

Все о свечах накаливания

Техническая
Информация
№ 04

Содержание

<i>Дизельный двигатель</i>	3
Функционирование	3
Холодный пуск	3
Система впрыска	4
<i>Саморегулирующиеся свечи накаливания карандашного типа</i>	5
Требования к современной свече накаливания	5
Конструкция и функционирование	6
Свечи накаливания с поддержанием нагрева после запуска (тип GN)	7/8
<i>Система мгновенного пуска (ISS)</i>	9
Концепция системы	9
Электронное управление	9
<i>BERU – ведущий инноватор в использовании свечей накаливания PSG со встроенным датчиком давления</i>	10
<i>Керамическая свеча накаливания CPG01</i>	10
<i>Качество BERU</i>	11
<i>Дешевые устройства - не то, что вам нужно</i>	12
<i>Причины неисправности свечи накаливания</i>	13
<i>Советы специалистов</i>	14
Устройство для испытаний свечи накаливания:	
Тестирование свечей без демонтажа	14
Как быстро и безопасно запустить дизельный двигатель	14
Крутящий момент	15
Развертка BERU: для быстрой и надежной очистки колодца свечи накаливания в головке цилиндра	15

Дизельный двигатель

Функционирование

Дизельный двигатель является двигателем внутреннего сгорания с воспламенением от сжатия, то есть поданное инжектором в цилиндр топливо воспламеняется без использования искры зажигания. Цикл сгорания проходит в три этапа:

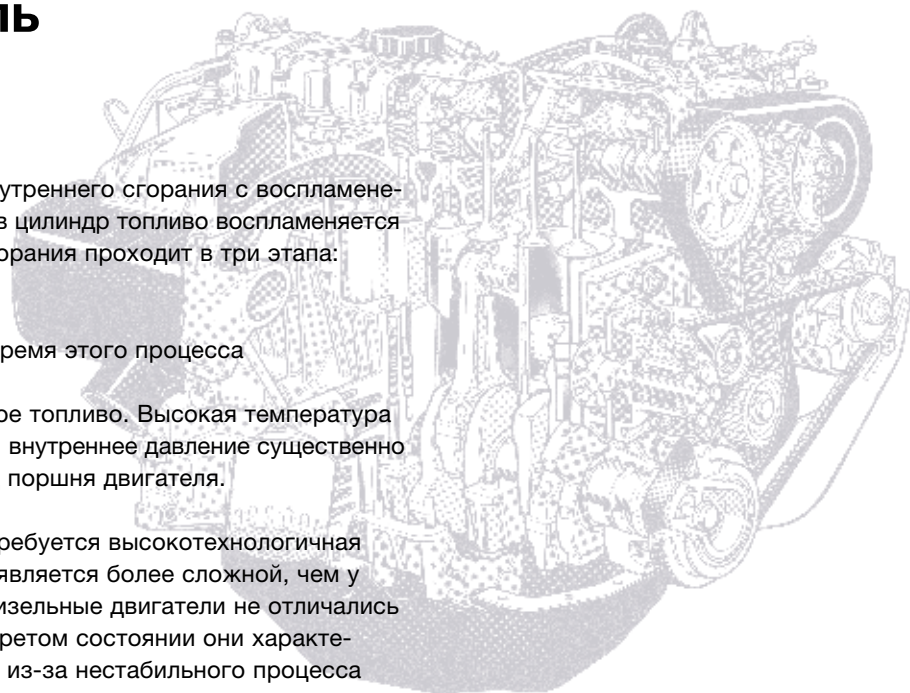
1. Сначала внутрь подается чистый воздух.
2. Этот воздух сжимается до 30-55 бар и во время этого процесса нагревается до 700--900 °С.
3. В камеру сгорания впрыскивается дизельное топливо. Высокая температура сжатого воздуха вызывает самовозгорание, внутреннее давление существенно возрастает, и осуществляется рабочий ход поршня двигателя.

Для двигателя с воспламенением от сжатия требуется высокотехнологичная система впрыска топлива, а его конструкция является более сложной, чем у двигателя с искровым зажиганием. Первые дизельные двигатели не отличались удобством и надежностью в работе. В непрогретом состоянии они характеризовались повышенной шумностью в работе из-за нестабильного процесса сгорания. Среди типичных характеристик: более низкая удельная весовая мощность; низкая удельная литровая мощность; а также меньшие динамические характеристики. Благодаря постоянному развитию технологий впрыска топлива и свечей накаливания эти недостатки удалось преодолеть. На сегодняшний день дизельный двигатель рассматривается как равнозначный или даже лучший источник энергии.

Холодный пуск

Термин «холодный пуск» описывает все процессы при запуске двигателя, происходящие, пока двигатель и связанные с ним агрегаты не достигнут рабочей температуры. Чем ниже температура, тем менее благоприятны условия для быстрого воспламенения и полного экологичного сгорания. Для помощи при холодном пуске используются определенные средства, чтобы пуск не занимал неприемлемо много времени и вообще был возможен. Эти средства компенсируют неблагоприятные условия, запуская точно рассчитанный и равномерный процесс воспламенения и обеспечивая стабильность сгорания.

Свеча накаливания - один из компонентов, помогающих при холодном пуске. Она создает идеальные условия для воспламенения впрыснутого топлива с помощью источника сгенерированной электричеством тепловой энергии, размещенного в камере сгорания. Свеча накаливания является необходимой для помощи при холодном пуске двигателей с отдельной камерой сгорания - она обеспечивает условия, при которых такой двигатель может запуститься при часто встречающемся температурном диапазоне 10–30 °С. Поскольку при температурах ниже нуля качество пуска двигателя существенно снижается, свеча накаливания также используется для помощи при холодном пуске дизельных двигателей с непосредственным впрыском топлива.



Дизельный двигатель

Системы впрыска

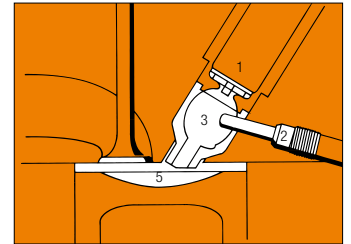
В зависимости от конструкции камеры сгорания выделяют три системы впрыска топлива в дизельных двигателях:

1. Предкамерная (форкамерная) система впрыска
2. Вихрекамерная система впрыска
3. Прямой (непосредственный) впрыск

Для всех систем требуются свечи накаливания, чтобы подаваемое топливо распылялось, и воздушно-топливная смесь воспламенялась от горячей поверхности свечи.

