

Свеча зажигания

требования и устройство

Свеча зажигания должна быть сделана таким образом, чтобы способна была надежно противостоять прежде всего:

- большим температурным нагрузкам;
- электрическому напряжению;
- механическим нагрузкам;
- вибрациям;
- резким изменениям температуры;
- воздействиям химических веществ в камере сгорания;
- эрозии при высоких температурах;
- осадкам от горения;
- атмосферной влажности.



Свеча зажигания условия исправной работы

Для оптимальной работы свечи зажигания должны быть обеспечены следующие условия:



Свеча зажигания:

- достаточная электрическая изоляция между положительным и отрицательным электродом свечи зажигания. Не должно происходить замыканий, пробоев или утечки электроэнергии.
- отвод тепла из рабочей части свечи зажигания на корпус цилиндра должен обеспечивать достаточную электрическую изоляцию кончика изолятора и исключить раннее зажигание.
- совершенное соединение свечи зажигания и головки цилиндра. Герметичность камеры сгорания, отвод тепла из камеры сгорания и возможность замены свечи зажигания.
- расстояние между электродами соответствующее энергии, поставляемой системой зажигания, компрессии смеси в цилиндре и обгоранию электродов.
- правильное местонахождение рабочей зоны свечи зажигания в камере сгорания, чтобы распространение фронта пламени было быстрым, чтобы оно не вызывало детонационное горение или несовершенное воспламенение смеси воздуха и топлива.



Пользователь:

- Использование транспортного средства обычным способом. Примечание: не оставляйте транспортное средство работать на холостом ходу несколько излишних минут и т. п.
- Применять правильный тип свечей зажигания. Важным являются габариты свечи, калильное число, искровой зазор, местонахождение активной зоны свечи в камере сгорания и подавление радиопомех.
- Своевременная замена свечей зажигания после пробега предписанного количества километров.



Двигатель – транспортное средство:

- Поставлять достаточную энергию из системы зажигания на свечу зажигания при всех рабочих режимах работы двигателя.
- Перед воспламенением подготовить подходящим образом промешанную смесь воздуха и топлива в как можно более оптимальном соотношении с учетом данных условий работы двигателя.
- Хорошее техническое состояние двигателя, в частности:
 - а) достаточное компрессионное сжатие;
 - б) точность во времени;
 - в) точная регулировка системы зажигания и подачи топлива;
 - г) предотвращение проникновения смазочного масла в камеру сгорания;
 - д) достаточная изоляция привода высокого напряжения;
 - е) хорошая температурный баланс охлаждения двигателя;
 - ж) исправное оборудование для обогащения смеси воздуха и топлива при старте и акселерации;
 - з) правильно работающие датчики, связанные с настройкой зажигания во времени и с созданием смеси воздуха и топлива.

Тепловая характеристика

Двумя основными взаимосвязанными условиями правильной работы свечи зажигания являются достаточная электрическая изоляция между центральным и боковым электродами и отвод тепла от части свечи зажигания, находящейся в камере сгорания.

Для обеспечения достаточной изоляции между центральным и боковым электродами необходимо во время работы поддерживать юбку изолятора (часть изолятора, входящую в камеру сгорания двигателя) в оптимальных температурных границах. Если температура юбки изолятора опустится до так называемого **диапазон отложений**, то на поверхности юбки изолятора образуются отложения горения (карбон, несгоревшее топливо, масло для смазки, загрязнения из воздуха). Следствием отложений в результате горения на юбке изолятора является снижение электрического сопротивления изоляции, сопровождающееся перебоями зажигания, а по истечении определенного времени и потеря работоспособности свечи зажигания. При более высокой температуре юбки изолятора дальнейшие отложения горения не образуются, а уже возникшие отложения не сгорают. Если температура юбки изолятора превысит 500 °С – так называемый **диапазон самоочистки**, то новые отложения уже не образуются, а возникшие ранее отложения сгорают. Свеча зажигания работает оптимально.

Слишком высокая температура юбки изолятора нежелательна. Высокая температура приводит к опережению зажигания смеси воздуха и топлива, а при дальнейшем сжатии уже воспламенившейся смеси возникает высокая температура, которая может привести к серьезным повреждениям двигателя.

Для достижения правильной температуры юбки изолятора для конкретного двигателя свечи зажигания выпускаются с разными калильными числами. Диапазон калильных чисел свечей «БРИСК» от самых «горячих» до самых «холодных» выглядит следующим образом: 19, 18, 17, 15, 14, 12, 10 и 08.

