

Калильное число свечей зажигания

Современные свечи зажигания индивидуально подбираются для различных конструкций двигателя и условий движения. Поэтому нельзя указать такую свечу зажигания, которая будет без проблем функционировать во всех двигателях.

Так как в камере сгорания различных двигателей температура повышается по-разному, необходимы свечи зажигания с разным тепловым эквивалентом. Этот тепловой эквивалент выражает в виде так называемого калильного числа. В старых свечах зажигания с узким диапазоном калильных чисел раньше использовались двузначные или трехзначные комбинации чисел, чтобы указать различные тепловые эквиваленты.

Эти тепловые эквиваленты, выраженные с помощью калильного числа, представляют собой измеренные на электродах и изоляторе средние температуры, соответствующие нагрузке двигателя. На юбке изолятора рабочая температура должна быть в интервале от 400°C до 850°C. При этом температуры свыше 400°C требуются потому, что при таких температурах удаляются осаждающиеся сажа и масляный нагар и таким образом происходит самоочищение свечи зажигания.

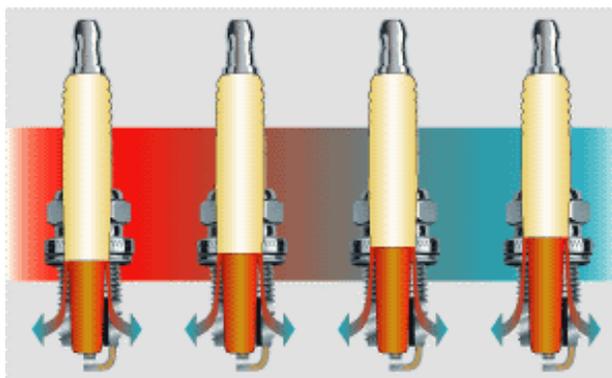
Однако выше 850°C температура на изоляторе подниматься также не должна, так как при температуре свыше 900°C может появляться калильное зажигание. Кроме того, при очень высоких температурах электроды дополнительно подвергаются воздействию химически агрессивных соединений или разрушаются.

Все это привело не только к тому, что путь технического развития отошел от старых свечей зажигания с узким диапазоном калильных чисел к новым свечам зажигания с широким диапазоном калильных чисел, но еще и к следующему:

именно разработка новых материалов, в частности для изоляторов, или применение высококачественных медных сердечников в боковых электродах позволяет удовлетворить сегодняшние требования к стандартам качества для таких широких диапазонов калильных чисел.

Эти технические достоинства привели к изменению системы обозначения свечей зажигания. Таким образом, сегодня свечи зажигания с широким диапазоном калильных чисел от современных изготовителей, различаются не только однозначными или двузначными числами. Они вообще не дают больше никакого указания на «старое» калильное число. Одновременно в продажной документации на каждый двигатель дополнительно указывается соответствующая подходящая свеча зажигания с широким диапазоном калильных чисел.

Калильное число свечи зажигания, является ли она горячей или холодной, определяют некоторые особенности ее конструкции.

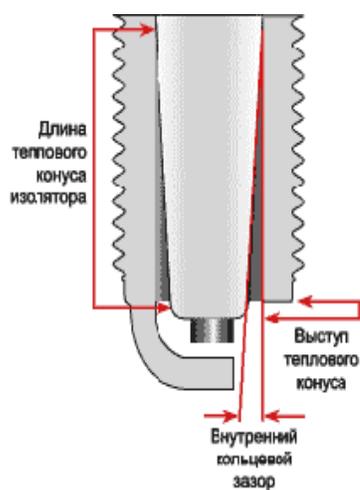


Тепловой конус (юбка изолятора)

Это расстояние между запальным концом изолятора и местом его посадки в корпус. Чем оно больше, тем длиннее путь, который должно пройти тепло, чтобы рассеяться («тепловой путь»), а следовательно, тем больше тепла удерживается. Длина теплового конуса является ключевым фактором рабочей характеристики свечи при холодном пуске. Чем длиннее тепловой конус, тем горячее свеча.

Выступающая часть теплового конуса

Когда часть теплового конуса изолятора выступает за торец корпуса, изолятор может охлаждаться поступающей в цилиндр порцией топлива. Длину выступа необходимо оптимизировать так, чтобы она соответствовала идеальному горению.



Внутренний зазор изолятора

Пространство между тепловым конусом изолятора и внутренней поверхностью корпуса представляет собой внутренний кольцевой зазор изолятора. Большой зазор способствует охлаждению свечи и ухудшает запуск холодного двигателя.

