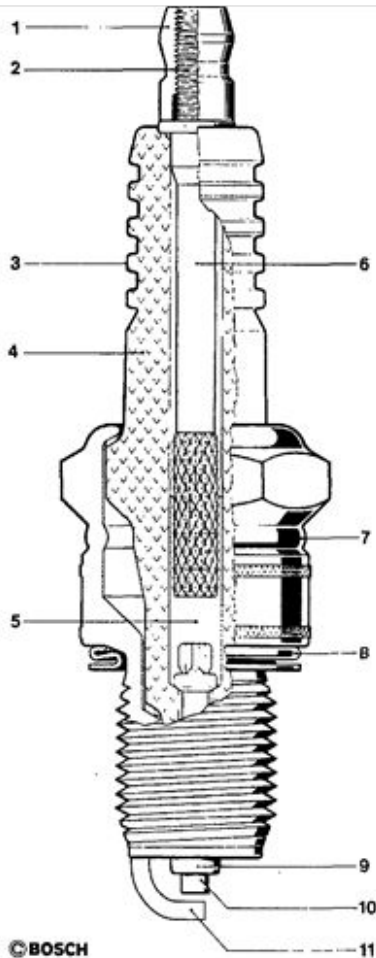


Свечи зажигания

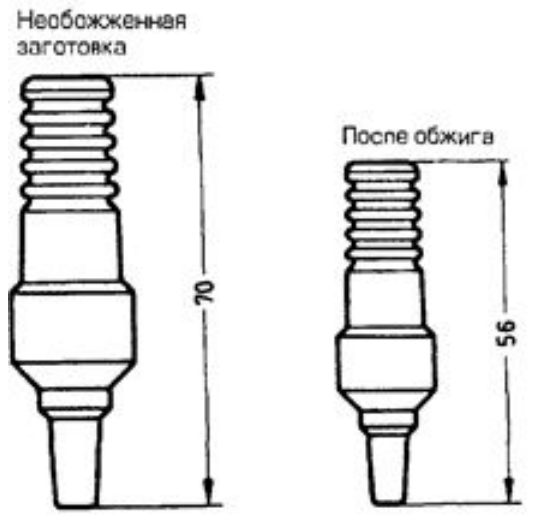
Свечи зажигания



- | | |
|--|-----------------------------------|
| 1 Гайка клеммы | 6 Клеммный стержень |
| 2 Резьбовое соединение | 7 Обойма свечи |
| 3 Барьер утечки тока | 8 Уплотнительное кольцо |
| 4 Изолятор (Al_2O_3) | 9 Изолятор электрода |
| 5 Электропроводящая перемычка из специального стекла | 10 Центральный электрод |
| | 11 Боковой электрод (заземленный) |

- 1. В принципе, свече зажигания представляет собой устройство, состоящее из двух электродов, расположенных внутри цилиндра двигателя. Высокое напряжение, обеспечиваемое системой зажигания, приводит к возникновению искры между электродами, которая воспламеняет топливно-воздушную смесь.
- Свеча зажигания была изобретена Джоном Ленуаром в 1860 году и не претерпела значительных внешних изменений, хотя современная свеча зажигания является результатом многочисленных исследований и экспериментов.
- 2 Свеча зажигания работает внутри камеры сгорания в очень неблагоприятных условиях. Например, температура в камере сгорания может достигать $2500^{\circ}C$, а давление - 50 атм.
- Кроме того, при работе двигателя свеча зажигания подвержена резким изменениям температуры и давления от температуры сгорания рабочей смеси до относительно низкой температуры, которую имеет свежая рабочая смесь.
- Таким образом, свеча зажигания должна функционировать при высоких нагрузках, вибрации, а также в агрессивной среде.

Свечи зажигания



- 2 **Устройство**
- 1 Свеча зажигания состоит из трех основных компонентов - обоймы, электродов и изолятора (см. рис).
- **Изолятор**
- Изолятор препятствует утечке тока высокого напряжения в пределах корпуса свечи. Кроме того, изолятор способствует рассеиванию тепла и частично определяет «тепловой диапазон» свечи зажигания.
- Изолятор изготавливается из оксида алюминия $[Al_2O_3]$ со специальным наполнителем. В процессе обработки изолятор проходит обжиг при высокой температуре, при котором происходит усадка изолятора (примерно на 20%) Наружная часть изолятора покрывается специальной глазурью для предотвращения налипания грязи, которая способствовала бы утечке тока. Эффективная длина изолятора увеличивается за счет применения пяти ребер, дополнительно препятствующих утечке тока. В изоляторе размещен центральный электрод и клеммный стержень.
- В конечном итоге, изолятор должен обладать следующими свойствами:
 - (а) Механическая прочность
 - (б) Высокое сопротивление
 - (в) Хорошая теплопроводность