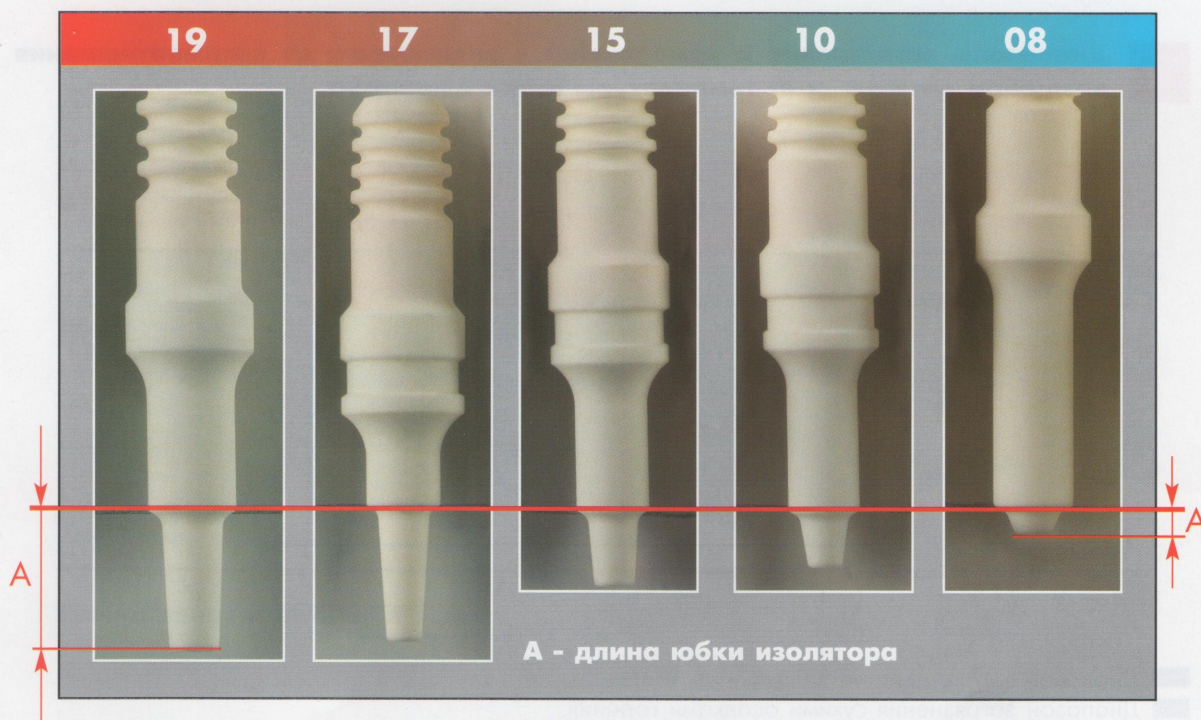
«Горячие» свечи зажигания отводят тепло с камеры сгорания относительно медленно. Имеют длинную юбку изолятора и относительно быстро достигают уровня температуры, превышающего границу диапазона отложений.

«Холодные» свечи зажигания имеют относительно короткую юбку изолятора и быстро отводят тепло с камеры сгорания, чем препятствуют преждевременному воспламенению.

Выбор правильного калильного числа является очень важным. Для каждого конкретного двигателя предписана конкретная свеча зажигания с определенным калильным числом.

горячие свечи

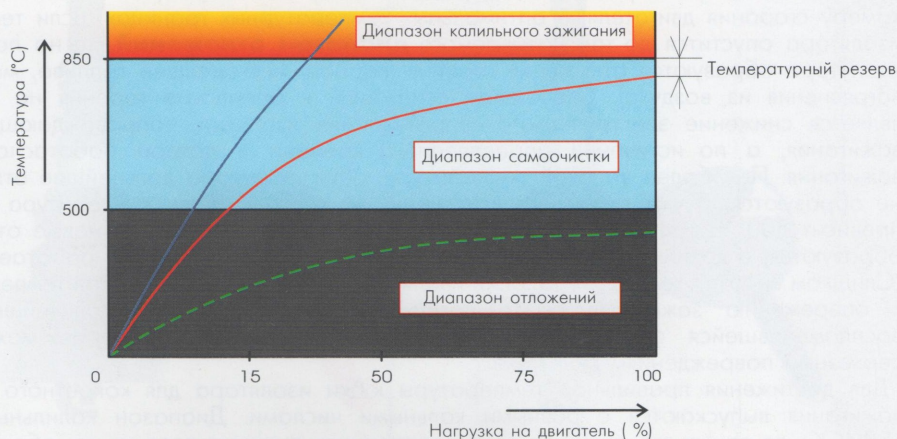
холодные свечи



Влияние длины юбки изолятора на значение калильного числа свечи зажигания.

Свеча **Тепловая характеристика**

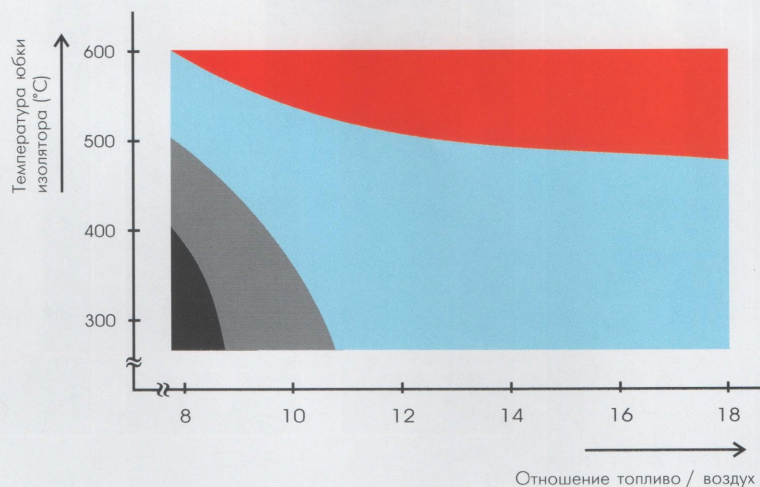
Влияние температуры юбки изолятора на правильный выбор калильного числа свечи зажигания.



- слишком холодная свеча зажигания для данного двигателя
- подходящая свеча зажигания для данного двигателя
- слишком горячая свеча зажигания для данного двигателя

На правильно подобранную с точки зрения теплового значения свечу воздействуют процессы загрязнения и самоочистки юбки изолятора. Оседание отложений горения на юбке изолятора происходит из-за несовершенного сгорания по причине «богатой» смеси воздуха и топлива. С другой стороны, появившиеся в результате горения отложения сгорают, как только температура юбки изолятора станет более 500 °C.

Диапазоны загрязнения и самоочистки в зависимости от соотношения воздуха и топлива и от температуры юбки изолятора.



- Диапазон загрязнения не испаренным топливом.
- Диапазон загрязнения сухими осадками горения.
- Инертный диапазон.
- Диапазон самоочистки.