Особые материалы

Для калильного числа свечи зажигания наиболее важную роль играют тепловые характеристики изолятора и центрального электрода. Предупреждают преждевременное воспламенение и позволяют удлинить тепловой конус изолятора специальные керамические смеси для изолятора, а также применение никелевого сплава и меди в центральном электроде.

Свеча при работе двигателя подвержена высоким тепловым, электрическим, механическим и химическим нагрузкам. Она работает в очень тяжелых условиях. Нижняя часть теплового конуса работает в температурных пределах от 450°C до 900°C. На свечу воздействует напряжение до 25 кВ, высокое давление газов до 4 МПа и изменение температуры в диапазоне от -50°C до +2700°C.

Большие требования предъявляются материалу изоляции, которая должна переносить вышеуказанные факторы и плюс к этому противодействовать образованию токопроводящего налета и не трескаться от внезапного охлаждения. Производители керамических свечей утверждают, что она становится капризной после длительного использования этилированных бензинов. Свинцовые соли образуют на поверхности изолятора токопроводящий налет, который невозможно устранить. Такие свечи вообще не годятся для работы. Они заменяются новыми.

Все свечи характеризуются по тепловым качествам, то есть по их способности выдерживать высокие температуры. Эта способность была достигнута использованием высокопроводных электродов и уменьшением внутренней поверхности изоляции, находящейся в прямом контакте с пламенем головки цилиндров. По тепловым качествам свечи делятся на "горячие" - для двигателей с невысокой температурной нагрузкой и "холодные" - для работы с высокой рабочей температурой и степенью сжатия двигателя. Тепловые качества выражаются числами на поверхности изолятора свечи. Калильное число равно среднему индикаторному давлению, при котором начинается калильное зажигание. Чем больше это число, тем свеча более устойчива к

высоким температурам, следовательно, более "холодная". Калильное число свечи определяется на специальной установке по возникновению калильного зажигания.

При температуре свечи 500-600°C нагар, представляющий собой углеродистые вещества, образовавшиеся в результате сгорания масла и топлива в камере сгорания двигателя, сгорает. Происходит самоочищение свечи. Нагар в основном состоит из кокса, золы и масла. Вследствие плохой теплопроводности свечи с нагаром перегреваются, что в свою очередь вызывает перебои в работе системы зажигания. Наличие раскаленных частиц нагара к камере сгорания двигателя вызывает самовоспламенение топлива. Толщина нагара зависит от правильности выбора марки свечи и температурного режима двигателя и не зависит от качества топлива и масла и их расхода. В двигателях с высоким температурным режимом нагара отлагается меньше.

Именно по этой причине не рекомендуется долго эксплуатировать автомобиль без термостата. Это приводит к преждевременному выходу свечей из строя.

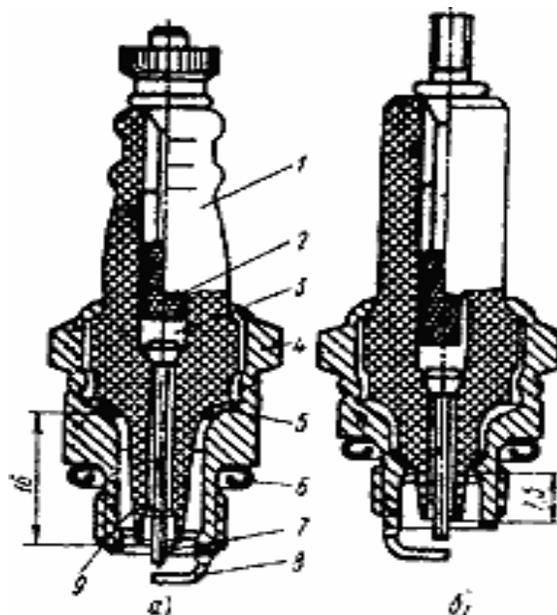
При работе на этилированных бензинах весовое количество нагара увеличивается в несколько раз по сравнению с работой двигателя на чистом бензине за счет накопления свинцовых соединений, которых в нагаре может содержаться до 40-60%. Свечи, покрытые таким нагаром, практически не работают.

Когда температура свечи менее 500-600°C, происходит усиленное нагарообразование на тепловом конусе изолятора. Свеча начинает работать с перебоями, так как через нагар происходит утечка тока высокого напряжения.