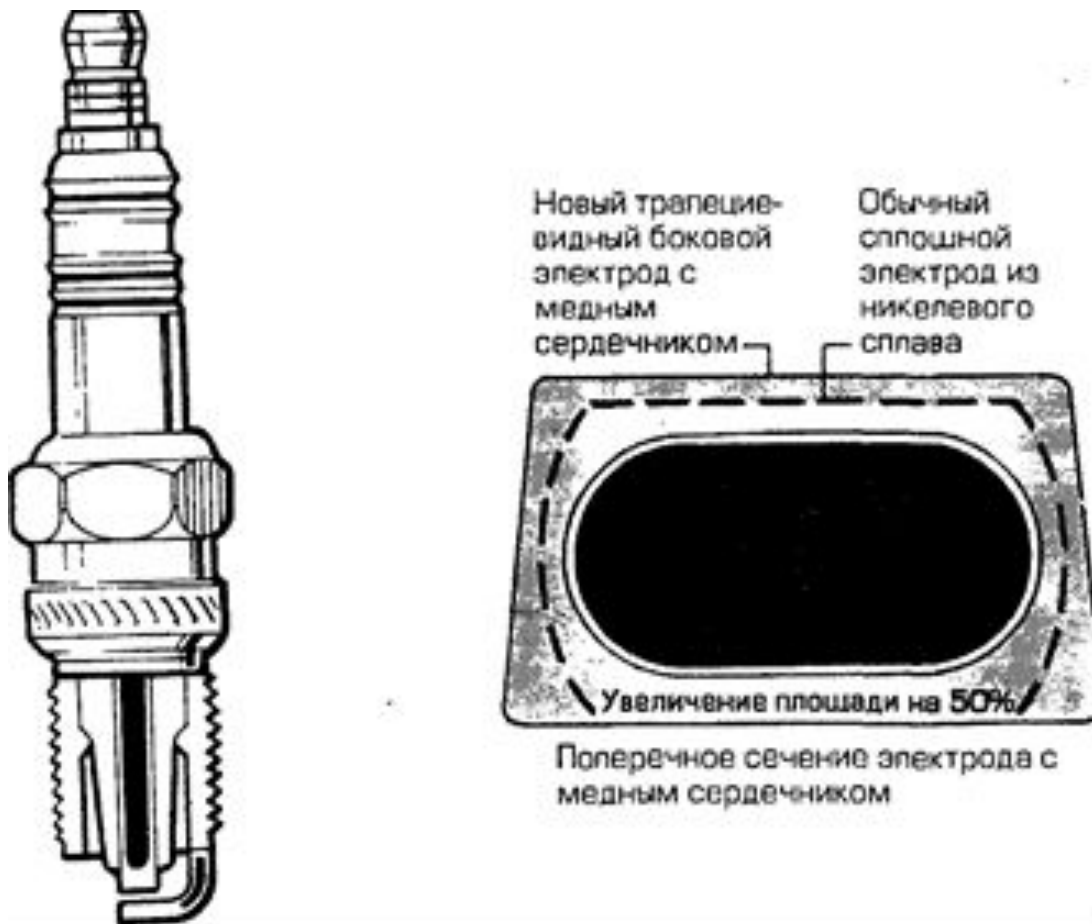
Свечи зажигания

- **Обойма**
- Обойма свечи изготавливается из стали и имеет резьбу для ввинчивания свечи в головку цилиндров и шестигранник для специального ключа.
- Поверхность обоймы никелируется, во-первых, для предотвращения коррозии и, во-вторых, для предотвращения "присыхания" резьбы, что имеет особенно важное значение, поскольку головке цилиндров изготавливается из мягкого сплава.
- Изолятор запрессовывается в обойму, предварительно нагретую до высокой температуры с большим натягом.
- **Электроды**
- Выбор материала, из которого изготавливаются электроды имеет большое значение для обеспечения хорошей работы свечи. Они должны обеспечивать возникновение искры, быть стойкими к высокой температуре и воздействию агрессивной среды.
- Крепление центрального электрода может осуществляться многими способами. Фирма Bosch для этого применяет специальное электропроводящее стекло, а фирмы NGK и Champion - порошковое уплотнение, которое заполняет зазоры между электродом и изолятором и между изолятором и стальным корпусом.

Свечи зажигания

- Наиболее подходящим материалом для электродов считается никель, хотя некоторые свечи имеют медные электроды, покрытые никелем, что улучшает теплоотвод благодаря хорошей теплопроводности меди.
- Боковой электрод приварен к обойме и обычно имеет прямоугольное сечение.
- Фирмой Champion применяются медные электроды, причем боковой электрод имеет трапециевидное сечение для увеличения площади, на которой проскакивает искра.
- Эта мера уменьшает температуру электродов приблизительно на 100°C по сравнению со свечами, имеющими никелевые электроды. Кроме того, за счет уменьшения сопротивления электродов имеется возможность для увеличения зазора между электродами на $0,15\text{мм}$ по сравнению с обычными свечами.
- В настоящее время считается доказанным, что увеличение зазора между электродами способствует облегчению пуска двигателя, а также увеличению эффективности сгорания, особенно при

Свечи зажигания



Свеча Champion с медными электродами

Свечи зажигания



- **Температурный диапазон**
- При работе двигателя температура на электродах свечи составляет $400^{\circ}\text{C} \dots 800^{\circ}\text{C}$. При температуре ниже 400°C на электродах остаются продукты неполного сгорания, а при температуре выше 800°C происходит окисление и сгорание электродов. При температуре выше 850°C электроды свечи раскаляются и наступает "калильное" зажигание, при котором происходит преждевременное воспламенение рабочей смеси. Это вызывает поломку свечи и прогар днища поршня [см. рис.

