

Технологии зажигания

BERU Ultra

BERU Ultra X Titan

BERU Platin

Технология холодного запуска  
дизельного двигателя

Датчики

Системы  
охлаждения

# Все о свечах зажигания

Техническая  
информация,  
№ 02



Совершенство  
ВЫСОКИХ  
ТЕХНОЛОГИЙ

 **FEDERAL-MOGUL  
MOTORPARTS**

**BERU**<sup>®</sup>

# Содержание

## *Двигатель с искровым зажиганием* **3**

Функции свечи зажигания	3
Требования, предъявляемые к современной свече зажигания	3

## *Конструкция и типы свечей зажигания* **4**

Материалы	4
Межэлектродный зазор	4
Подробно о свече зажигания	4
Положение искры и искровой промежутки	5
Уплотнение гнезда	5

## *Тепловой диапазон и теплопроводность* **6**

Тепловой диапазон	6
Теплопроводность	6

## *Ассортимент свечей зажигания BERU* **7**

BERU Ultra X Titan. Для экстремальных рабочих условий	7
BERU Ultra – выбор автопроизводителей	7
Особые типы свечей зажигания	7

## *Советы специалистов* **8**

Проверка свечи зажигания	8/9
Неисправности и износ	10
Установка свечи зажигания	10
Установочные приспособления BERU	11

## *Будущее* **12**

Будущее свечей зажигания	12
Высокие требования к свечам зажигания нового поколения	12
Новая геометрия свечи зажигания для более длительной службы	13
Новый высоковольтный соединитель для увеличения сопротивления пробоя	13
Технология высокочастотного зажигания: решение будущего	13
Новейшие измерительные и прикладные системы	14

## *Изготовление свечей зажигания* **14**

От заготовки до высокоточного компонента	14
Испытания на прочность BERU	15
Высочайшие стандарты качества	15
Услуги BERU	15

Важнейшими параметрами двигателя являются пусковые характеристики, ресурс эксплуатации, мощность, расход топлива и эффективность отвода отработавших газов, но все они зависят от свечей зажигания. Функциональный элемент свечи зажигания скрыт внутри камеры сгорания двигателя, снаружи видны только часть изолятора и соединитель.

Работа свечи зажигания должна быть исключительно эффективна: в любых ситуациях свеча зажигания должна обеспечивать надежное искрообразование, правильный холодный пуск двигателя и предотвращать пропуски зажигания даже в самых суровых условиях, выполняя свою часть работы по обеспечению оптимального сжигания топлива с минимальными вредными выбросами.

Свечи должны функционировать при температуре до 3000 °C и давлении до 100 бар в камере сгорания, не говоря уже о напряжении зажигания до 40 000 вольт с токовой нагрузкой до 300 А при переходных процессах. Также высокие требования к качеству предъявляются вследствие химического воздействия. Так что это крайне сложная работа, которую свече зажигания приходится выполнять, чтобы автомобиль проехал многие тысячи километров.

Свечи зажигания BERU - это специализированные высокоточные компоненты, разработанные в соответствии с требованиями автопроизводителей и изготавливаемые на самых современных производственных линиях.

# Двигатель с искровым зажиганием

## Функции свечи зажигания

Система зажигания в бензиновом двигателе, в противоположность дизельному двигателю, является внешней: во время цикла сжатия электрическая искра, генерируемая свечой зажигания, поджигает сжатую воздушно-топливную смесь. Сгенерировать эту искру - вот задача свечи зажигания. Искра появляется между электродами под воздействием высокого напряжения, вырабатываемого катушкой зажигания. От свечи распространяется фронт воспламенения и заполняет камеру сгорания, пока воздушно-топливная смесь не сгорит. Выделяемое тепло повышает температуру, давление в цилиндре быстро нарастает, и поршень выталкивается вниз (такт расширения). Через шатун движение передается на коленчатый вал, приводящий в движение автомобиль посредством муфты, шестерней и осей.

## Требования, предъявляемые к современной свече зажигания

Для обеспечения заявленной мощности двигателя, плавности в работе и экологичности необходимо выполнить ряд условий: в цилиндре требуется нужное количество точно сбалансированной воздушно-топливной смеси, а мощная воспламеняющая искра должна возникать между электродами точно в определенный момент. Поэтому свечам зажигания необходимо соответствовать самым строгим функциональным требованиям: они должны генерировать мощную искру зажигания от 500 до 3500 раз в минуту (в четырехтактном двигателе) - даже на протяжении нескольких часов движения при высоких оборотах двигателя и при движении в режиме старт-стоп. Даже при -20 °С они должны обеспечивать абсолютно надежное зажигание. Высокотехнологичные свечи обеспечивают сгорание с минимальным выбросом вредных веществ и оптимальным расходом топлива без пропусков зажигания, вследствие которых несгоревшее топливо может попасть в каталитический нейтрализатор и разрушить его. Современная свеча зажигания должна соответствовать следующим требованиям:



Искра свечи зажигания запускает процесс горения сжатой воздушно-топливной смеси во время такта сжатия

### Требования к электропитанию

- Надежная передача высокого напряжения даже при напряжении зажигания до 40 000 В
- Хорошая изоляция даже при температурах 1000 °С, предотвращение дугообразования и пробоя

### Тепловые требования

- Сопротивляемость тепловому удару (горячие выхлопные газы - поступающая холодная смесь)
- Хорошая теплопроводность юбки изолятора и электродов

### Технические требования

- Обеспечение герметичного и газонепроницаемого уплотнения камеры сгорания, стойкость к пульсирующему давлению до прим. 100 бар
- Высокая механическая прочность для надежного крепления

### Электрохимические требования

- Устойчивость к электроэрозии, газообразным продуктам сгорания и остаткам сгорания
- Предотвращение образования отложений на изоляторе

Свечи зажигания BERU разработаны и изготовлены с использованием высококачественных материалов в соответствии с этими строгими требованиями. Еще на этапе конструирования двигателя инженеры BERU работают в тесном сотрудничестве с его разработчиками, чтобы свечи зажигания точно подходили для особых условий, возникающих в камере сгорания.