Тепловая характеристика

Диапазон загрязнения неиспаренным топливом — в этом диапазоне свечи зажигания более всего загрязняются. Отношение топлива и воздуха здесь является малым (богатая смесь). Рассеивание (атомизация) топлива является малым и топливо горит в своем жидком состоянии. Создание отложений является значительным. Более того, кончик изолятора является влажным от неиспаренного топлива. Следствием снижающегося сопротивления изоляции юбки изолятора является иногда не воспламенение смеси. Запуск холодного двигателя и частые поездки транспортного средства в холодное время года ускоряют загрязнение юбки изолятора. Диапазон **загрязнения мягкими отложениями** — работа двигателя транспортного средства на холостых оборотах или его малая загрузка способствует откладыванию мягких (сухих) отложений горения на юбке изолятора, хотя топливо не горит в жидком состоянии.

Диапазон инертный — в данном диапазоне не происходит ни оседание отложений горения на юбке изолятора, ни самоочищение. Отложения не оседают на поверхности юбки изолятора и в том случае, если температура юбки опустится ниже 500 °С. Новая свеча зажигания не загрязняется, а уже загрязненная свеча не очищается.

Диапазон самоочистки — в данном диапазоне осевшие отложения процесса горения на юбке изолятора сгорят, а изоляционная стойкость юбки изолятора вернется к своему обычному значению. Перемещение в диапазон самоочистки обычно происходит при акселерации и при более высоких скоростях транспортного средства.



загрязнение неиспаренным топливом



загрязнение сухими отложениями процесса горения



самоочистка

Определение калильного числа свечи зажигания

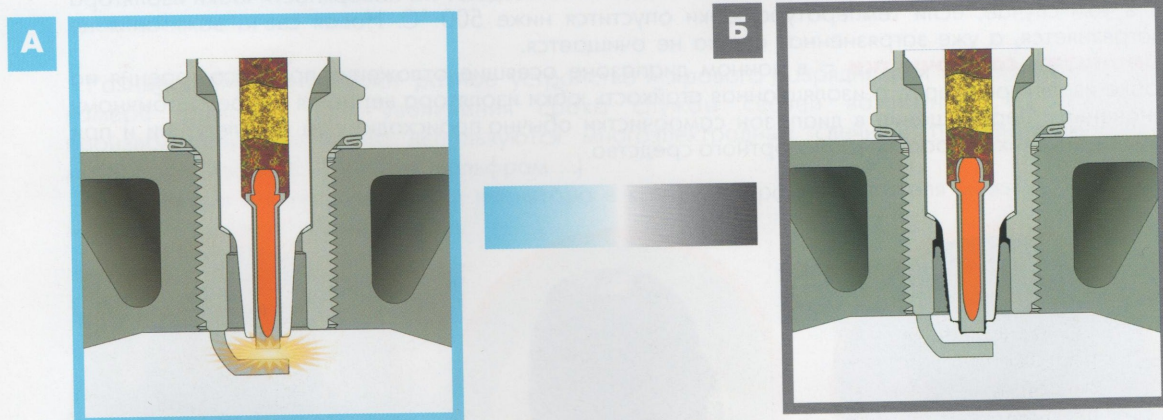
При работе двигателя свеча зажигания разогревается до определенной температуры. Самая высокая температура находится на торце юбки изолятора. Температурный баланс между поступлением и отводом тепла от свечи зажигания определяется так называемым калильным числом свечи зажигания. Параметром температурного значения является так называемое самовозгорание. Измеряется при помощи так называемого мерного двигателя при постепенном увеличении переполюсующего давления вплоть до появления калильного зажигания. Самовоспламенение индицируется при помощи ионизационного метода и далее обрабатывается системой управления с обратной связью с управлением двигателем. Температурная нагрузка выражается в единицах IMEP (Indicated Mean Effective Pressure lb/in²).

Определение установки свечей зажигания

Испытание конкретного двигателя на предмет установки на нем свечей зажигания производится посредством специальной установки, позволяющей снимать калильное зажигание при увеличении опережения зажигания по отношению к первоначальному, при загрузке двигателя. Тем самым определяется запас калильного числа свечи зажигания на конкретном двигателе. Составной частью испытаний является и испытание стартов двигателя в холодильной камере и рабочие испытания.