Проведенные измерения теплоотводе от свечи показали, что приблизительно 91% тепла отводится за счет теплопроводности к корпусу головки цилиндров, а 9% отводится за счет излучения и конвекции с наконечника свечи (см. рис.).

Свечи зажигания



Рис. 9.4. Сгорание электродов свечи при "каильном" зажигании



Рис. 9.5. Прогар днище поршня при "каильном" зажигании

Свечи зажигания

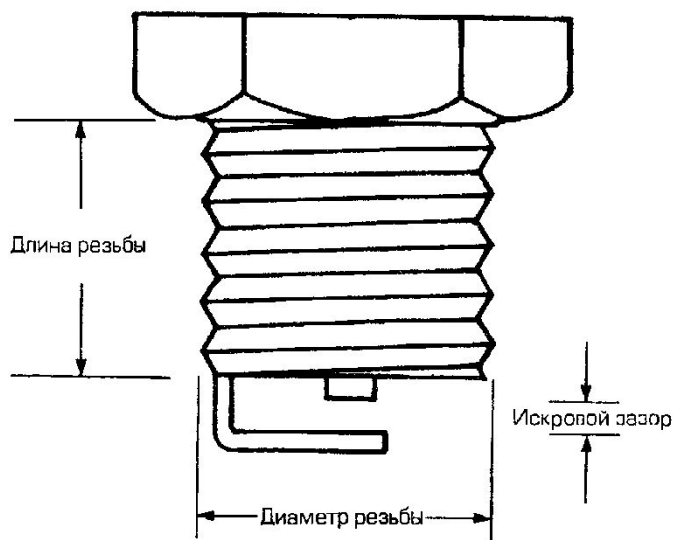


Рис. 9.8. Основные размеры свечи зажигания

На приведенной выше схеме не учитывается теплоотвод за счет подачи свежей рабочей смеси. На этой схеме представлена лишь общая картина распределения теплоотвода. Из анализе этой схемы видно, какие параметры в большей или меньшей степени ответственны за отвод тепла. Например, через уплотнительную прокладку свечи отводится до 49% тепла, таким образом правильная затяжка свечи в головке цилиндров способствует

увеличению срока службы последней.

Очевидно, что одна и та же свеча не может быть пригодна для

всех условий эксплуатации автомобиля. Некоторые производители различают свечи для езды по внутригородскому циклу и для загородных поездок. Наиболее важные размеры обычно указываются на нижнем конце свечи [они показаны на рис. 9.8). Перед установкой новой свечи всегда необходимо убедиться, что эти характеристики корректны.

- Это существенно для правильного расположения электродов свечи внутри цилиндра. Если свеча слишком коротка, рабочая смесь будет воспламеняться в менее благоприятных условиях, что приведет к сбоям в работе двигателя и увеличению продуктов неполного сгорания; при достаточно долгой работе двигателя может наступить перегрев электродов и резьбового соединения (см. рис. 9.9).