# Конструкция и типы свечей зажигания

## Материалы

BERU предлагает широкий ассортимент свечей зажигания, чтобы для множества различных двигателей можно было выбрать наиболее подходящую свечу. Для изготовления центральных электродов используются различные материалы. Особые сплавы на основе никеля и электроды с медной сердцевиной отличаются хорошей теплопроводностью и высокой устойчивостью к коррозии. Теплопроводность серебра еще выше. Платина и иридий отличаются прекрасной устойчивостью к коррозии, что увеличивает промежуток времени между заменами. Не менее важна конструкция заземляющего электрода. Его конструкция влияет на требования к доступности смеси, износу, отводу тепла и напряжению зажигания, а также на другие параметры. Титан, платина и иридий отличаются особенно долгим сроком эксплуатации при аналогичном межэлектродном зазоре.

## Межэлектродный зазор

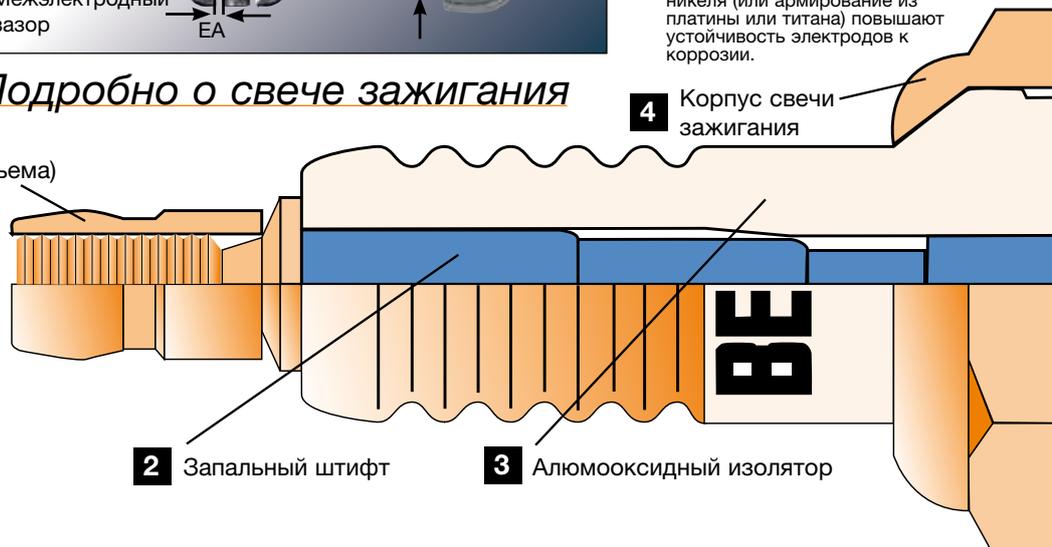
Кратчайшее расстояние между центральным и заземляющим электродами свечи зажигания называется межэлектродным зазором. Именно здесь должна проскочить искра для воспламенения. В каждой конкретной ситуации оптимальный межэлектродный зазор частично зависит от характеристик двигателя и рассчитывается в тесном сотрудничестве с производителем автомобиля. Важна максимальная точность межэлектродного зазора, так как неправильный зазор существенно ухудшает функциональность свечи зажигания и вследствие этого снижается мощность двигателя.

- Если межэлектродный зазор слишком мал, могут возникать пропуски зажигания, шум на холостых оборотах двигателя и увеличение выброса вредных газов.
- Если межэлектродный зазор слишком велик, могут возникать пропуски зажигания.
- Координированное положение искры в свечах с несколькими электродами означает, что межэлектродный зазор регулировать не нужно (например, технология воздушного зажигания с поверхностным разрядом Ultra X Titan).



## Подробно о свече зажигания

- 1** Гайка клеммы SAE (гайка кабельного разъема)



- 1** Соединитель свечи зажигания (на рисунке показан соединитель SAE, на более старых автомобилях установлены соединители с резьбой M4). Передает напряжение зажигания на центральный электрод.
- 2** Стальной штифт (запальный штифт) в газонепроницаемой оболочке в электропроводной стекломассе, образующий соединение с центральным электродом.
- 3** Изолятор изготовлен из алюмооксидной керамики и изолирует центральный электрод от замыкания на землю до 40 000 В. Форма изолятора может быть простой или профилированной для предотвращения поверхностного пробоя.
- 4** Методом термоусадки никелированный корпус свечи зажигания соединяется с изолятором, образуя газонепроницаемое соединение. Поэтому зона тепловой деформации имеет синий цвет вследствие окисления. Для крепления свечи зажигания в двигателе используется резьба.
- 5** Наружное уплотнительное обжимное кольцо для герметизации и отвода тепла.
- 6** Электрическое соединение запального штифта и центрального электрода. На помехоподавляющих резисторах (R-типа) из стекломассы. Стекломасса имеет определенное сопротивление благодаря специальным добавкам, что гарантирует требуемую устойчивость к коррозии и характеристики помехоподавления.
- 7** Внутреннее уплотнительное кольцо образует газонепроницаемое соединение между изолятором и металлическим корпусом и обеспечивает отвод тепла.
- 8** Центральный электрод состоит из медного сердечника в никелевой оболочке. В зависимости от типа свечи центральный электрод может быть изготовлен из платины или иридия.
- 9** Юбка изолятора заходит в камеру сгорания. Она определяет устойчивость к нагреву.
- 10** Благодаря заходному конусу свечу зажигания проще вкрутить в блок двигателя.
- 11** Объем камеры сгорания влияет на самоочищающее действие.
- 12** К корпусу свечи зажигания привариваются один или несколько заземляющих электродов, и вместе с центральным электродом они образуют путь искры. Специально разработанные сплавы на основе никеля (или армирование из платины или титана) повышают устойчивость электродов к коррозии.

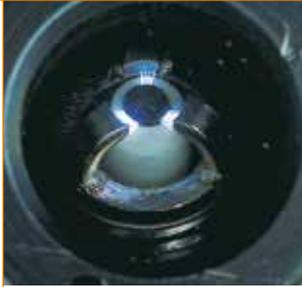
- 4** Корпус свечи зажигания

- 2** Запальный штифт

- 3** Алюмооксидный изолятор

# Конструкция и типы свечей зажигания

## Положение искры и искровой промежуток



Путь искры

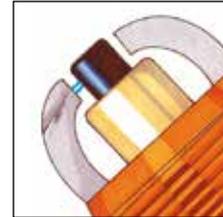
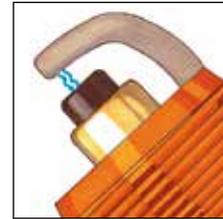


Инновационная конструкция Poly-V: искра проходит 5 точек зажигания в постоянно меняющемся порядке, что обеспечивает прекрасную надежность зажигания и, следовательно, топливозономичное сгорание, а эффективность зажигания остается постоянной на протяжении длительных периодов времени.