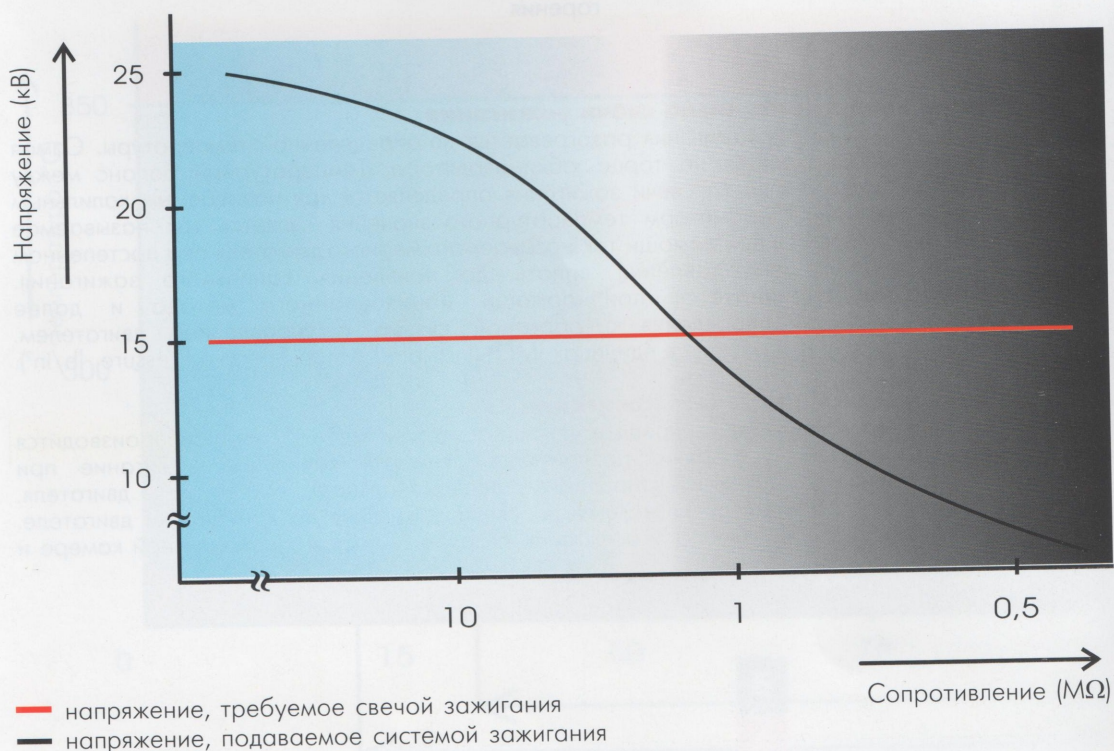
Электрическая характеристика

Загрязнение поверхности кончика изолятора отложениями, образующимися в процессе горения, снижает электрическое **сопротивление изоляции**. При уменьшении сопротивления изоляции происходит и снижение электрического напряжения, подаваемого на свечу зажигания от системы зажигания. Если в результате сильного загрязнения юбки изолятора сопротивление изолятора снизится вплоть до того, что подаваемое от системы зажигания электрическое напряжение станет более низким, чем напряжение, требуемое для зажигания электрическое напряжение станет более низким, чем напряжение, требуемое для свечи зажигания, то не образуется искра между электродами свечи зажигания (см.Б) и возникают перебои в работе двигателя.



Правильная работа свечи

Отношение между подаваемым электрическим напряжением и изоляционным сопротивлением свечи зажигания.



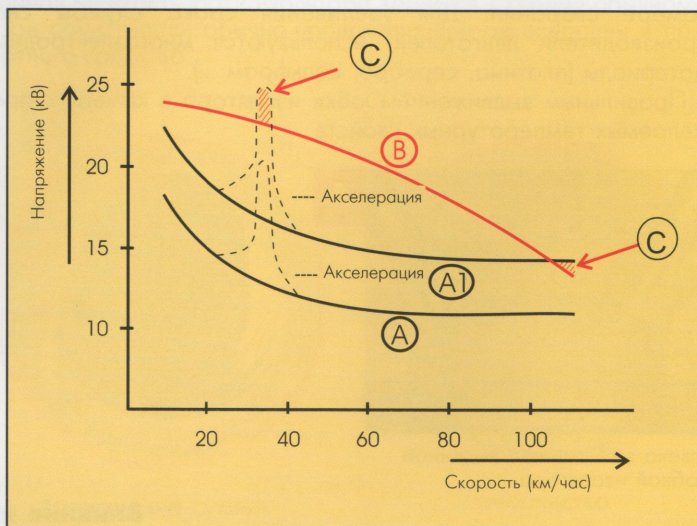
Электрическая характеристика

Электрическое напряжение, требуемое свечой зажигания и электрическое напряжение, подаваемое системой зажигания.

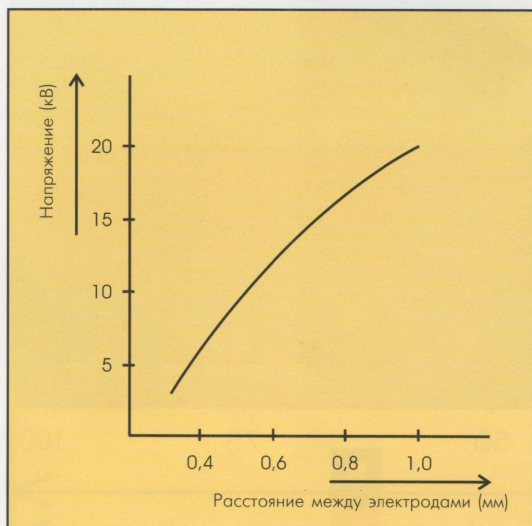
Для того, чтобы между электродами свечи зажигания мог произойти разряд, необходимо, чтобы система зажигания подала электрическое напряжение определенной величины. Если требование свечи зажигания к напряжению, подаваемому системой зажигания, превзойдет возможности системы, то перескакивание электрической искры между электродами не произойдет. Как правило, требование свечи зажигания к величине электрического напряжения увеличивается с увеличением искрового зазора и при акселерации. Электрическое напряжение, подаваемое системой зажигания, снижается при старте, при низкой температуре окружающей среды и при высоких оборотах двигателя.

Отношение между подаваемым системой зажигания электрическим напряжением и требованием свечи зажигания

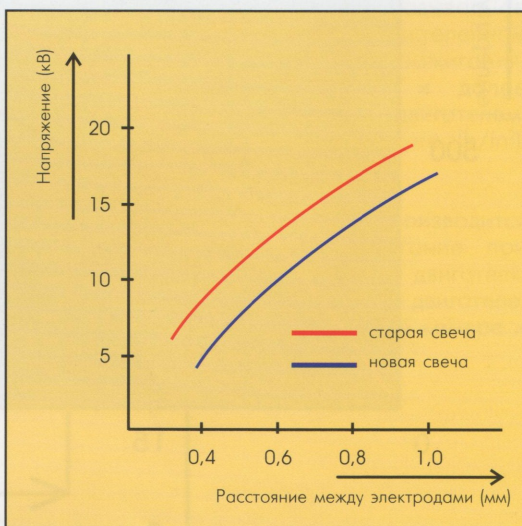
- A напряжение, требуемое свечой зажигания (новая)
- A1 напряжение, требуемое свечой зажигания (бывшая в употреблении)
- B напряжение, подаваемое системой зажигания
- C недостаточное напряжение, подаваемое системой зажигания



Отношение между искровым зазором и требованием свечи зажигания к напряжению.



