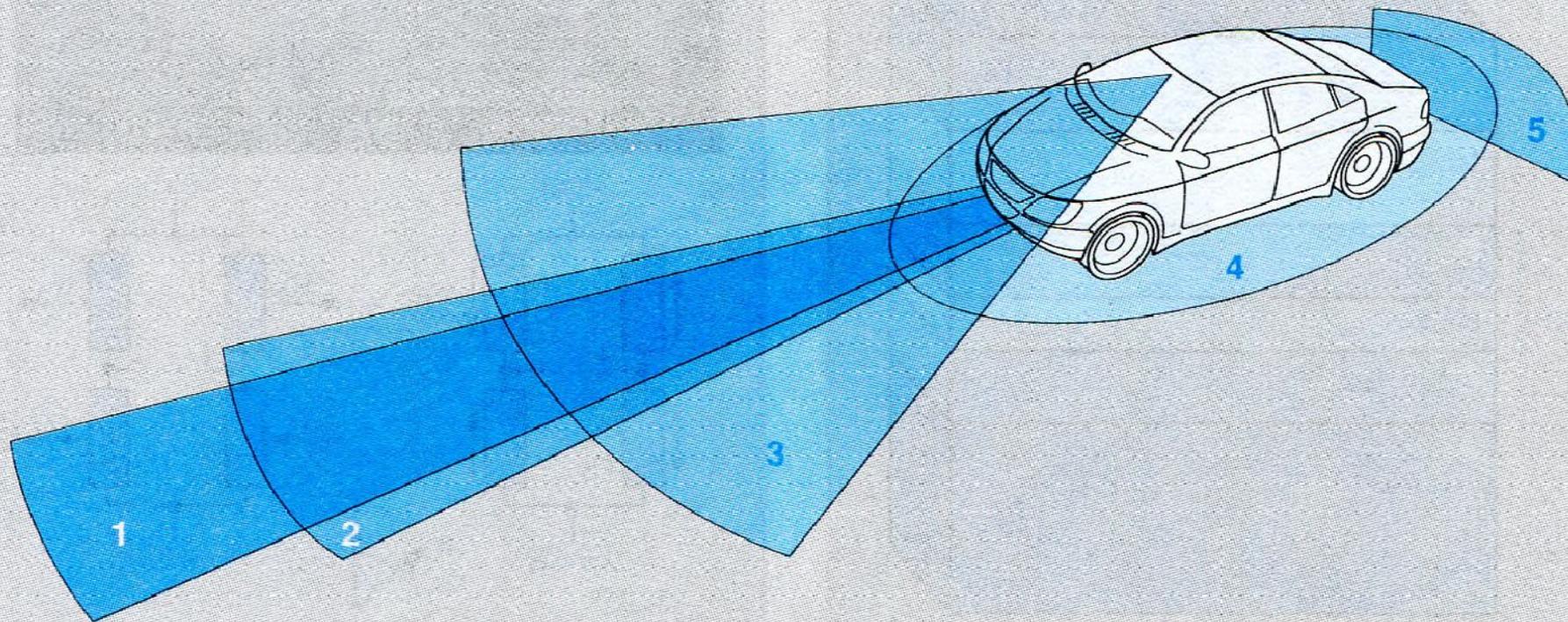
Круговой обзор автомобиля позволяет использовать системы, повышающие безопасность и помогающие вести автомобиль (системы сопровождения водителя).

Ультразвуковая технология

Для измерения расстояния между автомобилем и препятствием в зоне распознавания до 2,5 м используются ультразвуковые датчики. С их помощью можно осуществлять контроль за окружением автомобиля во время парковки и маневрирования (парктроник).

По аналогии с принципом эхолота ультразвуковые датчики посылают ультразвуковые импульсы с частотой около 43,5 кГц и определяют временной интервал между отправкой импульса и возвращением эхоимпульса, отраженного от препятствия.

Расстояние между датчиком и ближайшим препятствием рассчитывается по времени



- 1 77 ГГц дальняя зона < 200 м — горизонтальный угол раскрытия $\pm 8^\circ$
- 2 Инфракрасная зона ночного видения < 150 м — горизонтальный угол раскрытия $\pm 10^\circ$
- 3 Видео — средняя зона < 80 м — горизонтальный угол раскрытия $\pm 22^\circ$
- 4 Ультразвук — ультраблизкая зона < 3 м — горизонтальный угол раскрытия $\pm 60^\circ$
- 5 Видео — задняя зона — горизонтальный угол раскрытия $\pm 60^\circ$

Радарная технология

Для определения окружающего пространства на расстоянии 200 м используется радар (Radio Detection and Ranging).