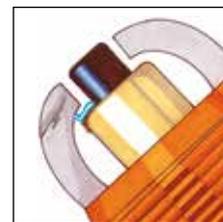
При использовании технологии изменяющегося момента зажигания функционирование свечи зажигания в камере сгорания зависит от трех основных факторов: положения искры, пути скольжения искры и межэлектродного зазора. Положение искры - то, как конструкторы двигателей называют геометрию пути искры, предел, до которого путь искры распространяется в камере сгорания. Касательно искрового промежутка различают следующее:

- Воздушный искровой промежуток, обозначающий путь, который искра проходит от центрального до заземляющего электрода для воспламенения воздушно-топливной смеси в камере сгорания.
- Переменный искровой промежуток, обозначающий путь, который искра проходит, если сначала она скользит по поверхности юбки изолятора, а затем перемещается на заземляющий электрод. При движении искры по этому пути сжигаются вредные отложения и остаточные продукты сгорания.
- Воздушный/переменный искровой промежуток: путь, который искра может пройти по воздуху и по изолятору. При сочетании взаимно независимых воздушного и переменного искрового промежутка можно уменьшить износ электрода, что приводит к существенному увеличению срока эксплуатации свечи зажигания.

Воздушный искровой промежуток



Переменный искровой промежуток

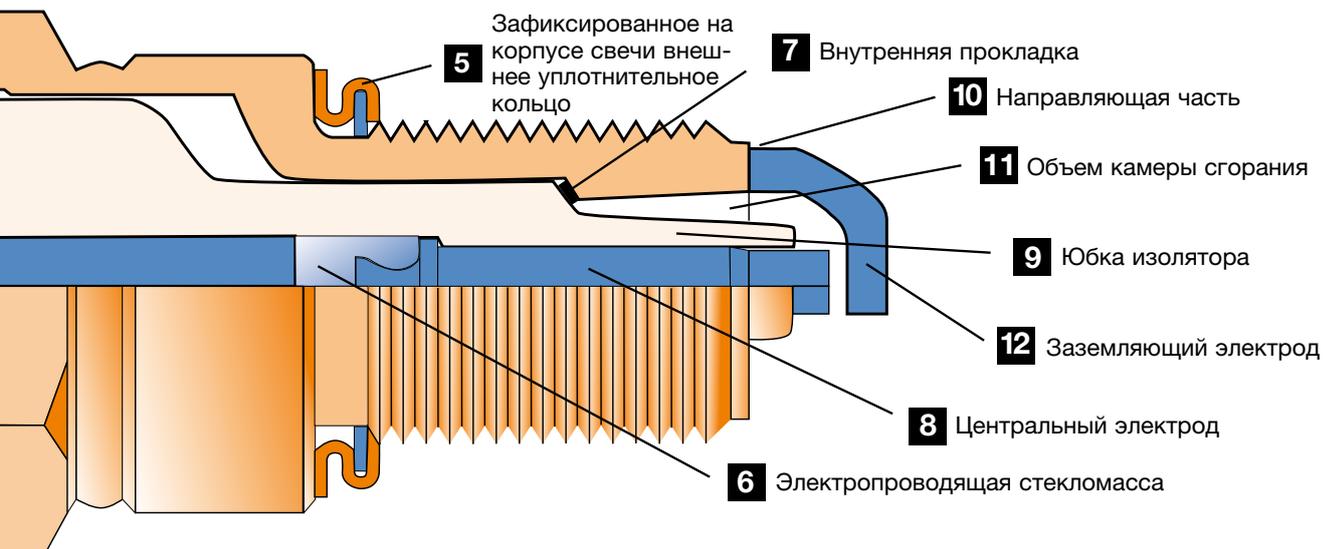


## Уплотнение гнезда

Свечу зажигания необходимо ввинтить в головку цилиндра так, чтобы соединение было газонепроницаемым. В зависимости от особенностей конструкции двигателя есть два типа уплотнений:

- Плоское гнездо: наружное уплотнительное обжимное кольцо является уплотнением вокруг корпуса свечи.
- Конусное или коническое гнездо: коническая поверхность корпуса свечи вставляется в контактную поверхность соответствующей формы в головке цилиндра, и создается уплотнение.

В условиях ограниченного пространства (напр., в двигателях с несколькими клапанами) как правило используются свечи зажигания FineLine или BiHex - их габаритные размеры меньше и для них требуются гаечные ключи меньшего размера.



# Тепловой диапазон и теплопроводность

## Тепловой диапазон

Тепловой диапазон - это мера термической структуры свечи зажигания. Она показывает максимальную тепловую нагрузку на свечу зажигания в равновесии между поглощением тепла и отводом тепла.

При выборе свечи зажигания крайне важно правильно определить тепловой диапазон:

- Если тепловой диапазон свечи слишком велик (например, числовое значение теплового диапазона 9), то свеча не сможет достаточно быстро отводить получаемое тепло. Это приводит к калильному зажиганию - другими словами, смесь воспламеняется не от искры, а от перегретой свечи.
- Если тепловой диапазон слишком мал (например, числовое значение теплового диапазона 5), то температура свободного горения, необходимая в нижнем диапазоне показателей для самоочистки свечи, не достигается. Результатом могут быть пропуск зажигания, увеличенный расход топлива и увеличение вредных выбросов. (Изображения неисправностей см. на стр. 8 и 9).



## От чего зависит тепловой диапазон

Чем больше мощность двигателя, тем, как правило, выше температура в камере сгорания. От размера опоры изолятора во многом зависит поглощение тепла; отвод тепла происходит через юбку изолятора, через центральный электрод и внутреннюю прокладку на корпус свечи к головке цилиндра.