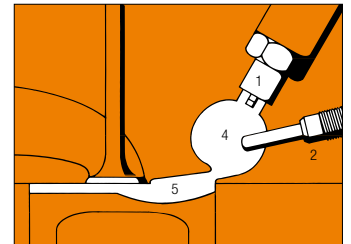
ПРЕДКАМЕРНАЯ (ФОРКАМЕРНАЯ) СИСТЕМА ВПРЫСКА

В этой системе камера сгорания разделена на две части: предкамера (форкамера) и основная камера. Они соединены несколькими отверстиями (каналами впрыска). Во время такта сжатия часть сжатого воздуха вытесняется в предкамеру. Перед тем, как поршнем будет достигнута верхняя мертвая точка, топливо впрыскивается через форсунку непосредственно в предкамеру соответствующего цилиндра. Здесь поданное топливо частично сжимается. Высокая температура обеспечивает быстрый рост давления. Все содержимое предкамеры попадает через каналы впрыска в основную камеру сгорания, где и происходит процесс сгорания.



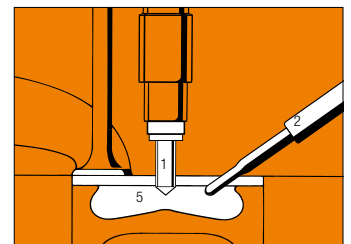
ВИХРЕКАМЕРНАЯ СИСТЕМА ВПРЫСКА

Сферическая вихревая камера сгорания располагается в головке цилиндра, отдельно от основной камеры сгорания. Основная камера сгорания и вихревая камера соединены каналом впрыска большого диаметра. В такте сжатия канал впрыска в вихревой камере создает интенсивные завихрения поступающего воздуха. Дизельное топливо впрыскивается в этот завихряющийся поток воздуха. Сгорание начинается в вихревой камере и затем распространяется в основную камеру сгорания.



ПРЯМОЙ (НЕПОСРЕДСТВЕННЫЙ) ВПРЫСК

В системе прямого (непосредственного) впрыска дизельного топлива (поддачи воздушно-топливной смеси) топливо впрыскивается под давлением через форсунку с несколькими отверстиями в подаваемый под высоким давлением воздух и распыляется. Формировать смесь помогает головка поршня особой конструкции. При запуске холодный подаваемый воздух очень быстро нагревается из-за высокого давления сжатия. Нагревательный элемент выступает в основную камеру сгорания. В целом свеча накаливания в двигателе с прямым впрыском выполняет те же функции, что и в двигателе с разделенной камерой сгорания: она помогает воспламенить смесь при запуске. Нагревательный элемент современной свечи накаливания достигает температуры свыше 1 000 °С всего за несколько секунд. При холодном пуске ситуация обычно такова: поступающий холодный воздух создает низкую температуру в конце такта сжатия. При движении автомобиля температура сжатого воздуха достаточна для самовоспламенения. Однако она недостаточна при запуске, особенно при низкой температуре окружающей среды. Но более серьезные последствия имеют малые обороты двигателя при запуске. Вследствие увеличенного временного интервала подачи топливовоздушной смеси температура и давление падают гораздо существеннее, чем, например, при работе на холостом ходу.



- 1 | Топливная форсунка
- 2 | - Свеча накаливания
- 3 | - Предкамера (Форкамера)
- 4 | - Вихревая камера
- 5 | - Камера сгорания

При холодном пуске происходит следующее: холодный подаваемый воздух вызывает понижение температуры в конце такта сжатия. Но более серьезные последствия имеют малые обороты двигателя при запуске. Вследствие увеличенного временного интервала подачи топливовоздушной смеси температура и давление падают гораздо существеннее, чем, например, при работе на холостом ходу.

Саморегулирующиеся свечи накаливания карандашного типа

Требования к современной свече накаливания

БЫСТРОТА НАГРЕВА

Свеча накаливания должна обеспечить высокую температуру через как можно более короткое время, чтобы помочь в процессе воспламенения, и должна поддерживать эту температуру вне зависимости от окружающих условий, либо даже регулировать температуру в зависимости от них.

КОМПАКТНОСТЬ

В дизельных двигателях пассажирских автомобилей с предкамерной, вихрекамерной системой впрыска или прямым впрыском топлива, использующие 2-х клапанную конструкцию, как правило, достаточно места для размещения форсунок и свечей накаливания.

Однако в современных дизельных двигателях с аккумуляторной системой впрыска (common rail) или системой впрыска типа «насос-форсунка», использующие 4-х клапанную конструкцию, свободного места крайне мало. Это означает, что место, требуемое для свечи накаливания, должно быть минимальным, то есть свеча должна быть очень тонкой и длинной. На сегодняшний день уже есть свечи накаливания BERU с диаметром накаливающей трубки менее 3 мм.

ТОЧНАЯ АДАПТАЦИЯ К КАМЕРЕ СГОРАНИЯ

В идеале свеча накаливания должна располагаться точно на периферии воронки подаваемой смеси. Однако она должна выдаваться достаточно далеко в камеру сгорания или в предкамеру. Только при этом условии она может обеспечить точный нагрев. Она не должна выдаваться слишком далеко в камеру сгорания - тогда она будет мешать подготовке впрыскиваемого топлива и, соответственно, топливо-воздушной смеси к воспламенению. Результатом может стать увеличение вредных выбросов.

ДОСТАТОЧНЫЙ ОБЪЕМ НАГРЕВА

Помимо свечи накаливания система впрыска топлива играет важнейшую роль в холодном пуске двигателя. Только оптимизированная система с правильным моментом впрыска топлива, с нужным количеством и составом смеси в сочетании с правильным расположением и верным тепловым диапазоном свечи накаливания обеспечит надежный холодный пуск двигателя. Даже после запуска двигателя свеча накаливания не должна остужаться более интенсивным движением воздуха в камере сгорания. В частности, на конец свечи накаливания воздействует высокоскоростной поток воздуха в предкамере или вихревой камере. В этой ситуации свеча накаливания может функционировать, только при достаточном резерве нагрева, т.е. если доступен достаточный объем при накаливании для быстрой передачи тепла в охлажденную область.

Свечи накаливания, разработанные BERU, оптимально соответствуют всем этим требованиям. Инженеры BERU работают в тесном сотрудничестве с автопроизводителями, особенно на этапе разработки двигателя. Результат: экологичный быстрый запуск дизельного двигателя за 2-5 секунд (в сочетании с системой мгновенного пуска ISS - максимум за 2 секунды), надежный пуск при температуре до -30 °С, равномерный, щадящий пуск с меньшим до 40 % выбросом частиц сажи в фазе прогрева при наличии свечей накаливания последующего нагрева (более подробную информацию см. на стр. 7 и ниже).