Отношение между износом свечи зажигания и требованием свечи зажигания к напряжению.



Свеча зажигания активная зона

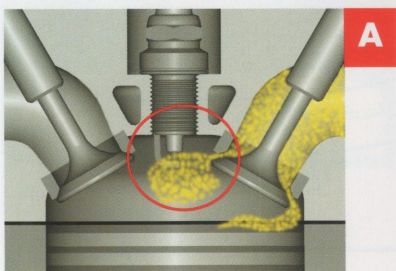
Для совершенного использования энергии топлива, с целью минимализации вредных выхлопных газов необходимо оптимизировать конструкцию свечи зажигания в отношении конкретного двигателя.

На качество воспламенения смеси в камере сгорания оказывают влияние:

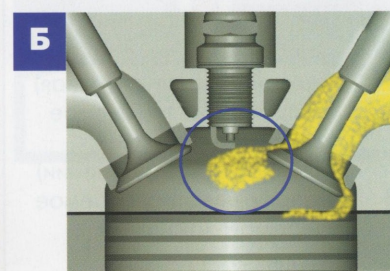
- размещение активной зоны в камере сгорания;
- изменение искрового зазора в течение интервала замены свечи зажигания;
- изменение свойства материала электродов в течение интервала замены свечи зажигания;
- свободный доступ фронта пламени на его начальной стадии расширения к электродам;
- возможность выбора места разряда в зависимости от концентрации молекул смеси в данный момент

Разные двигатели требуют разное устройство искрового разрядника и его размещение в камере сгорания. Для увеличения срока службы свечей зажигания, что требуют производители двигателей, используются многоэлектродные свечи и применяются спец. материалы (платина, серебро, вольфрам ...).

Правильным выдвижением юбки изолятора в камеру сгорания двигателя можно достигнуть желаемых температурных свойств.