- Свеча зажигания с длинной юбкой изолятора поглощает больше тепла. Однако такие свечи обладают меньшей способностью к отводу тепла на длинном пути к корпусу свечи и потому называются свечами горячего типа
- Свеча зажигания с короткой юбкой изолятора поглощает меньше тепла. Однако на коротком пути к корпусу свечи они обладают высокой способностью к отводу тепла и потому называются свечами зажигания холодного типа.

## Теплопроводность

На короткие промежутки времени в процессе сгорания температура в цилиндре достигает 3 000 °C, что приводит к нагреву свечи зажигания. Свеча зажигания отдает около 80 % поглощенного тепла прилегающим областям различными способами распределения тепла (иллюстрация). Большая часть тепла передается с резьбы свечи непосредственно на головку цилиндра. Поэтому свеча зажигания всегда должна завинчиваться с нужным усилием. Лишь около 20 % тепла поглощается и рассеивается проходящей воздушно-топливной смесью.

Использование композитных электродов, напр., никелевых электродов с медным сердечником, позволяет существенно увеличить теплопроводность. Если искра располагается очень далеко внутри камеры сгорания, быстро достигается температура самоочистки - благодаря особым параметрам профиля и теплопоглощающей поверхности юбки изолятора - и верхняя предельная температура изолятора поддерживается ниже 900 °C. Поэтому свечи зажигания такого типа подходят для камер сгорания, где возникают и сравнительно низкие, и сравнительно высокие температуры.

Путь переноса тепла свечи зажигания



# Ассортимент свечей зажигания BERU

## *BERU Ultra X Titan. Для экстремальных рабочих условий.*

### ULTRA X TITAN

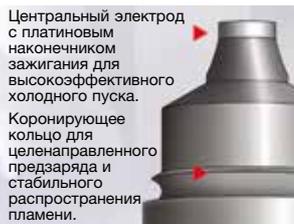


15 типов свечей зажигания  
Охват рынка 90 %  
100 % соответствие потребностям мастерских по ремонту  
Популярные свечи Ultra X теперь носят название Ultra X Titan.  
В этой линейке 15 типов свечей зажигания:  
6 хорошо зарекомендовавших себя свечей зажигания Ultra X и 9 новых. В совокупности они образуют серию Ultra X Titan с охватом рынка почти 90 %!

### BERU Ultra X. Titan.

**Для более мощной искры при высоких значениях давления в камере сгорания - обеспечивает высокоэффективное сгорание.**

Чем больше давление в камере сгорания, тем более мощной должна быть искра. В этой области инновационные свечи зажигания BERU Ultra X Titan задают новый стандарт: защищенный от выгорания никель-титановый сплав и особая конструкция заземляющих электродов для повышенной надежности зажигания и высокоэффективного и потому топливно-экономичного сгорания с низким выбросом вредных веществ.



Центральный электрод с платиновым наконечником зажигания для высокоэффективного холодного пуска.  
Коронирующее кольцо для целенаправленного предзаряда и стабильного распространения пламени.

## *BERU Ultra – выбор автопроизводителей*



### BERU Ultra.

**Свечи зажигания качества оригинальных комплектующих для множества различных двигателей.**

- Сгорание, не наносящее вреда окружающей среде:  
экономит топливо и защищает каталитический нейтрализатор
- Надежное зажигание даже при низких температурах
- Длительный срок эксплуатации и высокая надежность
- Проверенные материалы:  
двухэлементный центральный электрод и никелированный медный сердечник

### BERU Bi-Hex.

- Двенадцатимиллиметровое решение для гаечного ключа 14
- Уменьшенный диаметр резьбы
- Длина резьбы 26,5 мм
- Надежное воспламенение с помощью коронирующего предзаряда

**„В ТИ ОБ ВЫ НАЙДЕТЕ СВЕЧИ ЗАЖИГАНИЯ ДЛЯ ДВИГАТЕЛЕЙ, РАБОТАЮЩИХ НА ГАЗООБРАЗНОМ ТОПЛИВЕ“**

## *Особые типы свечей зажигания*

В ассортимент свечей зажигания BERU входят следующие особые типы свечей зажигания:

1. Компактные свечи зажигания для особо ограниченного пространства в бензопилах и газонокосилках
2. Полностью защищенные свечи зажигания со стальным корпусом для устройств с крайне строгими требованиями к помехоподавлению, например, для автомобилей представительского класса
3. Свечи зажигания для двигателей, работающих на газообразном топливе - для автомобилей на газовом топливе, а также для промышленных и домашних стационарных двигателей
4. Контрольные свечи зажигания специально для двигателей, подвергаемых проверкам и испытаниям



# Советы специалистов

## Проверка свечи зажигания



1

При визуальном осмотре свечи зажигания можно обнаружить широкий спектр различных повреждений. Некоторые из них перечислены ниже с описанием причин, последствий и способов устранения:

### НОРМА (1)

**Минимальное выгорание электрода и серо-белая/серо-желтая до красно-коричневого опора изолятора:**

**Настройки двигателя правильные, свеча верного теплового диапазона.**



2

### САЖИСТЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ (2)

**Юбка изолятора, электрод и свеча покрыты бархатисто-черной сажей.**

**Причина:** Неправильное соотношение в воздушно-топливной смеси (узел впрыска). Слишком богатая топливная смесь. Чрезмерно загрязненный воздушный фильтр. Неисправна система холодного пуска (впрыск). Неисправен датчик температуры. Чаще всего используется для передвижения на короткие расстояния. Свеча со слишком высоким числовым значением теплового диапазона. Неисправен датчик кислорода (лямбда-зонд).

**Следствие:** Из-за токовых потерь неправильно функционирует система холодного пуска, происходит пропуск зажигания.

**Устранение:** Проверка и по возможности корректировка воздушно-топливной смеси и системы холодного пуска. Также проверьте датчик температуры двигателя. Проверьте воздушный фильтр, используйте свечу зажигания с нужным тепловым диапазоном.



3

### МАСЛЯНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ (3)

**Юбка изолятора, электрод и свеча покрыты черной масляной пленкой.**

**Причина:** Избыток масла в камере сгорания. Слишком высокий уровень масла, сильно изношены поршневые кольца, цилиндры и направляющие клапанов. Неисправен турбо-нагнетатель.