Саморегулирующиеся свечи накаливания карандашного типа

Конструкция и функционирование

Основные компоненты свечи накаливания BERU - корпус свечи, нагревательный элемент с нагревательной спиралью и регулирующей обмоткой и соединительный болт. Устойчивый к коррозии нагревательный элемент запрессовывается в корпус так, чтобы он был газонепроницаемым. Свеча дополнительно герметизируется уплотнительным кольцом или пластиковым элементом на соединителе. Аккумулятор подает электроэнергию для свечи накаливания. Электронный блок управления временем накаливания контролирует подачу питания свечи.

НАГРЕВАТЕЛЬНАЯ И РЕГУЛИРУЮЩАЯ СПИРАЛЬ

Базовый принцип современной свечи накаливания - объединение нагревательной спирали и регулирующей обмотки в одном общем резистивном элементе. Нагревательная спираль изготавливается из материала, устойчивого к высоким температурам, электрическое сопротивление которого в большой степени зависит от температуры. Вместе с передней частью нагревательного стержня свечи она образует область нагрева. Регулирующая обмотка крепится к соединительному болту, ее сопротивление имеет большой температурный коэффициент.

Вся спираль плотно упакована в спрессованный электроизолирующий, но высокопроводящий керамический порошок. В процессе механического сжатия порошок уплотняется настолько сильно, что спираль как будто замурована в цемент. Поэтому она настолько устойчива, что на тонкие провода нагревательной спирали и регулирующей обмотки не действуют никакие вибрации. Хотя отдельные витки разделяют доли миллиметра, короткое замыкание в обмотке никогда не произойдет - и, конечно, короткое замыкание не произойдет и в нагревательном стержне (что разрушило бы свечу).

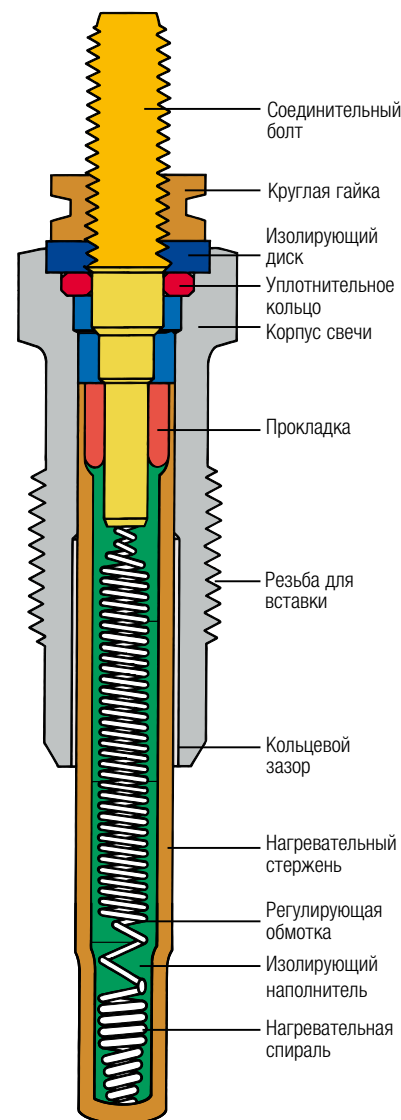
С помощью применения различных материалов, варьирования расстояний и диаметров, а также различной толщины проводов нагревательной спирали и регулирующей обмотки можно изменять время и температуру нагрева свечи в зависимости от потребностей двигателя.

ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ

Во время предварительного нагрева высокий ток подается через соединительный болт и регулирующую обмотку на нагревательную спираль. Последняя быстро нагревается, и зона нагрева раскаляется. Нагрев быстро распространяется - через 2-5 секунд нагревательный стержень нагревается уже возле корпуса свечи. Это еще сильнее повышает температуру регулирующей обмотки, уже нагретой током. Затем электрическое сопротивление увеличивается и ток уменьшается до такой степени, когда он не может повредить нагревательный стержень. Поэтому перегрев нагревательного стержня невозможен.

Если двигатель не запущен, через некоторое время блок управления временем накаливания отключает питание свечи накаливания.

Сопротивление сплава, используемого для свечей накаливания BERU, увеличивается с повышением температуры. Поэтому можно создать такую регулирующую обмотку, чтобы она сначала пропускала высокий ток на нагревательную спираль, а затем, по достижении заданной температуры спирали, ток уменьшался. Таким образом, нужная температура достигается быстрее и поддерживается в допустимом диапазоне с помощью дополнительного регулирующего эффекта.



Конструкция саморегулирующейся быстронагревающейся свечи накаливания карандашного типа.

Саморегулирующиеся свечи накаливания карандашного типа

Свечи накаливания карандашного типа с поддержанием нагрева после запуска (Тип GN)

На более старых автомобилях часто устанавливались свечи накаливания, которые нагревались только перед пуском двигателя и во время него. Их можно опознать по аббревиатуре GV. В современных дизельных двигателях для пассажирских автомобилей в процессе производства, как правило, устанавливаются свечи накаливания типа GN. Они работают по принципу 3-фазной системы нагрева. Это означает, что такие свечи нагреваются

- перед пуском,
- во время пуска,
- после пуска,
- во время работы двигателя (при движении накатом).

ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ

Предварительный нагрев с электронным управлением начинается при повороте ключа в замке зажигания и длится около 2-5 секунд при нормальной наружной температуре, пока двигатель не будет готов к запуску. Время последующего нагрева составляет до 3 минут после запуска двигателя, что позволяет уменьшить вредные выбросы и шум до минимума.

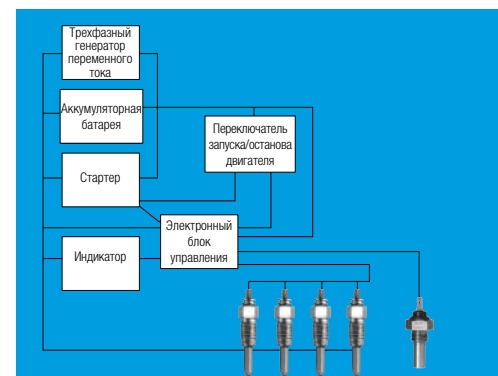
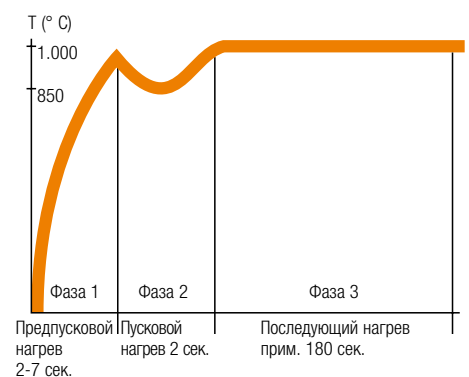
Регистрируется состояние работающего двигателя, например, путем измерения температуры охлаждающей жидкости. Процесс последующего нагрева продолжается, пока температура охлаждающей жидкости не достигнет 70 °С, или пока нагрев не будет отключен через некоторое время, заданное в алгоритме работы. Как правило, последующий нагрев не происходит, если температура охлаждающей жидкости уже выше, чем была перед пуском двигателя.