Свечи зажигания

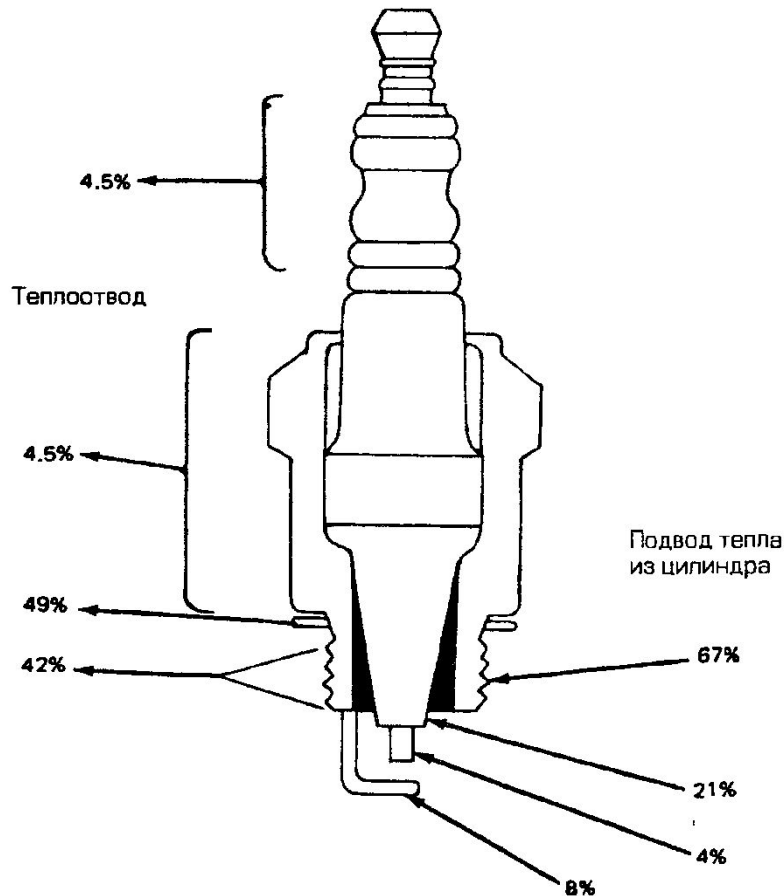


Рис. 9.7. Теплоотвод со свечи зажигания

- Тепло с центрального электрода в основном рассеивается через изолятор и целее через обойму в головке цилиндров. Через сам электрод (длинный и тонкий) тепла рассеивается меньше (см. рис. 9.10).
- В двигателе с высокой степенью сжатия температурный режим работы более напряженный, поэтому для такого двигателя требуются свечи с высокой способностью к отводу тепла. Наоборот, для двигателя с низкой степенью сжатия, где температура в камере сгорания ниже, требуются более горячие свечи для того, чтобы предотвратить образование масляных отложений (см. рис. 9.6).
- Существует простое правило:
- Для горячего двигателя нужны холодные свечи
- Для холодного двигателя нужны горячие свечи
- Примечание: Иногда горячие свечи называют "мягкими", а холодные - "жесткими".