**Следствие:** Пропуски зажигания и даже закорачивание свечи зажигания, полный отказ.

**Устранение:** Капитальный ремонт двигателя, корректировка воздушно-топливной смеси, установка новых оригинальных свечей зажигания BERU.



4

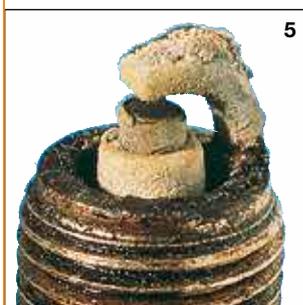
### ЛАКОВЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ (4)

**На юбке изолятора присутствуют лаковые отложения коричнево-желтого цвета, или же с зеленоватым оттенком.**

**Причина:** Присадки в топливе и масле образуют зольные отложения.

**Следствие:** При пиковой полной нагрузке на двигатель лаковые отложения становятся жидкими и проводят ток.

**Устранение:** Комплексная проверка всех систем двигателя, установка новых оригинальных свечей зажигания BERU.



5

### ЧРЕЗМЕРНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ (5)

**На юбке изолятора и заземляющем электроде наблюдаются чрезмерные отложения топлива и масла. Шлаковые (смолисто-коксовые) отложения.**

**Причина:** Осадки от присадок, особенно из масла, которые затем откладываются в камере сгорания и на свече.

**Следствие:** Может приводить к раннему зажиганию с потерей мощности двигателя и к неисправности двигателя.

**Устранение:** Проверьте двигатель. Установите новые оригинальные свечи зажигания BERU, возможно, используйте масло другого типа.

# Советы специалистов



## РАСПЛАВЛЕНИЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЭЛЕКТРОДА (6)

**Центральный электрод расплавлен, край юбки изолятора сгорел.**

**Причина:** Перегрев вследствие калильного зажигания, отложения в камере сгорания, неисправны клапаны, топливо неподходящего качества, использование свечи со слишком высоким значением теплового диапазона, не соблюдено усилие затяжки.

**Следствие:** Пропуски зажигания, падение мощности (неисправность двигателя).

**Устранение:** Проверьте двигатель, систему зажигания, воздушно-топливную смесь, усилие затяжки свечи зажигания. Установите новые оригинальные свечи зажигания BERU с правильным тепловым диапазоном.



## РАЗБИТА ЮБКА ИЗОЛЯТОРА(7)

**Поверхностные трещины на изоляторе центрального электрода свечи.**

**Причина:** Механическое повреждение вследствие неправильного использования. Сначала зачастую еле видимая, тонкая как волос трещина, иногда появляется вследствие детонации. В особо серьезных случаях между центральным электродом и изолятором могут образовываться отложения, разбивая изолятор. Детонация.

**Следствие:** Пропуски зажигания, нестабильность искрообразования, ненадежное зажигание.

**Устранение:** Установите новые оригинальные свечи зажигания BERU.



## ЧРЕЗМЕРНЫЙ ИЗНОС ЭЛЕКТРОДА (8)

**На центральном или заземляющем электроде видны признаки разрушения материала.**

**Причина:** Наличие агрессивных присадок в топливе или в масле. Недостаточная продувка камеры сгорания, вероятно, из-за отложений нагара. Детонация, перегрев.

**Следствие:** Пропуски зажигания, особенно при ускорении (напряжение зажигания становится недостаточным, большой межэлектродный зазор). Затрудненный запуск двигателя.

**Устранение:** Установите новые оригинальные свечи зажигания BERU.



## ЧАСТИЧНО РАСПЛАВЛЕННЫЕ ЭЛЕКТРОДЫ (9)

**Ноздреватые отложения на электроде, возможно, отложения материалов, но не со свечи зажигания.**

**Причина:** Перегрев вследствие калильного зажигания, самовоспламеняющиеся отложения в камере сгорания, неисправны клапаны, низкое качество топлива, вероятно - следствие использования свечей с чрезмерно высоким значением теплового диапазона, свечи зажигания не были затянуты с нужным усилием.

**Следствие:** Предшествует полному отказу двигателя (неисправность двигателя), падение эффективности.

**Устранение:** Проверьте двигатель, систему зажигания, воздушно-топливную смесь, усилие затяжки свечи зажигания. Установите новые оригинальные свечи зажигания BERU с нужным значением теплового диапазона.



## ХРУПКОСТЬ РАЗЪЕМА СВЕЧИ ЗАЖИГАНИЯ (10)

**Причина:** Перегрев, старые разъемы

**Следствие:** Пропуски зажигания

**Устранение:** Установите новые оригинальные разъемы и свечи зажигания BERU, смажьте разъем свечи зажигания специальной смазкой BERU (см. стр. 11).

## Советы специалистов

### Неисправности и износ



Превышение допустимой нагрузки, некачественное топливо, неправильный выбор свечи зажигания, преобладающая эксплуатация в режиме “разгон-торможение” - вот лишь некоторые факторы, приводящие к неисправности свечи зажигания. Здесь представлен короткий контрольный список, который поможет вам идентифицировать неисправность:

Признак неисправности	Причина	Возможные последствия
Электроэрозия, коррозия	Перегрев Неправильное или некачественное топливо Свеча с неправильным значением теплового диапазона	Расплавление электродов Калильное зажигание Пропуски зажигания (вследствие большого межэлектродного зазора)
Калильное зажигание	Отложения в камере сгорания Неисправны клапаны Свечи с неправильным значением теплового диапазона Топливо с чрезмерно низким октановым числом	Повреждение поршня Повреждение клапана Повреждение свечи зажигания
Детонация	Топливо с чрезмерно низким октановым числом Неправильная установка угла опережения зажигания Чрезмерно высокая степень сжатия	Неконтролируемое увеличение давления и температуры может приводить к повреждениям поршня и свечи зажигания
Пропуски зажигания	Неисправный, старый, негерметичный разъем свечи зажигания	Пробой на изолятор; Повреждение каталитического нейтрализатора

### Установка свечи зажигания

Свечи зажигания разрабатываются специально для конкретных двигателей, поэтому необходимо всегда использовать правильные свечи. Свечи с неправильным значением теплового диапазона, межэлектродным зазором или длиной резьбы могут приводить к снижению мощности двигателя и даже к его неисправности и/или повреждению каталитического нейтрализатора. Также необходимо правильно их устанавливать и демонтировать.