ЗАЩИТА ОТ ПЕРЕГРЕВА

Саморегулирующиеся свечи накаливания при увеличении температуры ограничивают ток, подаваемый от аккумулятора на свечу, чтобы предотвратить перегрев. Если использовать свечи, изготовленные без применения новейших технологий, то после запуска двигателя напряжение начнет увеличиваться до значения, при котором такие свечи накаливания практически сразу выйдут из строя. Кроме того, свечи, работающие при токовой нагрузке, подвергаются высоким температурам сгорания после запуска и, таким образом, нагреваются как изнутри, так и снаружи. Свечи накаливания BERU с поддержанием нагрева после запуска функционируют при полном выходном напряжении генератора. Их температура растет очень быстро, но затем ограничивается новой регулирующей обмоткой до температуры насыщения, которая ниже, чем температура свечей, не используемых для работы после запуска двигателя.

Важное замечание: Только свечи накаливания типа GN можно устанавливать в системах накаливания, разработанных для свечей данного типа - свечи накаливания типа GV могут очень быстро выйти из строя.

3-фазная технология нагрева.



Принципиальная схема системы накаливания с поддержанием нагрева после запуска двигателя с четырьмя быстронагревающимися свечами накаливания, соединенными параллельно, и с датчиком температуры.

Саморегулирующиеся свечи накаливания карандашного типа

БЫСТРЫЙ ПУСК ЗА 2 СЕКУНДЫ

Благодаря свечам накаливания BERU типа GN для последующего нагрева можно уменьшить время нагрева до 2-5 секунд. Для этого конструкторы уменьшили диаметр передней части наконечника нагревательного стержня. Таким образом, в этой области нагревательный стержень раскаляется быстрее. При температуре 0 °С до пуска проходит всего 2 секунды. Если температура ниже, блок управления временем нагрева адаптирует систему соответствующим образом, и время нагрева увеличивается: при -5 °С прим. до 5 сек., а при -10 °С - прим. до 7 сек.

УМЕНЬШЕНИЕ ДЫМНОСТИ РАБОТЫ (БЕЛОГО/СИНЕГО ДЫМА)

Так называемый синий или белый дым выбрасывается из выхлопной трубы, пока не будет достигнута идеальная температура воспламенения. Дым такого типа является результатом неполного сгорания топлива из-за слишком низкой температуры воспламенения. Последующий нагрев позволяет более полно сжигать топливо с меньшей шумностью во время прогрева. Дымность снижается таким образом до 40 %.

УСТРАНЕНИЕ ДЕТОНАЦИИ ПРИ ХОЛОДНОМ ПУСКЕ

Детонация при холодном пуске дизельного двигателя происходит из-за повышенной задержки воспламенения. Топливо воспламеняется резко, и происходит детонация. Предварительный нагрев и последующий нагрев после запуска свечами типа GN гарантирует более быстрое достижение двигателем рабочей температуры. Это защищает двигатель, он работает тише, детонация не происходит. Топливо сгорает более равномерно и полностью. Таким образом, высвобождается больше энергии, а температура в камере сгорания растет быстрее.



Частицы сажи откладываются на фильтрующем элементе в течение трех минут после холодного пуска. С последующим нагревом (справа) частиц сажи прим. на 40 % меньше, чем при использовании технологии с поддержанием нагрева после запуска.

Технические особенности свечи накаливания типа GN

- Тонкая свеча накаливания для быстрого запуска
- Короткое время предварительного нагрева: всего около 2-7 секунд
- Надежный пуск (даже при -30 °С)
- Экологичность: прим. на 40 % меньше вредных выбросов на этапе прогрева
- Отсутствие детонации
- Более тихая работа двигателя
- Пуск не вредит двигателю
- Для автомобилей с рабочим напряжением до 14,5 В

Система мгновенного пуска (ISS) BERU

Обеспечить надежный запуск дизельного двигателя подобно запуску двигателя с искровым зажиганием - непростая задача. Решение предложили инженеры BERU: система мгновенного пуска ISS (Instant Start System).

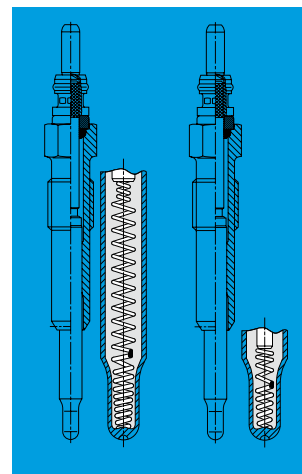
Концепция системы

В системе ISS BERU совмещены электронный блок управления свечой накаливания и оптимизированные свечи накаливания с сокращенным до макс. 2 секунд временем нагрева (сравните с прим. 5 секундами для стандартной свечи накаливания типа SR. И на этапе первоначального нагрева, и на поддерживающем этапе последующего нагрева они требуют значительно меньше энергии.

В блоке управления используются полупроводники в качестве «переключателей» для управления свечами накаливания. Они заменили ранее использовавшиеся электромеханические реле. По сравнению со стандартными саморегулирующимися свечами накаливания спираль свечи накаливания ISS с оптимизированным энергопотреблением значительно короче, а зона накаливания сокращена примерно на треть. В двигателях с прямым впрыском топлива это соответствует части нагревательного стержня, выступающего в камеру сгорания.

Электронное управление

При работе двигателя свеча накаливания охлаждается посредством проходящих потоков топливовоздушной смеси в такте подачи смеси и воздуха в такте сжатия. Температура свечи накаливания падает с увеличением скорости при постоянном напряжении на свече накаливания и постоянном количестве подаваемого топлива и увеличивается при увеличении количества подаваемого тока и постоянном напряжении на свече и постоянной скорости. Электронный блок управления может компенсировать эти эффекты: на свечи накаливания всегда подается оптимальное напряжение в соответствии с условиями функционирования. Таким образом, температура свечи накаливания может регулироваться в зависимости от условий работы. Кроме того, комбинация низковольтной свечи накаливания и электронного блока управления используется для экстремально быстрого нагрева свечи накаливания. Это происходит посредством подачи полного бортового напряжения на свечу накаливания в течение заранее заданного промежутка времени, и только затем подается необходимое эффективное напряжение в процессе синхронизированной работы. Это позволяет сократить время предварительного нагрева до макс. 2 секунд даже при низких температурах. Эта система настолько эффективна, что из бортовой сети отбирается только оптимальное требуемое количество мощности, необходимое для работы свечи накаливания. В ISS каждая свеча накаливания управляется отдельным силовым полупроводниковым элементом, поэтому силу тока можно контролировать индивидуально в каждой цепи накаливания. Это делает возможной индивидуальную диагностику каждой из свечей.