Свечи зажигания

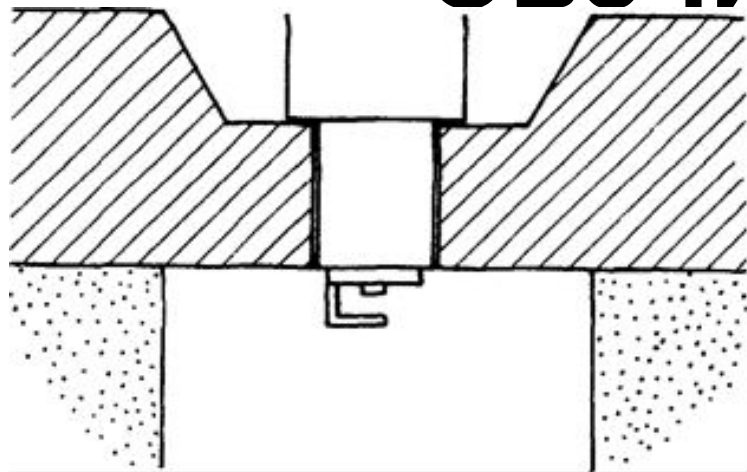


Рис. 9.9,б. Нормальная свеча

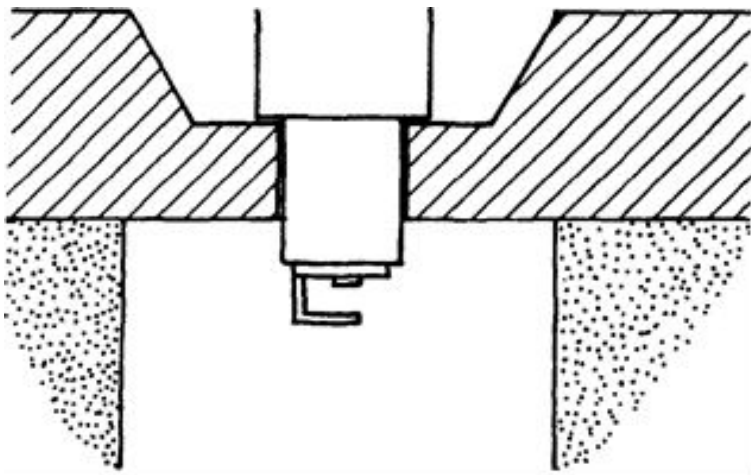


Рис. 9.9,в. Слишком длинная свеча

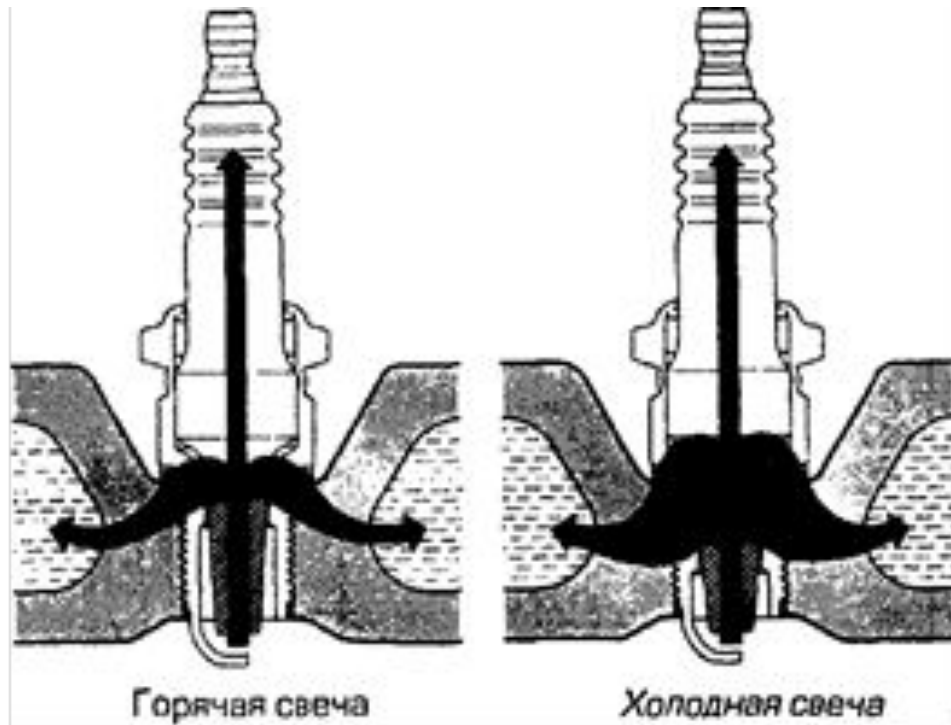


Рис. 9.10. Теплоотвод от горячей и холодной свечей

Свечи зажигания

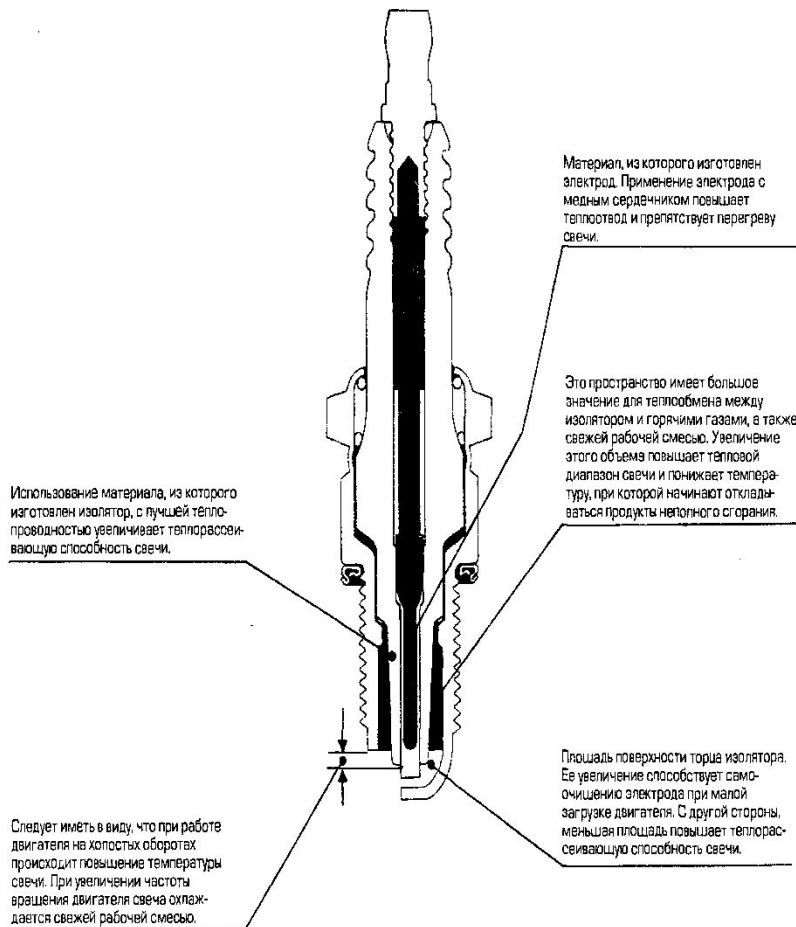


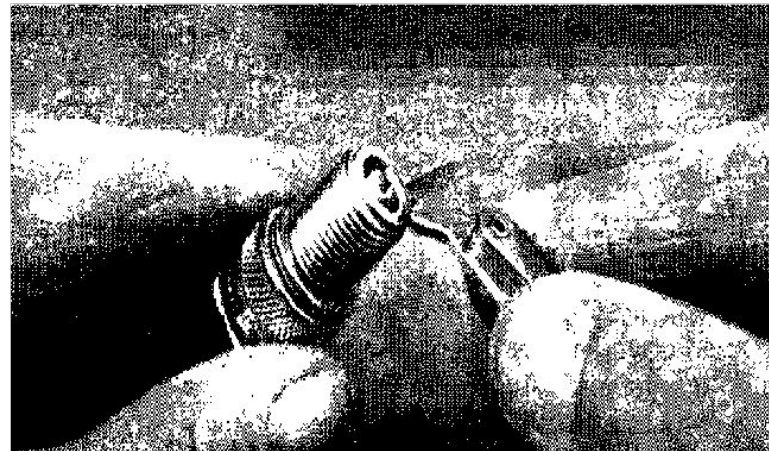
Рис. 9.11. Влияние различных факторов на "тепловой диапазон" свечи

- Рабочая температура свечи зависит от четырех факторов (см. рис. 9.11):
- (а) Материал, из которого изготовлены электроды свечи. Электроды с медным сердечником обладают более высокой способностью к теплоотводу.
- (б) Длина изолятора центрального электрода. Длиной изолятора считается расстояние от конца изолятора до места, где он соединяется с теплоотводящей поверхностью.
- (в) Длина, на которую изолятор выступает внутрь камеры сгорания, она связана с эффектом дополнительного охлаждения свежей рабочей смесью. Однако при этом необходимо применение дополнительных мер от загрязнения изолятора.
- (г) Расстояние от изолятора центрального электрода до обоймы является очень важным, так как оно определяет объем, в котором циркулируют газы. Именно в этом месте происходит основной теплообмен между горячими газами и поверхностью изолятора.
- Увеличение этого объема препятствует загрязнению свечи продуктами неполного сгорания (при низкой температуре).
- Увеличение зазора между электродами увеличивает срок службы свечи, так как при этом между электродами может накопиться больше отложений прежде, чем свеча выйдет из строя.