- При демонтаже свечи зажигания убедитесь, что бы грязь не попала в камеру сгорания. Сначала ослабьте свечу на несколько оборотов, затем очистите ее с помощью сжатого воздуха или щетки, и лишь затем выкрутите ее полностью.
- Нанесите на изолятор свечи зажигания тонкий слой специальной смазки BERU.  
ZKF01 - 0 890 300 029 вес 10 г  
ZKF02 - 0 890 300 045 вес 50 г
- При установке свечи зажигания убедитесь в чистоте резьбы свечи и отверстия головки цилиндра. Если вы используете свечи зажигания BERU, то благодаря никелированному корпусу свечи в смазке резьбы нет необходимости. Обязательно устанавливайте свечу, соблюдая правильное усилие затяжки (см. таблицу).
- Предостережение: Если вы уронили свечу зажигания, не используйте ее. Даже невидимые повреждения могут приводить к пропускам зажигания и даже повреждению каталитического нейтрализатора.
- Проверьте разъемы свечи зажигания на предмет износа. Если вы видите признаки хрупкости или тонкие трещины, замените разъемы.

# Советы специалистов

## ВАЖНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ: ПРИ УСТАНОВКЕ СВЕЧЕЙ КРАЙНЕ ВАЖНО СОБЛЮДАТЬ ПРАВИЛЬНЫЙ МОМЕНТ ЗАТЯЖКИ.

Если центральный электрод сильно выгорает или плавится несмотря на правильный момент затяжки, практически всегда причиной является неконтролируемый процесс сгорания (напр., калильное зажигание или детонация на высоких оборотах). Возможные причины: использование свечей с неверным значением теплового диапазона, слишком малый зазор выпускного клапана, неправильная установка угла опережения зажигания, некачественное топливо, отложения в камере сгорания или слишком бедная топливная смесь.

## Установочные приспособления BERU

Рекомендуется использовать специальные инструменты для простой и надежной замены свечей зажигания без заземления ключа и растрескивания изолятора.

### УСТАНОВОЧНОЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЕ ZMH001 ДЛЯ СВЕЧЕЙ ЗАЖИГАНИЯ BERU

#### Удлинитель для удобства установки свечи

**ПРОБЛЕМА** Слишком мало места в моторном отсеке. При закручивании или выкручивании свечи зажигания механик может травмировать или обжечь руку о двигатель, либо уронить и повредить свечу зажигания.

**РЕШЕНИЕ** Установочное приспособление BERU для свечей зажигания изготовлено из резины и выполняет функцию удлинителя при вкручивании свечи от руки: оно надежно удерживает свечу зажигания, чтобы ее можно было аккуратно выкрутить или вкрутить, когда она уже ослаблена или еще не затянута.



### УСТАНОВОЧНОЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЕ ZMH002 ДЛЯ СВЕЧЕЙ ЗАЖИГАНИЯ BERU

#### Надежная замена свечи зажигания без перекоса

**ПРОБЛЕМА** При установке или демонтаже свечи с помощью удлинителя ключа из-за достаточно широкого свечного колодца возникает риск перекоса ключа и повреждения изолятора свечи. Последствия: пропуски зажигания вследствие того, что искра проскакивает по растрескавшемуся изолятору, что может разрушить каталитический нейтрализатор.

**РЕШЕНИЕ** Монтажное приспособление BERU, подходящее практически для любого автомобиля, насаживается на удлинитель ключа свечи зажигания 3/8" и вставляется в свечной колодец. Таким образом свечной ключ будет располагаться параллельно оси свечного колодца, что позволит избежать перекоса.

### СПЕЦИАЛЬНАЯ СМАЗКА BERU ZKF001/ZKF002

Рекомендуется смазывать изолятор свечи зажигания специальной смазкой BERU, чтобы разъем свечи зажигания не прилипал к шейке свечи зажигания, иначе герметичность разъема может быть нарушена. Также это повышает устойчивость к пробоям.

Требуемый момент в Нм, на резьбе не должно быть смазки

Свечи с уплотнением по плоскости: Резьба свечи Головка цил-ра

		Чугун	Легкосплав.
Свечи с уплотнением по плоскости:	M 10x1	10–15 Нм	10–15 Нм
	M 12x1,25	15–25 Нм	15–25 Нм
	M 14x1,25	20–35 Нм	20–30 Нм
	M 18x1,5	30–45 Нм	20–35 Нм

Свечи с уплотнением по конусу:

Свечи с уплотнением по конусу:	M 14x1,25	15–25 Нм	10–20 Нм
	M 18x1,5	15–30 Нм	15–23 Нм



Артикул	Короткий код BERU	Номер заказа BERU
Установочное приспособление для св.зажиг.	ZMH001	0 890 000 001



Артикул	Короткий код BERU	Номер заказа BERU
Установочное приспособление для св.зажиг.	ZMH002	0 890 000 002

Артикул	Короткий код BERU	Номер заказа BERU
Специальная смазка BERU, Туба 10 г	ZKF001	0 890 300 029
Специальная смазка BERU, Туба 50 г	ZKF002	0 890 300 045

1 | Признаки высоковольтного пробоя

2, 3 | Смазка разъема свечи зажигания BERU: Если смазать разъем изнутри перед завинчиванием свечи зажигания, то смазка защитит от хрупкости и, следовательно, от высоковольтных пробоев (ZKF001 0 890 300 029 / 10 г ZKF002 0 890 300 045 / 50 г)

# Будущее

## Будущее свечей зажигания

Тенденции развития современных бензиновых двигателей - модификация процесса сгорания и высокоэффективные малогабаритные двигатели (уменьшение размеров). Инженеры BERU разрабатывают для этих целей оптимальные свечи зажигания в тесном сотрудничестве с автопроизводителями.

Меньший расход топлива, меньший выброс вредных веществ, больше удовольствия от движения: эти простые девизы суммируют текущие технические тенденции в области развития технологий двигателей с искровым зажиганием.

Реализация частично или полностью изменяемых фаз газораспределения с помощью фазирующих устройств или управления ходом клапана, использование непосредственного впрыска с помощью воздушных или струйных инжекторов - это начало новой эпохи. Системы впрыска новейшего поколения с пьезоэлектрическими инжекторами расширяют линейку двигателей, работающих на сильно обедненных смесях. Тем самым обеспечивается требуемое уменьшение расхода топлива и вредных выбросов.