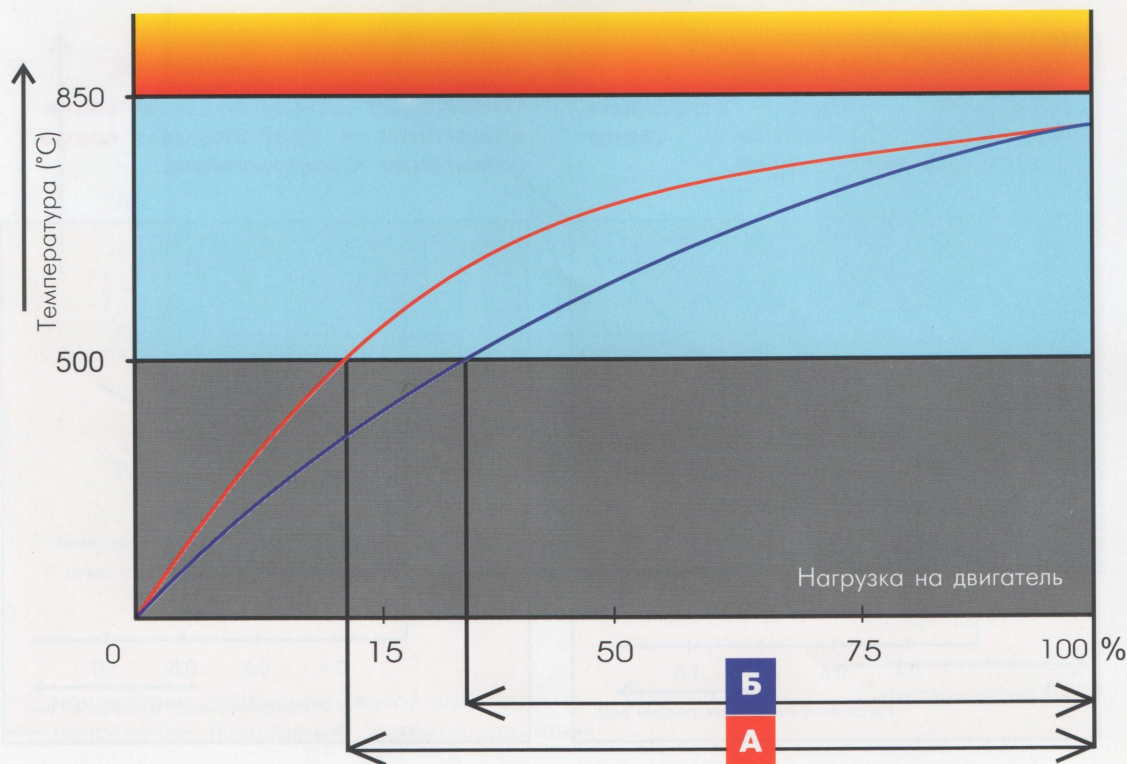


свеча зажигания с выдвинутой юбкой изолятора



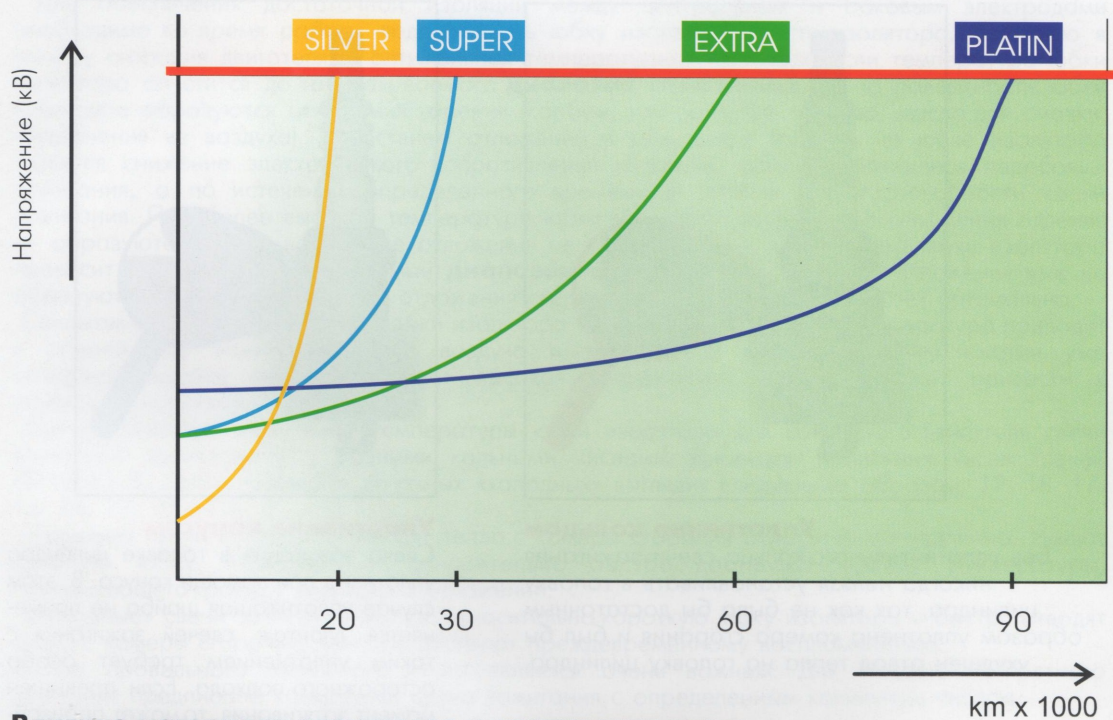
свеча зажигания с не выдвинутой юбкой изолятора

Влияние выдвижения юбки изолятора на расширение теплового диапазона.

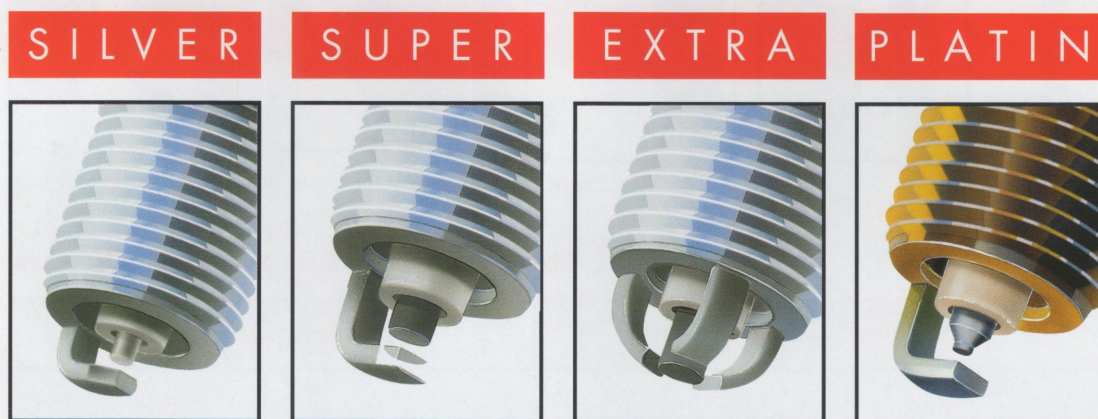


Свеча зажигания

активная зона и материал электродов



Влияние материала электродов и увеличения числа электродов на интервал замены свечи зажигания.



Разновидности активной зоны.

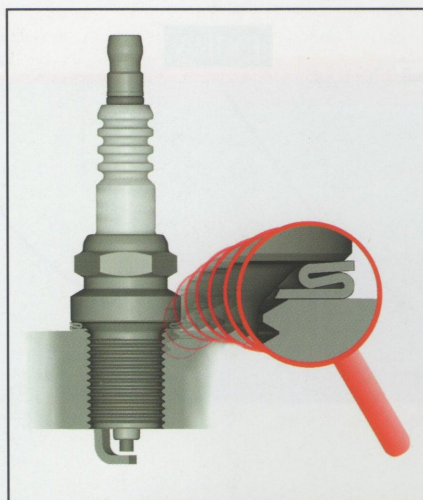
Свеча зажигания **активная зона и материал электродов**

Свеча зажигания

МОНТАЖ

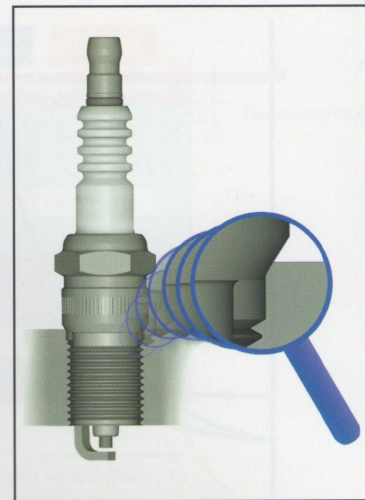
Свечи зажигания сконструированы с двумя друг от друга отличающимися способами уплотнения в головке цилиндра.