Свечи зажигания

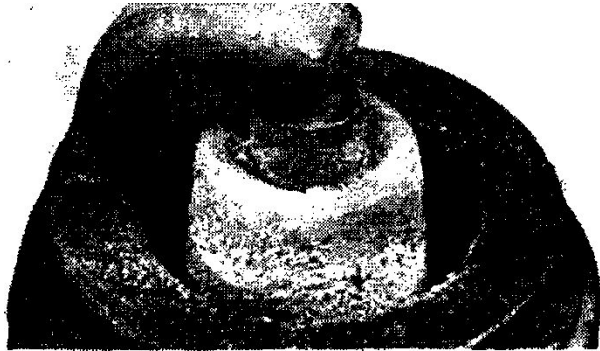


Измерение зазора между электродами. Для измерения зазора используйте специальный щуп, толщина которого должна соответствовать спецификации. Щуп должен проходить между электродами с легким сопротивлением. При необходимости отрегулируйте зазор.



Нормальная свеча. Отложения на электродах серо-коричневого цвета. Зазор увеличивается приблизительно на 0,025мм за 1600 км. Свеча соответствует двигателю и двигатель находится в хорошем состоянии.

Свечи зажигания

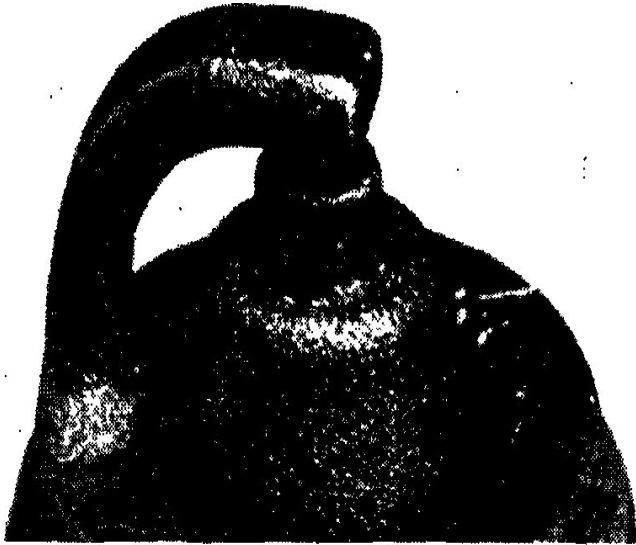


Масляная пленка. Влажные масляные отложения на электродах. Приводят к ухудшению искрообразования и, в конечном итоге, к сбою зажигания. Неисправность, возможно, заключается в чрезмерном износе поршневых колец или втулок клапанов; иногда такая пленка может возникать при длительных попытках пуска двигателя. После очистки свеча может быть использована повторно.



Разрушение электродов. Боковой и центральный электроды полностью сгорали. Основная причина неисправности преждевременное воспламенение. Проверка такая же, как для перегрева, хотя причины могут быть более серьезными. Необходимо убедиться в работоспособности поршневой группы и клапанного механизма.

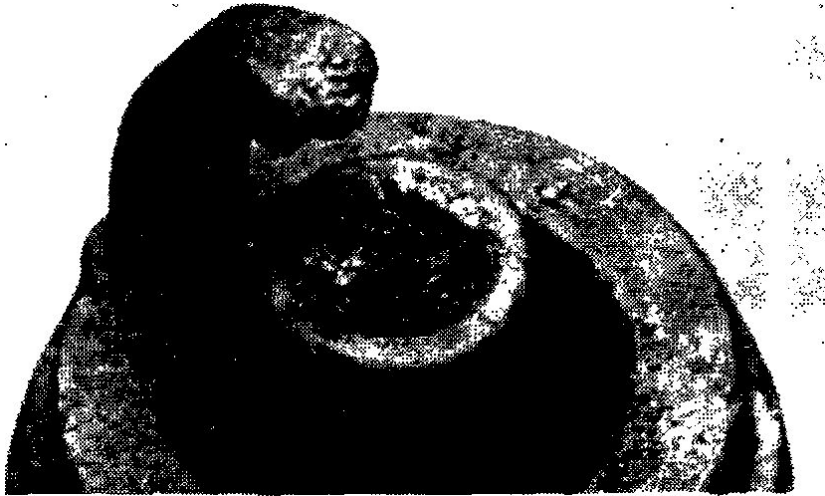
Свечи зажигания



Регулировка зазора между электродами. Регулировка зазора производится отгибанием или подгибанием бокового электрода. Во избежание поломки, пользуйтесь только предназначенными для этого инструментами.

Образование нагара. Отложения сухие, черные. Приводят к ослаблению искры и сбою в системе зажигания. Причина неисправности: чрезмерно богатая смесь. Отрегулируйте карбюратор. Проверьте исправность дроссельной заслонки и замените воздушный фильтр. После очистки свеча может быть использована повторно.