В результате этих тенденций к свечам зажигания предъявляются новые требования:

- меньшие габаритные размеры конструкции
- особое расположение электродов корпуса (заземляющих электродов)
- более точное положение искры
- диэлектрическая и механическая устойчивость керамики свечи зажигания.

## Высокие требования к свечам зажигания нового поколения

В новых двигателях с искровым зажиганием и непосредственным впрыском для свечи зажигания остается меньше места в головке цилиндра. В свою очередь это приводит к необходимости удлинять резьбу для установки и/или изменять геометрию свечи зажигания. Свечи зажигания М12 получают все большее распространение, хотя по сравнению со стандартными свечами зажигания М14 они должны работать с меньшей толщиной стенки керамического изолятора. Противоположные требования - меньшая толщина стенки изолятора и повышенные требования к диэлектрической стойкости и прочности изолятора определяют необходимость разработки новых материалов, модификации конструкции и оптимизации технологических процессов.

## Улучшение свойств керамики

Алюмооксидная керамика, используемая как материал изолятора в свечах зажигания для легковых автомобилей, заслужила доверие, поскольку этот материал соответствует всем электрическим и механическим требованиям касательно диэлектрической стойкости, даже при температурах до 1 000 °С. Остаточная пористость является основным фактором, определяющим свойства керамики. Для существенного снижения остаточной пористости, что способствует еще большему увеличению диэлектрической стойкости и механической прочности свечи зажигания, инженеры-конструкторы BERU среди прочего модифицировали добавки в керамику.



Инженеры BERU в тесном сотрудничестве с мировыми автопроизводителями разрабатывают инновационные концепции свечей зажигания для современных двигателей с искровым зажиганием.

# Будущее

## Новая геометрия свечи зажигания для более длительной службы

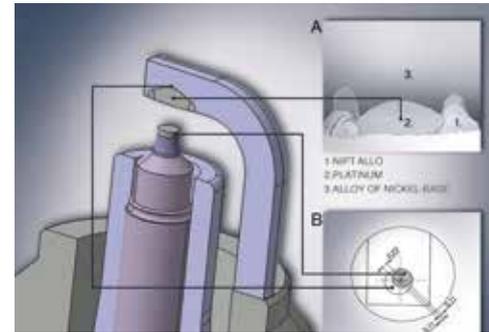
В настоящее время автопроизводители требуют расчетный срок эксплуатации свечи зажигания от 60 000 до 120 000 км. В то же время требования к способности свечи зажигания выдерживать более высокие разности потенциалов, вследствие износа определяют, что межэлектродный зазор должен быть как можно меньше. Это означает необходимость разработки новой формы электродов, изменения материалов и процессов. Во многом износ свечи зажигания с электродами на базе никеля определяется окислением. Поэтому никелевые сплавы должны иметь стабильный и долговечный оксидный слой. Если электроды свечи зажигания покрыты устойчивым к окислению ценным металлом, напр., платиной или иридием, следует прежде всего обеспечить стойкость этого ценного металла на электродах на базе никеля.

## Новый высоковольтный соединитель для увеличения сопротивления пробоя

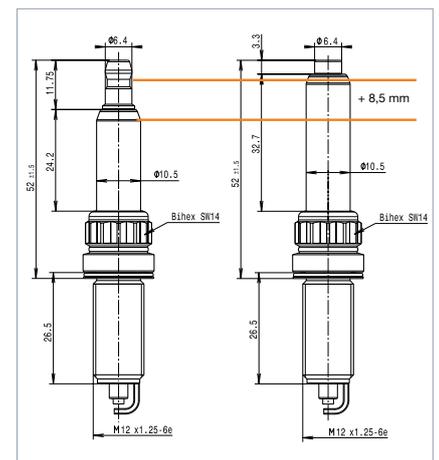
Уменьшение габаритов двигателя - основной способ снизить расход топлива и вредные выбросы. Эта новая технология ставит перед разработчиками системы зажигания новые задачи, так как в двигателях со сниженными габаритами меньше места для установки компонентов, в камере сгорания создается более высокое давление, напряжение зажигания выше, что резко увеличивает опасность высоковольтного пробоя на свече зажигания. Для увеличения сопротивления пробоя инженеры BERU разработали новый высоковольтный соединитель, который при тех же размерах свечи зажигания обеспечивает большую изолирующую поверхность благодаря удлинненной на 8,5 мм шейке изолятора, что увеличивает сопротивление пробоя до 9000 В. От пробоя изоляции защищает не только увеличенная поверхность изолятора, но и новый вид соединения. Вместо внешней контактной поверхности (как в SAE или M4) теперь контакт происходит внутри с помощью нажимной пружины. Этот инновационный конический соединитель с нажимной пружиной разработан таким образом, чтобы контактный наконечник надежно входил в чашеобразное углубление запального штифта свечи зажигания (поэтому он называется "высоковольтным сферическим соединителем"). Это предотвращает образование полей с чрезмерным напряжением и, несмотря на возросшую мощность зажигания, существенно увеличивается сопротивление пробоя.



Увеличенное сопротивление пробоя несмотря на возросшую мощность зажигания: благодаря более длинной шейке изолятора, встроенной нажимной пружине и новой технологии соединения.



Электроды на основе никеля в эксклюзивных свечах зажигания BERU покрываются устойчивым к окислению ценным металлом, например, платиной. Благодаря особому процессу лазерной сварки BERU создает крайне долговечное соединение между двумя материалами. (А). Поверхности центрального и заземляющего электродов покрываются ценным металлом минимум на 92 % (В), что позволяет достичь крайне высоких эксплуатационных показателей.