В том случае, когда температура изолятора более 880 °C, возникает калильное зажигание. При этом рабочая смесь воспламеняется от соприкосновения с раскаленным центральным электродом. Часто перегреваемая свеча быстро выходит из строя. Температурные свойства "холодных" и "горячих" свечей заложены в конструкции прибора. *Рис. 2. Свечи зажигания искровые "горячая" (а) и "холодная" (б):*

- 1 - изолятор
- 2 - контактная головка
- 3 - токопроводящий стеклогерметик
- 4 - корпус
- 5,6 - уплотнительные прокладки
- 7 и 8 - центральный и боковой электроды
- 9 - тепловой конус

конус ("юбочка")



Температура в 880 °С называется тепловым пределом работоспособности свечи. Так как тепловой предел для всех свечей практически одинаков, а тепловые условия работы свечей на различных двигателях существенно отличаются, свечи выпускаются с разным калильным числом.

Теплота отводится от свечи через различные элементы ее конструкции. Это - корпус, изолятор (юбка), центральный электрод и поступающая в камеру сгорания рабочая смесь. Изменение размера теплового конуса (юбочка) меняет тепловую характеристику свечи. Чем меньше высота конуса изолятора, тем холоднее свеча (рис. 2б) и тем больше ее калильное число. У свечи с большим калильным числом тепло лучше отводится от теплового конуса центрального электрода, так как у таких свечей отвод тепла идет по более короткому пути. К сожалению, такая форма свечи, при которой она быстро охлаждается, отрицательно сказывается в другом направлении. Свечи становятся чувствительными к маслу, которое при сгорании образует мостик между электродами и препятствует образованию искры. Образуется также налет и на внутренней поверхности изоляции, через который ток проходит лучше, вследствие меньшего сопротивления, чем между электродами свечи.

Говоря образно, вкрутив вместо рекомендуемой свечи зажигания для данного двигателя привезенные им свечи зажигания, мы самостоятельно изменим, условия сгорания топливоздушной смеси в цилиндре двигателя. Даже несмотря на то, что "сохраним" калильное число.

В том числе при помощи того же компьютерного моделирования определяется та, одна-единственная точка в камере сгорания, где при определенном составе топливоздушной смеси, при определенном давлении, в строго определенный момент (остановимся пока на этом) и надо "подать" искру.

Эта точка в камере сгорания является оптимальной для того, что бы вся топливоздушная смесь "взорвалась" "правильно", без побочных эффектов детонации, эффекта "полусгорания" и так далее.

В зависимости от этих параметров подбирается или заказывается у Производителя свеча зажигания, которая должна обеспечивать наилучшие условия воспламенения топливоздушной смеси (определенное калильное число свечи зажигания, вид центрального электрода - обычный или "V" - образный, "платиновая" или обычная и так далее).

И если мы самостоятельно изменим эту "точку воспламенения", перенесем ее на "какие-то миллиметры" в ту или иную сторону, то могут, как мне кажется, возникнуть непредсказуемые дополнительные условия сгорания топливоздушной смеси. И какими они будут, эти условия, "хорошими или плохими" - сказать или предсказать трудно.

Из-за отсутствия за рубежом единой системы маркировки определить соответствие свечей зажигания различных производителей можно только при помощи каталогов или таблиц взаимозаменяемости

Самая "горячая" свеча - с номером "2". Далее идет возрастание до номера "11". Это самая "холодная" свеча зажигания.

2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10 - 11

Если закрутить в двигатель свечу с другим калильным числом, то при этом могут получиться две самые распространенные неисправности: свеча зажигания или будет перекаливаться, что грозит калильным зажиганием, или будет "забрасываться" сажей, то есть не сможет самоочищаться.

Кстати, о самоочищении: проверить, правильно ли подобрана свеча для двигателя

можно и таким способом - запустить двигатель и дать ему поработать на ХХ (холостом ходу) несколько минут. Заглушить двигатель и выкрутить свечу. Если ее изолятор, до этого бывший белым стал с сероватым или черноватым оттенком - уже хорошо. После этого снова закрутить свечу, запустить двигатель и "погонять" его на оборотах около 3.000 минуты 3-4. Снова заглушить и снова выкрутить. Если с изолятора свечи зажигания исчез серовато-черный налет - свеча стоит "правильная", калильное ее число "правильное" потому что поддерживается процесс самоочищения. Если этого не происходит - стоит задуматься и искать причины.

На японских автомобилях для "массового" потребителя в основном используются "стандартные" свечи зажигания со "стандартным" калильным числом - 5 или 6.

При замене и приобретении свечей зажигания спешить не стоит. Пользуйтесь правилом:

"Доверяй, но проверяй". То есть, попросите сначала в одном магазине посмотреть в каталоге - какая свеча зажигания "идет" на ваш автомобиль, потом во втором, в третьем и так далее. Обойдите несколько магазинов и везде записывайте наименования. А потом сравните и посмотрите, сколько у вас будет совпадений. Но лучше всего искать "правильные" свечи для вашего автомобиля - в Internet, на сайте производителя. Там уже точно ошибки не будет.