Свечи зажигания

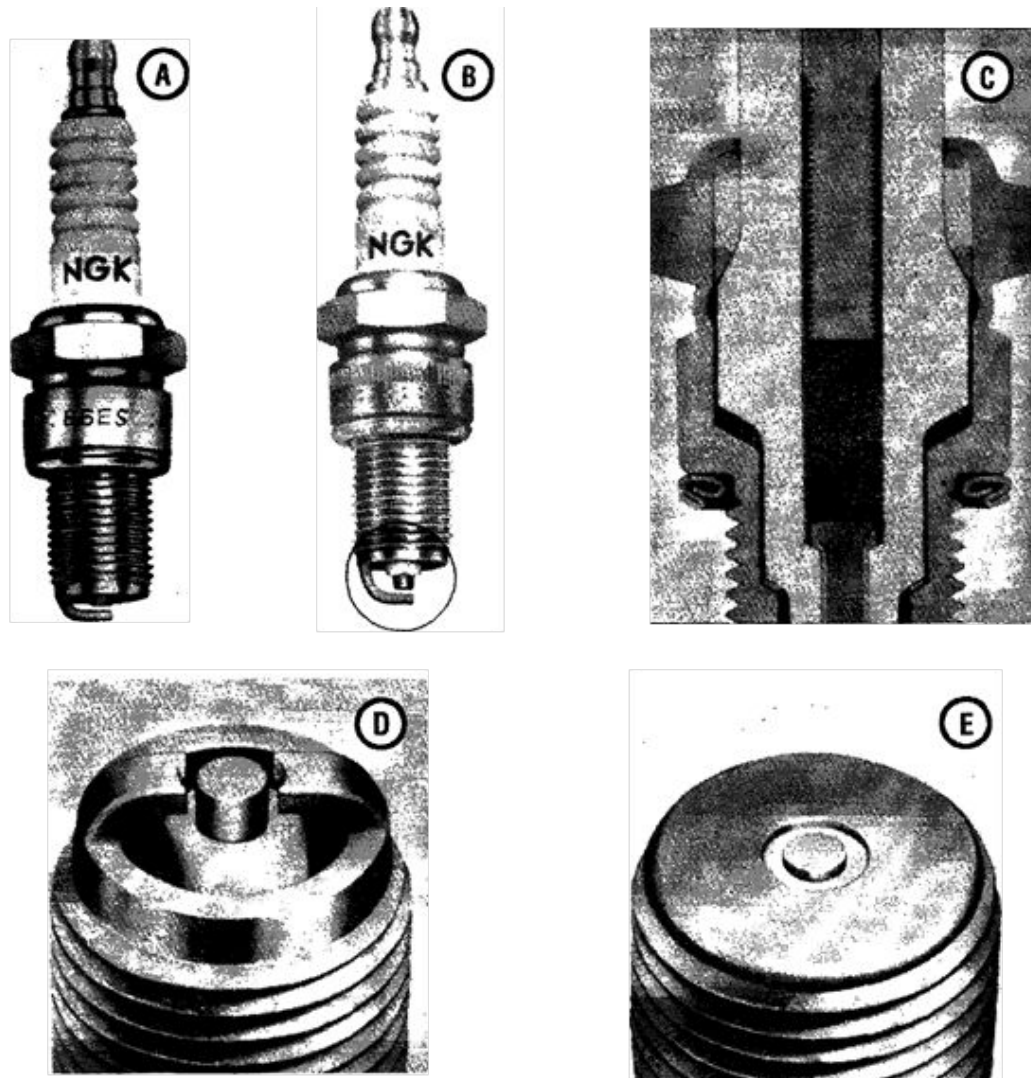


Перегрев. Электроды чистые, поверхность изолятора центрального электрода белого цвета. Неисправность; перегрев свечи. Проверьте соответствие размеров свечи Вашему двигателю, установку зажигания, применяемый бензин (скорее всего его октановое число слишком низкое) и состав рабочей смеси (слишком бедная смесь). Исправьте неисправность и замените свечи.



Поломка изолятора центрального электрода. Первоначально на изоляторе может быть трещина, хотя заметить ее можно только после очистки. Причина неисправности: раннее зажигание или неправильный зазор электродами. Проверьте установку момента зажигания, исправность системы охлаждения, применяемый бензин (скорее всего его октановое число слишком низкое) и состав рабочей смеси (слишком бедная смесь). Исправьте неисправность и замените свечи.

Свечи зажигания



Стандартная свеча

Свеча с выступающим изолятором центральной электрода

В Свеча с резистором

Г Свеча с двумя боковыми электродами

Д Свеча с поверхностным разрядом

Рис. 9.14. Типы свечей зажигания

Свечи зажигания

- 1. Свечи с плоской посадочной поверхностью устанавливаются с шайбой, которая необходима для обеспечения надежного уплотнения обоймы свечи в корпусе двигателя. Слишком слабая затяжка свечи приводит к перегреву свечи и возникновению "калильного" зажигания, поскольку ухудшается теплоотвод от свечи. Слишком сильная затяжка может вызвать поломку резьбового соединения свечи с головкой цилиндров. Свеча с конической посадочной поверхностью не требует применения шайбы и имеет меньшие размеры обоймы. В последнее время эти свечи становятся все более популярными. При их затяжке следует проявить большую осторожность
- 2 Стандартная свеча имеет центральный электрод, конец которого находится в одной плоскости с торцом обоймы (см. рис. 9.14,е).
- Стандартный изолятор центрального электрода характерен для устаревших моделей.
- 3 Свеча с выступающим изолятором центрального электрода (см. рис. 9.14,б). Использование этих свечей требует защиты от загрязнения при низкой температуре сгорания и мер по предотвращению перегрева свечи, так как температура свечи после пуска холодного двигателя поднимается значительно быстрее, чем у стандартной. Преимущество такой свечи заключается в том, что у нее быстрее достигается температура самоочищения от продуктов неполного сгорания. При высоких оборотах двигателя свеча охлаждается свежей рабочей смесью. Этот тип свечей характерен для современных автомобильных двигателей.
- 4 Свеча с резистором. Свеча такого типа снабжена дополнительным угольным резистором порядка 5кОм между центральным электродом и наконечником свечи. Применение резистора способствует уменьшению радиопомех при работе двигателя. Это решение продиктовано тем, что наибольший эффект подавления помех достигается за счет установки резистора как можно ближе к источнику помех-свече зажигания (см. рис. 9.14,в)].