Внутреннее устройство стандартной саморегулирующейся свечи накаливания типа SR (слева) и свечи накаливания типа ISS с оптимизированным энергопотреблением (справа).



Система накаливания ISS с электронным управлением: блок управления и свечи накаливания.



Система мгновенного пуска BERU обеспечивает надежный запуск двигателя с воспламенением от сжатия подобно запуску двигателя с искровым зажиганием.

Технические особенности ISS

- Надежный пуск даже при -30 °С
- Очень короткое время нагрева: 1 000 °С за 1-2 секунды
- Низкое энергопотребление (особенно важно для двигателей с 6 и более цилиндрами)
- Высокая функциональная надежность
- Контроль температуры для предварительного, промежуточного и последующего нагрева
- Различные функции диагностики
- Немедленный стабильный холостой ход и хорошо контролируемое возрастание нагрузки
- Минимум вредных выбросов
- Особая конструкция для дизельных двигателей с прямым впрыском
- Возможность диагностики без демонтажа

BERU – ведущий инноватор в использовании свечей накаливания PSG со встроенным датчиком давления

«УМНАЯ» СВЕЧА НАКАЛИВАНИЯ СО ВСТРОЕННЫМ ДАТЧИКОМ ДАВЛЕНИЯ

Новые законы, ограничивающие выбросы в Европе и США, еще больше сокращают разрешенные выбросы отработавших газов дизельных двигателей. Разрешенный порог выброса оксидов азота и частиц для дизельных двигателей в будущем станет на 90 % меньше, чем в настоящее время. Стандартные решения не смогут обеспечить соответствие этим стандартам.

Разработчики BERU интегрировали пьезорезистивный датчик давления в свечу накаливания. Поскольку в головке цилиндра создаются экстремально высокие температуры, вибрация и давление, механические конструктивные особенности свечи накаливания становятся важным фактором успеха. Нагревательный стержень не впрессовывается в корпус свечи, как раньше, а является подвижным компонентом на эластичной опоре. Он передает давление на диафрагму, расположенную в задней части свечи накаливания. Таким образом, датчик давления располагается вдали от камеры сгорания - в области с гораздо более благоприятными условиями. Термическое воздействие на уплотнение остается контролируемым благодаря использованию нагревательного стержня из системы мгновенного пуска дизельного двигателя ISS BERU - у такого стержня раскаляется только наконечник.

«Умная» свеча PSG (свеча накаливания со встроенным датчиком давления) уже проходит испытания как оригинальный компонент в Volkswagen group и GM/Opel и вскоре будет использоваться в новейших дизельных двигателях.

Дополнительная информация по свечам накаливания со встроенным датчиком давления BERU PSG приведена в брошюре "BERU PSG brochure".



«Умная» свеча PSG (свеча накаливания с датчиком давления).

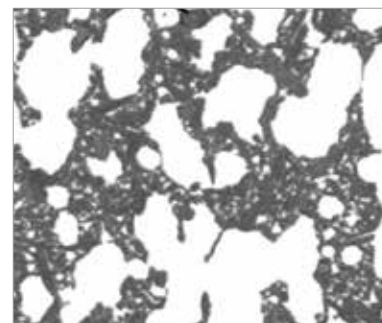
Керамическая свеча накаливания CPG01

УНИКАЛЬНЫЕ ПРОЧНОСТНЫЕ СВОЙСТВА

Состав материалов крайне важен для эффективности керамических свечей накаливания BERU. В высокопрочной нитрид-кремниевой керамике заключен электропроводящий дисилицид молибдена внутри взаимопроникающей структуры. Этот материал выдерживает давление до 200 бар и температуру до 1 300°C в различных газовых средах, создаваемых в камере сгорания (наружный воздух, дизельное топливо, кислород, вода).

ВЫСОЧАЙШАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ.

Кроме короткого времени нагрева конструкция с внешним расположением нагревательного стержня (разумеется, запатентованная) также позволяет оптимизировать управление системой. Нагрев свечи происходит на конце керамического элемента и требует меньше энергии для достижения температуры, необходимой для запуска двигателя - таким образом, расход топлива уменьшается по сравнению с обычными свечами. Сопротивление в системе регулировки обеспечивает, помимо увеличенной функциональной надежности, оптимальное возможное энергопотребление керамической свечи накаливания BERU в любой момент работы двигателя. Также это помогает уменьшить расход топлива и вредные выбросы.



Микроструктура керамики свечи накаливания BERU с усиленными малыми нитрид-кремниевыми стержнями и белыми вкраплениями дисилицида молибдена, образующая электропроводящую трехмерную структуру.

ЭКСКЛЮЗИВНЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС

Керамические свечи накаливания BERU изготавливаются на патентованных конвейерах серийного производства. Керамический нагревательный элемент изготавливается с помощью процессов прессования и литьевого формования. Затем осуществляется снятие структурных напряжений, спекание и закалка, чтобы достичь жестких допусков, требуемых для установки нагревательного элемента в металлический корпус. Для этого требуется несколько процедур шлифования. Вследствие экстремальной твердости и прочности материалов шлифовка осуществляется алмазными инструментами. Керамический нагревательный стержень изготавливается в особых условиях воздействия высокой температуры на всю поверхность. Это позволяет достичь повышенной устойчивости к колебаниям и перепадам температуры. Благодаря сочетанию высокопрочных материалов, инновационной конструкции и новейших производственных технологий керамические свечи накаливания BERU имеют ряд существенных отличий.



Нагревательный элемент состоит из электропроводящей керамики. Она имеет более высокое удельное сопротивление на поверхности, чем материал силовых и контрольных проводов, поэтому только наконечник нагревательного стержня раскаляется, что позволяет быстрее достичь высокой температуры. Контакт свечи накаливания состоит из внутреннего и внешнего провода и изолятора, расположенного между ними.

Свечи накаливания BERU: Пятикратная надежность для максимального качества

1. СОЗДАНЫ В ТЕСНОМ СОТРУДНИЧЕСТВЕ С АВТОПРОИЗВОДИТЕЛЯМИ

BERU является специалистом по холодному пуску дизельных двигателей и партнером по развитию автоиндустрии. Компания занимается не только разработкой свечей накаливания с самого начала, но также принимает участие в создании новых двигателей. Поэтому появилась возможность согласовывать размещение свечи накаливания в двигателе, и конструкторы BERU точно знают, какие параметры имеют особое значение, и какие резервы мощности должны быть заложены при создании свечи накаливания.