Способы уплотнения свечей зажигания



Уплотнение кольцом

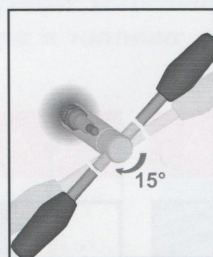
Без уплотнительного кольца свечи зажигания никогда нельзя устанавливать в головку цилиндра, так как не была бы достаточным образом уплотнена камера сгорания и был бы ухудшен отвод тепла на головку цилиндра.



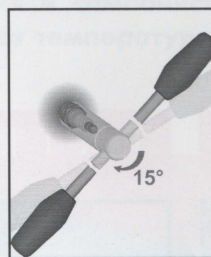
Уплотнение конусом

Свеча зажигания в головке цилиндра уплотнена при помощи конуса. В этом случае уплотняющая шайба не применяется. Монтаж свечей зажигания с таким уплотнением требует особо осторожного подхода. Если превышен момент затягивания, то может произойти натяжение корпуса свечи зажигания, потере температурных свойств и перелому свечи зажигания при ее установке или снятии с двигателя.

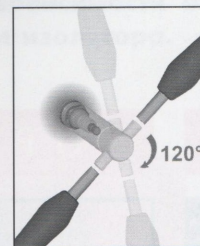
Затягивание свечей зажигания без применения моментного ключа.



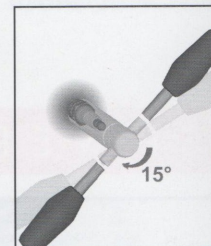
новая



старая



новая



старая

Таблица моментов затягивания

Свеча зажигания		Значение моментов	
Размер	Уплотнение	Серый чугун	Сплав алюминия
M 10 x 1	Уплотнение шайбой	10 - 15 Nm	10 - 15 Nm
M 12 x 1,25	Уплотнение шайбой	15 - 20 Nm	15 - 25 Nm
M 14 x 1,25	Уплотнение шайбой	20 - 40 Nm	20 - 30 Nm
M 14 x 1,25	Уплотнение конусом	10 - 20 Nm	10 - 20 Nm
M 18 x 1,5	Уплотнение конусом	20 - 30 Nm	20 - 30 Nm

Свеча зажигания

установка

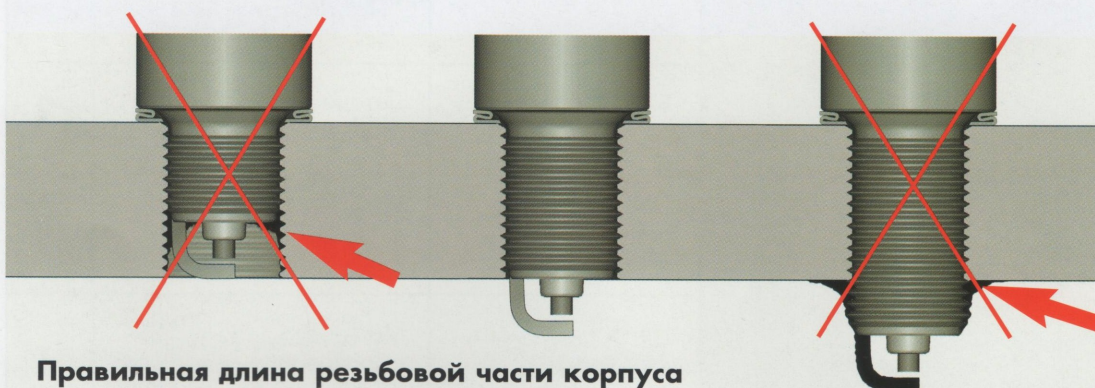
Выбор правильной свечи зажигания

Калильное число

На серийно выпускаемые транспортные средства (не дополнительно переделанные с целью увеличения мощности двигателя) с правильно отрегулированными двигателями в хорошем техническом состоянии можно устанавливать свечи зажигания в соответствии с действующими таблицами установки свечей.

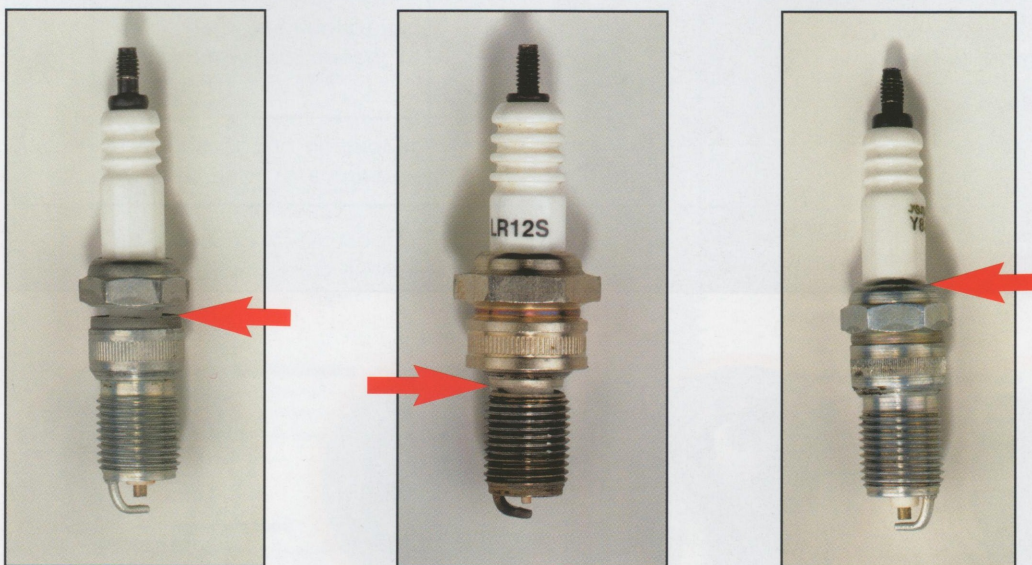
Сравнительные таблицы свечей зажигания всегда являются только ориентировочными и полностью не заменяют таблицы установки свечей.