Радары посылают электромагнитные волны, которые отражаются от металлических поверхностей и принимаются приемным устройством радара. На основании сопоставления принятого сигнала с отправленным, с позиции времени и/или частоты, можно определить расстояние и относительную скорость до отражающего сигнал объекта.

Эта технология используется в автомобилестроении в системе АСС (Adaptive Cruise Control, адаптивная регулировка скорости). АСС позволяет выполнять регулировку скорости, в ходе которой скорость уменьшается, когда автомобиль медленно движется вперед, и таким образом выдерживает заданное расстояние.

Измерение времени прохождения сигнала

Во всех принципах работы радара измерение расстояния основывается на прямом и непрямом измерении времени прохождения сигнала в течение времени между передачей сигнала радара и приемом отраженного сигнала. При прямом измерении

времени прохождения сигнала измеряется время t .

Оно рассчитывается при прямом отражении по отношению двойного расстояния d до отражателя и скорости света c по формуле:

$$\tau = 2 d/c$$

При расстоянии $d = 150$ м

и $c \approx 300\,000$ км/с время прохождения сигнала составляет:

$$\tau \approx 1 \text{ мкс}$$

Модуляция частоты

Прямое измерение времени прохождения сигнала является сложной процедурой. Более простым является не прямое измерение времени прохождения сигнала. Данный способ известен как FMCW (Frequency Modulated Continuous Wave) (частотно-моделированное непрерывное колебание).

Вместо сопоставления времени переданного сигнала и отраженного сигнала, в радары FMCW сравнивается частота переданного и отраженного сигналов.

Условием рационального измерения является изменяемая с течением времени несущая частота передатчика.

При использовании метода FMCW волны радара, линейно модулируемые в частоте, посылаются в течение обычно нескольких миллисекунд и имеют девиацию в несколько сотен МГц.

Сигнал, отражающийся от автомобиля, едущего впереди, запаздывает согласно времени прохождения сигнала. Разница частот Δf является дискретной величиной для расстояния.

Измерение положения и пути с помощью GPS

GPS является глобальной системой определения местоположения (Global Positioning System) на базе спутников, которую американцы вначале использовали в военных целях, а затем постепенно ввели в гражданское применение.

С помощью 24 спутников (21 работающий, 3 запасных) на высоте 20183 км система является полностью функциональной с 1993 года. Между тем, используются даже более чем 24 спутника.

Они с периодом обращения в 12 часов распределены на шести орбитах так, что в каждой точке Земли было постоянно видно не менее четырех (часто до восьми).

Они непрерывно передают (цифровые) сигналы на частоте 1,57542 ГГц.

Сигналы содержат следующие данные:

- ▶ идентификационный код спутника,
- ▶ положение спутника,
- ▶ точку передачи данных (включая дату).

Для высокоточного определения времени передачи сигнала на борту спутника имеются по двое часов из цезия и рубидия, погрешность которых составляет менее 20...30 нс.

Оцениваемое время передачи сигнала обычно находится в пределах 70 мс. Спутники идентифицируют себя с помощью случайного псевдокода (PRN-номер), который состоит из 1023 бит и повторяется непрерывно через каждую 1 мс. Он передается носителю как фазовая модуляция.

С помощью приемника GPS, состоящего из GPS-антенны, приемной части сигнала, точных часов и микропроцессора, пользователь может, благодаря этой информации, определить собственное географическое положение в трехмерном отображении.

Теоретически для этого достаточно трех спутников. Поскольку менее сложные часы мобильных приемников (кварцевые резонаторы) отличаются от часов спутника, приходится привлекать четвертый спутник, с помощью которого элиминируется неточность часов приемника.

Из измеренных показателей времени прохождения сигнала делается вывод о расстоянии до «видимых» спутников.

Система распознавания дорожных знаков

- Одной из основных причин дорожно-транспортных происшествий с тяжелыми последствиями является превышение скорости. Система распознавания дорожных знаков призвана предупреждать водителей о необходимости соблюдения скоростного режима.
- Данная система определяет дорожные знаки ограничения скорости при их проезде и напоминает водителю текущую максимальную разрешенную скорость, если он движется быстрее.
- Система распознавания дорожных знаков -
- **(Traffic Sign Recognition, TSR)**
- Имеется в автомобилях многих известных автопроизводителей - Audi, BMW, Ford, Mercedes-Benz, Opel, Volkswagen.