2. ИЗГОТОВЛЕННЫ В СООТВЕТСТВИИ СО СТАНДАРТАМИ ISO

Свечи накаливания BERU разработаны в соответствии со стандартами ISO 7578 и 6550. В этих стандартах определяются размеры и допуски конструкции, конфигурация уплотнения, размер гаечного ключа, диаметр нагревательного стержня и пр.

3. РАЗРАБОТАНЫ В СООТВЕТСТВИИ СО СПЕЦИФИКАЦИЯМИ АВТОПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

Свечи зажигания BERU соответствуют спецификациям, принятым в автомобильной промышленности, которые отличаются у разных производителей. Например, для непрерывной работы требуется от 10 000 до 25 000 циклов.

Более того, свечи накаливания BERU должны проходить испытания в холодильной камере. Также проводятся испытания на устойчивость к воздействию среды, контактных сред, присадок и средств для очистки двигателя.

4. ПРОХОДЯТ ОСОБЫЕ ИСПЫТАНИЯ BERU

Свечи накаливания BERU проходят особые испытания, адаптированные в соответствии с практическими требованиями для повседневной эксплуатации и для мастерских, например, испытания с симуляцией силы отрыва соединителя или резкой перегрузки. Сотрудники неумолимы при испытаниях с резкой перегрузкой: каждый тестовый образец должен оставаться полностью функциональным после 3000 циклов.

5. ИЗГОТОВЛЕННЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ НОВЕЙШИХ СПОСОБОВ ПРОИЗВОДСТВА

Производство сверхдлинных и тонких современных свечей накаливания для дизельных двигателей с прямым впрыском ставит особые задачи. Диаметр накаливающей трубки должен точно соответствовать конфигурации камеры сгорания. Накаливающая трубка должна выдаваться в камеру сгорания на точно рассчитанное расстояние - только так можно гарантировать, что турбулентность не повлечет за собой образование дополнительных вредных выбросов. Температурные свойства свечи накаливания также должны точно соответствовать конструкции камеры сгорания, а энергопотребление свечи накаливания должно точно соответствовать штатному бортовому питанию. Только на новейших производственных линиях, таких, как BERU, имеются условия для производства тонких свечей накаливания нужного качества.

Дешевые устройства - не то, что вам нужно

ВЫГЛЯДИТ КАК 2 СПИРАЛИ, А ТЕХНОЛОГИЧЕСКИ - ОДНА

Только свеча накаливания с 2 спиралями обеспечивает короткое время нагрева и устойчивость к температурам, востребованные автопроизводителями. Однако, поскольку вторая спираль не сразу видна снаружи, некоторые производители не устанавливают так называемую регулируемую обмотку. Отсутствие ограничения тока нагрева вызывает чрезмерную нагрузку на аккумуляторную батарею при запуске. Требуемый нагрев не достигается в заданное время, поэтому автомобиль не заводится или заводится с трудом. (см. рис. 3)

НАГРЕВАТЕЛЬНЫЙ СТЕРЖЕНЬ НАПОЛНЕН НИЗКОКАЧЕСТВЕННЫМ ИЗОЛИРУЮЩИМ ПОРОШКОМ

Вместо уплотненного и высушенного перед заполнением порошка магнезита, используемого BERU, дешевые свечи накаливания заполняются непросушенным неуплотненным порошком, в некоторых случаях - с посторонними включениями. Последствия печальны: при первом нагревании порошок значительно расширяется, и накаливая трубка раздувается. После этого свечу накаливания можно снять, только разобрав головку цилиндра! (см. рис. 9)

НАГРЕВАТЕЛЬНАЯ СПИРАЛЬ НЕ ОТЦЕНТРИРОВАНА И НЕ ЗАГИБАЕТСЯ НА СОЕДИНИТЕЛЬНОМ ШТИФТЕ

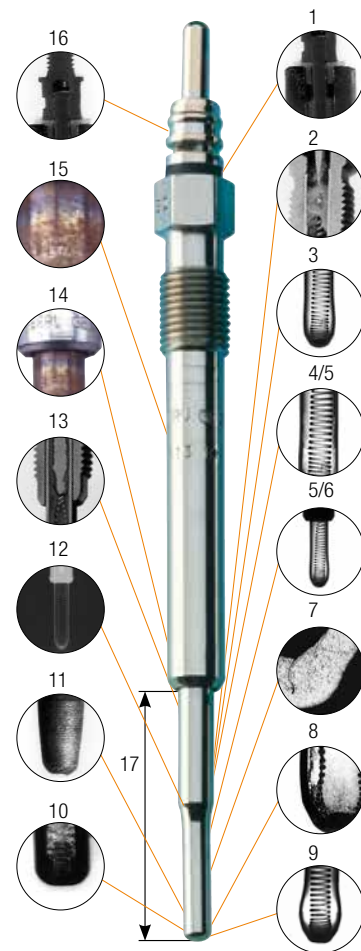
Низкое качество производства данного образца здесь проявляется в полной мере: только новейшие производственные агрегаты могут точно отцентрировать и загнуть спираль на соединительном штифте. Сомнительные производители просто вставляют нагревательную спираль в соединительный штифт. Однако в этом случае требуемой защиты от короткого замыкания нет. (см. рис. 5 и 13)

ПЛОХОЙ КОНТАКТ

В некачественных свечах накаливания расположение электрических контактов не соответствует спецификациям оригинальных комплектующих. Хотя соединение выглядит похожим на оригинальные свечи накаливания, контакт будет неполным. В этом случае электрическое соединение свечи накаливания не гарантируется. Некоторые такие производители также экономят материал для соединительных компонентов - ценой электрического контакта. (см. рис. 16)

НАКАЛЬНАЯ ТРУБКА ПРИВАРЕНА НЕТОЧНО

Многие производители дешевых свечей не располагают производственными технологиями для точной сварки накаливающей трубки. Результат: тонкие трещины в накаливающей трубке - и затем протечки, что может привести к короткому замыканию.