В случае увеличения мощности двигателя посредством дополнительных мер лучше всего обратиться к производителю. Всегда действует тот принцип, что при средних изменениях мощности используются свечи зажигания более «холодные» на 2 ступени, чем ранее применявшиеся (например, с 15 на 12). После пробега в несколько километров и последующей оценки вида кончика изолятора принимается решение о наиболее подходящих свечах зажигания. Данная операция требует достаточного опыта.



Размеры

Необходимо использовать только те свечи, которые рекомендованы в действующих таблицах установки свечей зажигания. В исключительных случаях возможно взаимозаменять свечи «Super», «Extra», «Silver» и «Platin» при сохранении интервалов замен и других обстоятельств. Расстояние между электродами является важным параметром свечи зажигания. Оно принципиально влияет на работу двигателя и его нельзя произвольно менять.



Примеры повреждений свечи из-за неправильной затяжки

Диагностика неисправностей

НЕИСПРАВНОСТЬ	ПРИЧИНА	СЛЕДСТВИЕ	РИС.
Неправильно отрегулированная система зажигания	Опережение (нужного момента)	Детонационное горение, опережение	2
	Опоздание (от нужного момента)	Мощное образование наносов от горения	1
Неправильное взаимоотношение топлива и воздуха в смеси	Богатая смесь	Мощное образование наносов, перебои в зажигании	1
	Бедная смесь	Детонационное горение, опережение	2
Неработающий воздушный фильтр	Проникновение пыли в камеру сгорания	Мощное образование наносов	3
	Непроницаемость фильтра	Мощное образование наносов от горения	1
Компрессионное давление	Низкое	Мощное образование наносов от горения	1
Неправильно подобранная свеча зажигания	«Горячая»	Детонационное горение, опережение	2
	«Холодная»	Мощное образование наносов от горения	1
Отсутствие неисправности		Правильная работа свечи зажигания	4



1



2



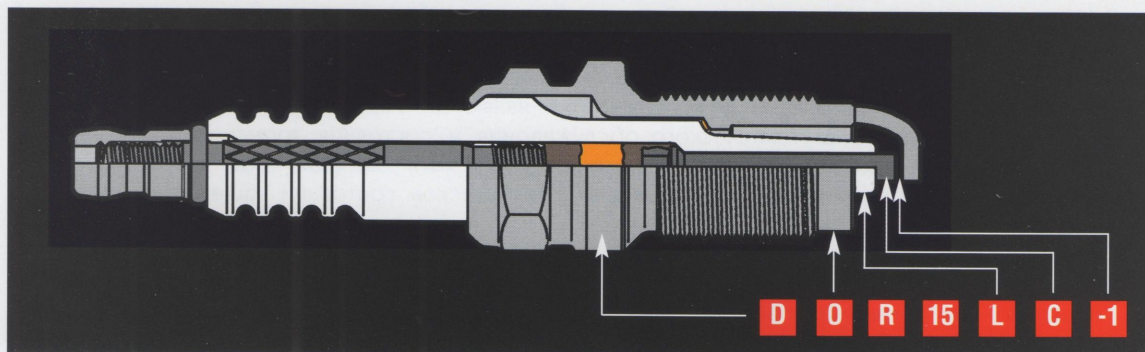
3



4

Свеча зажигания

Система обозначения



размер корпуса



D — размер корпуса

O — Помещение корпуса в цилиндре

- соответствует норме «ИСО»
- не соответствует норме «ИСО»

R — Помехозащищенность

- без защитного сопротивления
- R с защитным сопротивлением
- X с защитным сопротивлением от угара электродов

15 — калильное число

- горячая ← → холодная
- 19 18 17 16 15 14 12 10 08

L — активная зона

- невынесенный изолятор
- Y вынесенный изолятор особо
- L вынесенный изолятор
- T вынесенный изолятор и три боковых электрода **EXTRA**
- LG особо вынесенный изолятор и сплошной электрод по периметру **PREMIUM**
- Z два вспомогательных электрода на изоляторе и сплошной электрод по периметру **PREMIUM**
- TX один вспомогательный электрод на изоляторе и три боковых электрода **PREMIUM**
- LT особо вынесенный изолятор и три боковых электрода **EXTRA**

C — Материал электродов

- центральный электрод из сплава никеля
- C центральный электрод с сердечником из меди **SUPER**
- S центральный электрод из серебра **SILVER**
- P центральный электрод с контактом из платины **PLATIN**
- PP центральный и боковой электроды с контактами из платины **PLATIN**

-1 — расстояние электродов

- 0,4 - 0,9 mm
- 05 0,5 mm
- 1 1,0 - 1,1 mm
- 3 1,3 mm
- X специальное

Техническое обслуживание

Свечи зажигания в течение интервала между заменами не требуют никакого технического обслуживания.

Однако техническое обслуживание необходимо в отношении транспортного средства, составной частью которого свечи зажигания являются. На свечу зажигания оказывают влияние все недостатки технического обслуживания и состояния транспортного средства. Поэтому в качестве профилактики рекомендуется хотя бы один раз в год проверить состояние свечей зажигания. Их вид говорит о техническом состоянии вашего транспортного средства.

Интервалы замены свечей зажигания определены для максимального километрового пробега при условии хорошего технического состояния машины. Поэтому **не превышайте** предписанные интервалы замены для данного типа свечей зажигания! Замена свечей зажигания до установленного истечения интервала не наносит вреда.

Техническое обслуживание