- Путем увеличения длины изолятора достигается более развитая изолирующая поверхность, а общие габаритные размеры остаются прежними.
- Увеличение защиты от перегрузки по напряжению в воздухе до 8000-9000 В
- Рабочий диапазон до 40 000 В

## Технология высокочастотного зажигания: решение будущего

В отличие от стандартных систем зажигания, когда воспламенение инициируется нагревом, эта запатентованная технология высокочастотного зажигания подразумевает создание высокоэнергетического электростатического поля внутри камеры сгорания. Это существенно повышает эффективность и скорость воспламенения и даже крайне бедные воздушно-топливные смеси воспламеняются стабильно. Для дополнительного улучшения функциональности двигателя эта система предлагает электронное регулирование различных параметров цикла сгорания, еще больше снижая вредные выбросы, увеличивая эффективность и мощность двигателя. Высокочастотное зажигание может стать революционным решением в технологии зажигания. Внедряя эту технологию в промышленность, BERU подтверждает свою компетентность в области технологий зажигания и может стать мировым лидером. Команда BERU считает, что высокочастотное зажигание будет внедрено в массовое производство в течение нескольких ближайших лет.



С новой технологией высокочастотного зажигания BERU произведет революцию в технологиях зажигания для бензиновых двигателей.

# Будущее

## Новейшие измерительные и прикладные системы

Разработка свечей зажигания, специфичных для отдельных двигателей, требует тесного сотрудничества производителя свечей зажигания и автопроизводителя. Условия такого сотрудничества - оптимальные технические возможности для достижения:

- правильной термической устойчивости
- оптимальных значений температур электрода
- требуемого напряжения зажигания
- требуемой формы напряжения зажигания
- оптимального функционирования свечи зажигания при холодном пуске.

Для всех этих областей специалисты BERU разработали особую измерительную технологию, которая доступна и в форме мобильного приложения. Исследование свойств свечи зажигания при холодном пуске можно выполнить прямо в автомобиле на подвижном испытательном стенде в холодном помещении в научно-техническом центре в Людвигсбурге в соответствии с заранее заданным испытательным циклом.



Свойства свечи зажигания при холодном пуске проверяются на двухосном мобильном испытательном стенде в научно-техническом центре BERU в Людвигсбурге.

## Изготовление свечей зажигания

### От заготовки до высокоточного компонента

Оригинальные свечи зажигания BERU изготавливаются на собственных заводах на производственных линиях с компьютерным управлением - от подготовки керамических материалов из высококачественного алюминооксида для изготовления изолятора до установки внешнего кольцевого уплотнения.



Проверка изоляторов при 40 000 В: свечи зажигания BERU должны продемонстрировать надежность на испытательной установке, и только затем они пойдут в массовое производство.



# Изготовление свечей зажигания

## Испытания на прочность BERU

В пробках и на больших перегонах, в мороз и под палящим солнцем - свечи зажигания BERU должны работать всегда. Для соответствия свечей зажигания этим строгим требованиям BERU подвергает их различным испытаниям и в процессе разработки, и после изготовления.

## Высочайшие стандарты качества

Качество - ключ к успеху на международном уровне. Все заводы BERU сертифицированы в соответствии с международными стандартами качества, такими как DIN ISO 9001:2000. В Германии заводы также соответствуют требованиям ISO/TS16949 и DIN EN ISO 14001. Сертификаты регулярно обновляются и всегда соответствуют новейшим стандартам.

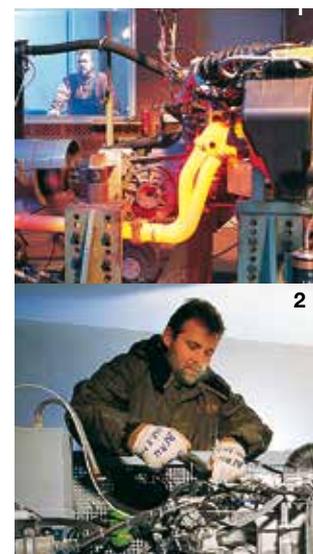
Около 10 % сотрудников BERU занимаются обеспечением качества. Один из принципов философии качества BERU - контроль на производстве превалирует над контролем продукции. Качество должно быть заложено сразу, а не после изготовления. BERU полагается на квалифицированных сотрудников и новейшие процессы с компьютерным управлением. Это единственный способ гарантировать, что все характеристики, обещанные клиенту, строго соблюдаются в каждой из свечей зажигания. Обеспечение качества начинается с выбора поставщиков и материалов: надежные партнеры и сырье премиум-качества являются фундаментом непревзойденного качества.

## Услуги BERU

На сегодняшний день BERU является одним из мировых лидеров в области электрических компонентов в автоиндустрии. BERU - это компания среднего масштаба, и потому отличается гибкостью и быстрой реакцией на потребности клиентов. Около 150 конструкторов и разработчиков постоянно работают над оптимизацией существующих устройств и создают новую продукцию в тесном сотрудничестве с производителями двигателей и автомобилей. Особые решения, специально созданные для партнеров BERU, гарантируют, что автопроизводители могут полагаться на продукты, точно соответствующие их требованиям. Именно поэтому BERU все чаще предлагает комплексные системные решения вместо отдельных компонентов.

Свечи зажигания изнашиваются, и их необходимо регулярно заменять. Иначе возникает вероятность неполного сжигания топлива. Это, в свою очередь, приводит к значительному увеличению расхода топлива и вредных выбросов. Кроме того, при пропусках зажигания несгоревшее топливо попадает в каталитический нейтрализатор, сгорает там и нагревает опору катализатора. Если пропуски зажигания происходят часто, каталитический нейтрализатор может быть разрушен полностью - и выбросы вредных веществ могут возрасти на порядок, что означает, что требуемая законом проверка отработавших газов не будет пройдена.

В целом, независимо от пройденного за год расстояния, свечи зажигания следует заменять с периодичностью, рекомендованной производителем, чтобы сохранять мощность двигателя на прежнем уровне и защитить каталитический нейтрализатор.



1 | Испытание на долговечность – испытательный стенд

2 | Внутри холодильной камеры в научно-техническом центре BERU Тестирование холодного пуска в холодильной камере при -30 °С.

BERU® является зарегистрированной торговой маркой BergWamer Ludwigsburg GmbH  
PRMBU1434-RU



Global Aftermarket EMEA  
Prins Boudewijnlaan 5  
2550 Kontich • Belgium

[www.federalmogul.com](http://www.federalmogul.com)  
[www.beru.federalmogul.com](http://www.beru.federalmogul.com)

[beru@federalmogul.com](mailto:beru@federalmogul.com)

Совершенство  
ВЫСОКИХ  
ТЕХНОЛОГИЙ

[www.fmecat.eu](http://www.fmecat.eu)