- Система распознавания дорожных знаков на автомобилях Opel входит в состав системы **Opel Eye**.
- Система Opel Eye отмечена в числе лучших разработок в области автомобильной безопасности 2010 года.
- Mercedes-Benz (**Speed Limit Assist**) - система контроля ограничения скорости.
- Применяемые на автомобилях системы распознавания дорожных знаков имеют типовую конструкцию, которая включает:
 - - видеокамеру,
 - - блок управления,
 - - экран.
- Видеокамера на ветровом стекле за [зеркалом заднего вида](#).
- Камера снимает пространство перед автомобилем в зоне расположения дорожных знаков (справа и сверху по ходу движения) и передает изображение в электронный блок управления.
- Видеокамера также используется другими системами активной безопасности - [системой обнаружения пешеходов](#) Видеокамера также используется другими системами активной безопасности - системой обнаружения пешеходов, [системой помощи движению по полосе](#).

Электронный блок управления реализует алгоритм работы:

- распознавание формы дорожного знака (*круглая форма*);
- распознавание цвета знака (*красный цвет на белом*);
- распознавание надписи (*величина скорости*);
- распознавание информационной таблички (*вид транспорта, время действия, зона действия*);
- анализ фактической скорости автомобиля;
- сравнение скорости автомобиля с максимально допустимой скоростью;
- визуальное и звуковое предупреждение водителя при отклонении.

- Изображение в виде знака ограничения скорости выводится на экран панели приборов и остается видимым, пока ограничение не закончится или будет изменено.
- В ряде конструкций системы распознавания дорожных знаков электронный блок взаимодействует с навигационной системой, т.е. использует данные о знаках ограничения скорости из навигационных карт.
- Даже если знак не будет определен видеокамерой, информация о нем будет выведена на панель приборов.
- Система способна распознавать ограничения скорости, действующие для определенного вида транспорта, а также знаки отмены ограничения скорости.
- Система Opel Eye распознает наряду со знаками ограничения скорости, знаки, запрещающие обгон.

Система экстренного торможения

- Предназначена для эффективного использования тормозов в экстренной ситуации.
- Применение системы экстренного торможения на автомобиле позволяет сократить тормозной путь в среднем на 15-20%.
- Различают два вида систем экстренного торможения:
- 1. для помощи при экстренном торможении и автоматического экстренного торможения (реализует максимальное тормозное давление при нажатии водителем на педаль тормоза, т.е. система дотормаживает за него);
- 2. для создания частичного или максимального тормозного давления без участия водителя, т.е. автоматически.

- Система помощи при экстренном торможении устанавливается, как правило, на автомобили, оборудованные системой ABS.
-
- Принцип работы данной системы основан на:
 - - распознавании ситуации экстренного торможения по скорости нажатия педали тормоза.
 - 1. Скорость нажатия на педаль тормоза фиксирует датчик скорости перемещения штока вакуумного усилителя;
 - 2. Передает сигнал в электронный блок управления. Если величина сигнала превышает установленное значение, электронный блок управления активирует электромагнит привода штока.
 - 3. Вакуумный усилитель тормозов дожимает педаль тормоза. Экстренное торможение происходит до срабатывания системы ABS.

Система автоматического экстренного торможения

- С помощью радаров с помощью радара (лидара с помощью радара (лидара) и видеокамеры обнаруживает впереди идущий автомобиль.
- В случае вероятной аварии (интенсивного сокращения расстояния между автомобилями) система реализует частичное или максимальное тормозное усилие, замедляет или останавливает автомобиль.
- Конструктивно система автоматического экстренного торможения построена на других системах активной безопасности - системе адаптивного круиз-контроля (контроль расстояния) и системе курсовой устойчивости (автоматическое торможение).

Известными системами автоматического экстренного торможения являются:

- **Pre-Safe Brake** (Mercedes-Benz);
 - **Collision Mitigation Braking System, CMBS** (Honda);
 - **City Brake Control** (Fiat);
 - **Active City Stop** и **Forward Alert** (Ford);
 - **Forward Collision Mitigation, FCM** (Mitsubishi);
 - **City Emergency Brake** (Volkswagen);
 - **Collision Warning with Auto Brake** и **City Safety** (Volvo);
 - **Predictive Emergency Braking System, PEBS** от Bosch;
- В перечисленных системах помимо автоматического экстренного торможения реализованы другие функции, среди которых предупреждение водителя об опасности столкновения, активация некоторых устройств пассивной безопасности. Поэтому данные системы еще называют [превентивными системами безопасности](#).