Как узнать свечи накаливания низкого качества

Признак	Опасность	Признак	Опасность
1 Одно уплотнение	неводонепроницаема	11 Конец накаливающей трубки скручен, нагревательный стержень слишком тонкий	Отложения, короткий срок эксплуатации
2/9 Заполнение накаливающей трубки низкокачественным порошком магнезита	Плохая изоляция, вздутие нагревательного стержня	12 Неправильная конструкция нагревательной спирали	Перегрузка аккумулятора из-за чрезмерного потребления тока, опасность возгорания контактов блока управления временем нагрева : сокращает срок эксплуатации или ведет к неправильному функционированию
3 Требуется 2 спирали, но установлена только одна	Характеристики не соответствуют спецификациям производителя	5/13 Нагревательная спираль установлена под наклоном	Короткое замыкание
4 Неоднородная толщина стенки	Свеча взрывается	14 Конус неправильно устанавливается в головке цилиндра	Проблемы с герметизацией, разрушение головки цилиндра
5 Спираль наклонена в нагревательном стержне	Короткое замыкание	15 Поверхность без покрытия	Заедание в отверстии
6 Накаливающая трубка не отцентрирована, нет концентричности: свеча наклонена в предкамере или в вихревой камере	Свеча разрушается струей топлива и горением	16 Муфта просто вставлена	Ослабление и помехи при подаче тока, плохой контакт
7 Накаливающая трубка с тонкими трещинами	Взрыв	17 Длина корпуса не соответствует спецификациям производителя	Слишком большая длина корпуса: свеча разрушается струей впрыскиваемого топлива. Слишком малая длина: проблемы при запуске
8/9 Конец накаливающей трубки заполнен неуплотненным и/или влажным порошком магнезита	Короткое замыкание, воспламенение накаливающей трубки, короткий срок эксплуатации		
10 Круглый конец просверлен, неправильно приварен	Взрыв		

Причины неисправности свечи накаливания карандашного типа

В сухую теплую погоду дизельный двигатель запускается, даже если одна из свечей накаливания не работает и предварительный нагрев осуществляют только оставшиеся свечи. В этом случае обычно возрастает объем вредных выбросов, и возможна детонация при запуске, однако водитель этого не заметит или не будет знать, как понимать этот признак. Когда станет холодно и влажно, и начнутся первые ночные заморозки, это окажется неприятным сюрпризом: подогрев дизельного двигателя не сработает, и, в лучшем случае, двигатель будет запускаться трудно, с дымным выхлопом. Однако наиболее вероятно, что он не запустится вообще. Ниже представлен перечень наиболее распространенных неисправностей и их причин. В большинстве случаев устранить неисправность можно с помощью этой диагностической таблицы.

НАГРЕВАТЕЛЬНЫЙ СТЕРЖЕНЬ СО СГИБАМИ И ВМЯТИНАМИ

Причины:

- Обрыв спирали вследствие
- работы при слишком большом напряжении, напр., при запуске двигателя от внешнего источника
 - слишком долгая подача питания из-за залипания реле
 - недопустимый последующий нагрев, когда двигатель работает
 - использование свечей накаливания, не предназначенных для нагрева после запуска двигателя

Устранение:

- Запускайте двигатель от внешних источников только при питании, эквивалентном бортовому.
- Проверьте систему предварительного нагрева, замените реле времени нагрева.
- Установите свечи накаливания, рассчитанные на нагрева после пуска двигателя.



НАГРЕВАТЕЛЬНЫЙ СТЕРЖЕНЬ ЧАСТИЧНО ИЛИ ПОЛНОСТЬЮ РАСПЛАВЛЕН ИЛИ РАЗБИТ

Причины:

- Перегрев нагревательного стержня вследствие
- слишком раннего момента впрыска топлива
 - закоксованности или износа форсунок
 - неисправности двигателя, напр. из-за заклинивания поршня, неисправности клапана и т.д.
 - негерметичности топливных форсунок
 - заклинивания поршневого кольца

Устранение:

- Точно отрегулируйте впрыск.
- Очистите или замените топливные форсунки
- Проверьте профиль распыла топлива.
- Отремонтируйте или замените топливную форсунку
- Убедитесь в отсутствии заклинивания в поршневых кольцах



ПОВРЕЖДЕН КОНЕЦ НАГРЕВАТЕЛЬНОГО СТЕРЖНЯ

Причины:

- Перегрев нагревательного стержня вследствие
- слишком раннего момента впрыска топлива. Нагревательный стержень и спираль перегреваются, спираль становится хрупкой и ломается.
 - закрытого кольцевого зазора между корпусом свечи и нагревательным стержнем; в результате слишком много тепла отражается от нагревательного стержня

Устранение:

- Проверьте систему впрыска, точно отрегулируйте впрыск.
- При завинчивании свечи накаливания всегда соблюдайте момент затяжки, указанный производителем.



СОЕДИНИТЕЛЬНЫЙ БОЛТ СОРВАН, ШЕСТИГРАННАЯ ГОЛОВКА ПОВРЕЖДЕНА

Причины:

- Сорван соединительный болт: имеющаяся соединительная гайка была затянута с чрезмерным усилием.
- Повреждена шестигранная головка: использовался неподходящий инструмент; заглушка деформирована и вызывает короткое замыкания с корпуса на круглую гайку.

Устранение:

- Затягивайте имеющуюся соединительную гайку динамометрическим ключом. Всегда прилагайте указанное в спецификации усилие. Не смазывайте резьбу.
- Затягивайте свечу подходящим гаечным ключом. Всегда прилагайте указанное в спецификации усилие (см. спецификации производителя автомобиля). Не смазывайте резьбу.



Советы специалистов

Устройство для испытаний свечи накаливания: Тестирование свечей без демонтажа

Теперь, с появлением нового тестера свечей накаливания BERU, вы можете проверять стальные и керамические свечи накаливания прямо на автомобиле от бортовой сети 12 В - быстро, просто и надежно, каждую свечу по отдельности. Нет необходимости снимать свечи или запускать двигатель.

Новый тестер для быстрой проверки свечей накаливания BERU предлагает множество преимуществ при работе в мастерской:

- Надежная, быстрая и экономичная проверка: теперь нет необходимости снимать свечи накаливания или запускать двигатель
- Нет необходимости заранее задавать тип свечи накаливания (стальная или керамическая)
- Автоматическое определение номинального напряжения свечи накаливания (3,3 - 15 В)
- Проверка производится в реальных условиях
- Просто использовать
- Возможность проверки каждой свечи накаливания по отдельности
- Аналоговый дисплей с индикацией значения потребляемого тока нагрева и его предельной величины (возможность сравнения отдельных свечей накаливания по потреблению тока и управляемости)
- Защита от короткого замыкания и напряжения обратной полярности
- Защита от перегрузки (мониторинг свечи накаливания через независимую цепь)
- Процедура проверки с управляемыми характеристиками, как в электронных контрольных устройствах
- Обнаружение неплотных контактов процессором, затем повторная проверка
- Специальное программное обеспечение микроконтроллера - уже в тестере.

В каждой мастерской должен быть тестер для проверки работоспособности свечей накаливания BERU.