Свечи зажигания

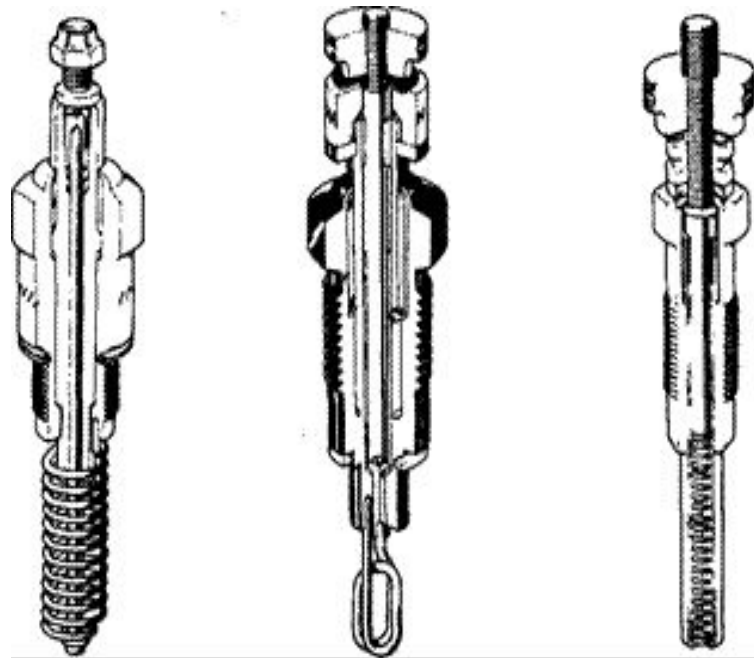
- Свеча с двумя боковыми электродами. В основном, используется в роторных двигателях, имеющих более интенсивный тепловой режим, чем в поршневых двигателях. Свечи с двумя боковыми электродами имеют меньший зазор, что приводит к уменьшению концентрации окиси углерода в выхлопных газах (см. рис. 9.14, г).
- Свечи с поверхностным разрядом разработаны для систем зажигания с разрядом конденсатора. Они хорошо зарекомендовали себя, устойчиво работая даже при сильном загрязнении (см. рис. 9.14.Д).

Свечи зажигания

- **Обслуживание свечей зажигания**
- Свечи необходимо осматривать не реже, чем через каждые 5000 км и очищать их. Следует иметь в виду, что даже свечи, которые эксплуатируются надлежащим образом, периодически приходится заменять.
- В зависимости от условий эксплуатации автомобиля средний срок службы свечей зажигания составляет от 10000 до 16000 км.
- Чистку свечей можно осуществлять вручную, твердые отложения удаляются лучше при помощи пескоструйного аппарата. После этого свечу необходимо продуть сжатым воздухом.
- Для чистки вручную лучше всего подходит мягкая проволочная щетка, при помощи которой очищаются электроды и изолятор центрального электрода. Жесткая проволочная щетка не годится, так как ею легко повредить электроды свечи. После очистки необходимо убедиться, что на свече не остались куски проволоки.

Свечи зажигания

- 9 Запальные свечи для дизельного двигателя
- Дизельный двигатель не нуждается в свечах для воспламенения рабочей смеси. Требуемая температура для воспламенения топлива достигается за счет сжатия воздуха в цилиндре, а топливо впрыскивается в цилиндр в конце такта сжатия. В связи с этим запальные свечи применяются для облегчения пуска холодного двигателя за счет предварительного подогрева воздуха или топливно-воздушной смеси в камере сгорания.



Запальные свечи (см. рис. 9.19) состоит из проволочной спирали, к которой подводится напряжение от аккумулятора. После пуска двигателя цепь питания запальных свечей автоматически прерывается.

Запальные свечи типа AG2 и CH2 предназначены для подогрева воздуха во впускном коллекторе. Они сконструированы таким образом, чтобы обеспечить максимально быстрый подогрев большого количества воздуха.

Рис. 9.19. Запальные свечи для дизельного двигателя

Свечи зажигания

- Свечи типа AG4 и CH4 предназначены для подогрева рабочей смеси в камере сгорания. Нагревательный элемент в этих свечах имеет низкое сопротивление и работает при напряжении 1 или 2В. Поэтому свечи такого типа соединены последовательно между собой, а также с добавочным резистором.
- Свечи типа AG60 и CH60 имеют защитный кожух. Сопротивление этих свечей выше, поэтому они имеют параллельное подключение к электросети автомобиля.
-