Наш совет:
Проверяйте свечи накаливания с помощью тестера BERU. В идеале следует заменить все свечи накаливания в случае обнаружения каких-либо дефектов или неправильного функционирования.

Опыт показывает, что, как правило, свечи накаливания изнашиваются до предела вскоре одна после другой. Если разъемы и контактные провода сняты, дешевле заменить все свечи, чем заменять оставшиеся свечи через небольшой промежуток времени.

Как быстро и безопасно запустить дизельный двигатель

Проблема	Причина	Решение BERU
Дымность при запуске	Свеча накаливания с одной спиралью, слишком низкая температура	Используйте свечи накаливания BERU с 2 спиральями (спираль накаливания и регулирующая обмотка гарантируют, что за короткое время нагрева достигается более высокая температура)
Детонация на этапе пуска	Свеча накаливания без ограничения и без резерва нагрева	Установите свечи накаливания BERU, рассчитанные на нагрев после запуска двигателя, чтобы обеспечить более быструю и эффективную подачу тепла
Разряд аккумулятора при долгом этапе запуска	Свеча накаливания нагревается медленно, слишком большое время нагрева	Установите свечу накаливания BERU типа GN, точно адаптированную для данного двигателя и 3-фазную систему нагрева (предварительный нагрев - пусковой нагрев - последующий нагрев после запуска)
Неровная и затрудненная работа двигателя	Слишком низкая конечная температура свечи накаливания	
Двигатель запускается не с первой попытки	Свеча накаливания неисправна	
Неприятный запах при запуске двигателя	Значения электрических параметров свечей накаливания заданы неправильно	Замените держатель форсунки на держатель форсунки BERU в сборе
Нагревательный стержень слегка расплавлен или на нем есть отложения	Толщина стенок нагревательного стержня слишком мала (часто это случается с дешевыми свечами накаливания)	
Нагревательный стержень расплавлен полностью	Топливная форсунка неисправна	

Советы специалистов

Момент затяжки

Важно при замене свечей накаливания:
соблюдайте рекомендуемый момент затяжки!

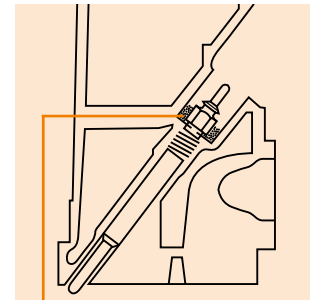
Момент затяжки	Предельный
M 8	20 Нм
M 9	22 Нм
M 10	35 Нм
M 12	45 Нм

ПРЕДЕЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ МОМЕНТА ЗАТЯЖКИ

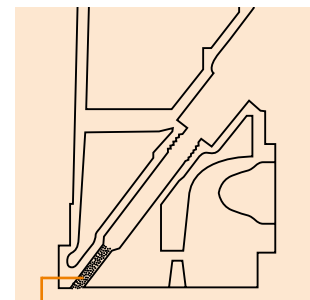
При откручивании свечей накаливания не превышайте предельные значения момента затяжки.

ЧТО ДЕЛАТЬ, КОГДА ПРЕВЫШЕНО ПРЕДЕЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ МОМЕНТА ЗАТЯЖКИ?

Ни в коем случае не продолжайте поворачивать ключ - свеча накаливания может сломаться. Вместо этого выполните следующие 3 действия: «слегка ослабить - нагреть - выкрутить»:



Теперь впрысните туда синтетическое масло.



Эти остатки продуктов сгорания можно убрать с помощью развертки для свечных колодцев BERU

1. Слегка ослабьте: Нанесите небольшое количество синтетического масла в зону расположения резьбы свечи накаливания и оставьте его, чтобы оно подействовало, на ночь или дольше.
2. Нагрейте: Запустите двигатель, пока он не прогреется, или по отдельному проводу подайте ток на функционирующие свечи накаливания на 4-5 минут (возможно только если рабочее напряжение свечей накаливания составляет 11-12 В) - свеча накаливания должна нагреться и освободиться.
3. Выкрутите: Снова попробуйте выкрутить ее, аккуратно выньте свечу накаливания из головки цилиндра подходящим инструментом. (Не превышайте предельное значение момента затяжки при откручивании - см. таблицу выше. Всегда останавливайтесь до достижения предельного значения момента. При необходимости повторите попытку после нагрева.)

После демонтажа старых свечей накаливания всегда очищайте подходящими инструментами головку, коническое гнездо и свечной колодец в головке цилиндра. (см. ниже)

МОМЕНТ ЗАТЯЖКИ

При закручивании новой свечи накаливания следует соблюдать рекомендуемый автопроизводителем момент затяжки.

Момент затяжки	Рекомендуемый
M 8	10 Нм
M 9	12 Нм
M 10	15 Нм
M 12	22 Нм

Примечание: Следует также соблюдать момент затяжки соединительной гайки для свечей накаливания с резьбовым контактом. В частности, после спекания (закоксовывания) нагревательного стержня с головкой цилиндра в свечном колодце часто накапливаются остатки продуктов горения и грязь. Такие загрязнения можно легко и безопасно удалить из головки цилиндра с резьбой 10 мм с помощью развертки для свечного колодца BERU (RA003 - 0 890 100 003).



Устанавливайте и снимайте свечи накаливания ТОЛЬКО с помощью динамометрического ключа.

Момент затяжки	соединительной гайки
M 4	2 Нм
M 5	3 Нм

Развертка для свечного колодца BERU: для быстрой и надежной очистки свечного колодца головки цилиндра

КАК ЭТО ДЕЛАЕТСЯ:

- Предварительно очистите отверстие свечного колодца салфеткой.
- Нанесите смазку на край развертки BERU и вкрутите ее в головку цилиндра: остатки продуктов горения прилипнут к смазке и будут удалены при выкручивании развертки.
- Затем можно без проблем установить новую свечу накаливания (пожалуйста, не забывайте соблюдать рекомендуемый момент затяжки!).
- Перед установкой свечей накаливания смажьте ось и резьбу смазкой Gk (GFK01 - 0 890 300 034)



Развертка колодца свечи накаливания BERU - (RA003 - 0 890 100 003) очищает коксовые отложения со стенок свечного колодца.



GKF01 - 0 890 300 034

BERU® является зарегистрированной торговой маркой BergWanner Ludwigsburg GmbH
PRMBU1435-RU



Global Aftermarket EMEA
Prins Boudewijnlaan 5
2550 Kontich • Belgium

www.federalmogul.com
www.beru.federalmogul.com

beru@federalmogul.com

 www.fmecat.eu

Совершенство
ВЫСОКИХ
ТЕХНОЛОГИЙ

