

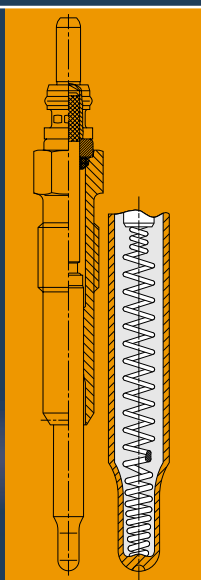


www.beru.com

Perfection built in



Perfektion eingebaut



Tutto sulle candele ad incandescenza

Informazione
tecnica
n° 04

Perfektion eingebaut

Perfection intégrée

Perfezione
integrata

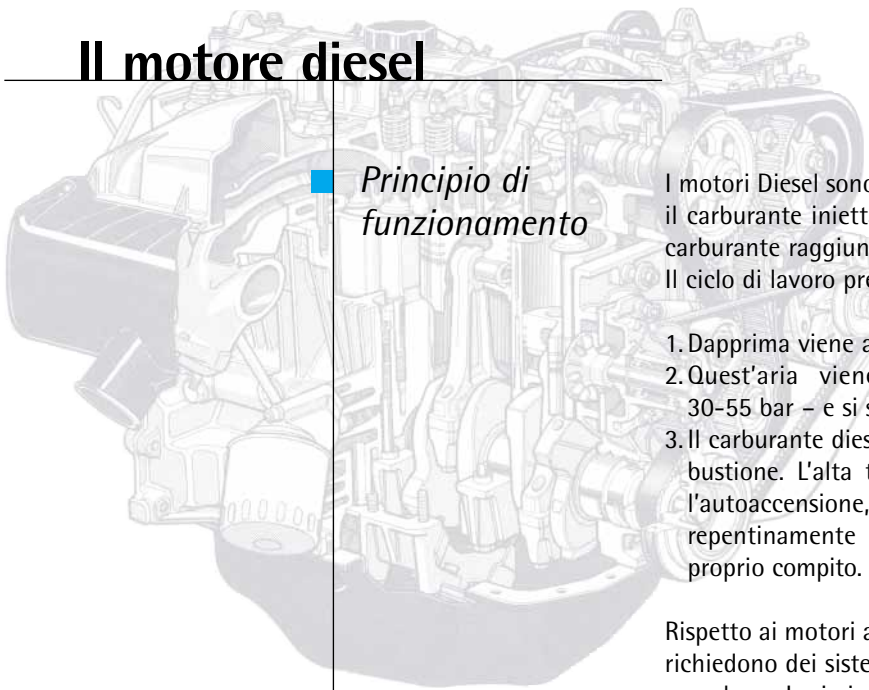


Sommario



Il motore diesel	3
Principio di funzionamento	3
L'avviamento a freddo	3
I sistemi di iniezione	4
Candele ad incandescenza autoregolanti	5
I requisiti che deve soddisfare una moderna candela ad incandescenza	5
Esecuzione costruttiva e principio di funzionamento	6
Candele ad incandescenza con postriscaldamento (GN)	7-8
Il Beru Instant Start System (ISS)	9
Le tecnologie del futuro nel campo delle candele ad incandescenza	10
La qualità Beru	11-12
Le cause che possono provocare il guasto di una candela ad incandescenza	13
Consigli per l'officina	14-15

Il motore diesel



■ *Principio di funzionamento*

I motori Diesel sono motori ad autoaccensione, vale a dire: il carburante iniettato si accende quando la miscela aria-carburante raggiunge la temperatura di autocombustione. Il ciclo di lavoro prevede tre fasi:

1. Dapprima viene aspirata aria a temperatura ambiente.
2. Quest'aria viene compressa ad una pressione di 30-55 bar – e si scalda sino a 700-900 °C.
3. Il carburante diesel viene iniettato nella camera di combustione. L'alta temperatura dell'aria compressa causa l'autoaccensione, la pressione nella camera aumenta repentinamente e il motore è in grado di svolgere il proprio compito.

Rispetto ai motori a ciclo Otto, i motori ad autoaccensione richiedono dei sistemi di iniezione e dei motori di tipo più complesso. I primi motori Diesel erano aggregati non particolarmente confortevoli e funzionavano ad un regime di giri basso. A causa del particolare processo di combustione, a freddo erano anche molto rumorosi. Essi si distinguevano per un maggiore peso/potenza, per una minore potenza specifica e per le loro ridotte caratteristiche di accelerazione. Grazie al continuo sviluppo delle tecniche di iniezione e delle candele ad incandescenza, tutti questi svantaggi sono stati risolti. Oggi, il motore diesel è riconosciuto come sorgente di moto equivalente se non superiore rispetto al motore a ciclo Otto.

■ *Avviamento a freddo*

Con avviamento a freddo si intende l'insieme delle procedure di avviamento in cui un motore e i relativi fluidi di esercizio non si trovano a temperatura di regime. Più la temperatura è bassa e peggiori sono le condizioni per una rapida accensione e per una completa ed ecologica combustione del carburante. Per fare in modo che in caso di temperature estremamente basse la partenza non duri eccessivamente a lungo o che non sia per niente possibile, vengono usati degli strumenti per facilitare la partenza a freddo. Essi compensano le cattive condizioni di avviamento e preparano un'accensione puntuale e costante per permettere una combustione stabile.

Uno dei componenti che facilitano la partenza a freddo è la candela ad incandescenza. Grazie all'energia termica generata elettricamente e convogliata nella camera di combustione vengono create delle ideali condizioni di accensione per il carburante iniettato. Per motori a pre-camera di combustione essa è assolutamente indispensabile per la partenza a freddo, al fine di garantire l'avviamento del motore anche in campi di temperatura compresi fra +10 e -30 °C. A causa del notevole peggioramento della qualità dell'avviamento al di sotto dello zero termico, la candela ad incandescenza viene utilizzata anche per facilitare l'avviamento a freddo di motori diesel ad iniezione diretta.

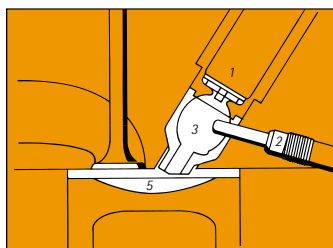
I sistemi di iniezione

Nei motori diesel, a seconda dell'esecuzione costruttiva e della disposizione della camera di combustione si distingue fra i seguenti sistemi di iniezione:

1. Sistema a precamera
2. Sistema con precamera a turbolenza
3. Iniezione diretta

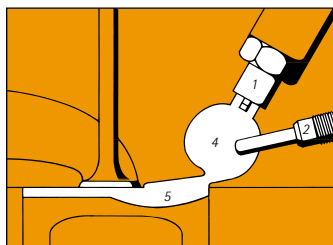
In tutti i sistemi sono necessarie candele ad incandescenza – al fine di permettere l'autoaccensione della miscela aria-carburante.

Sistema a precamera



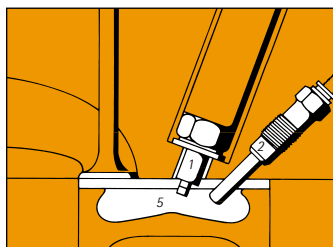
In questo sistema la camera di combustione è suddivisa in due parti: una precamera ed una camera di combustione principale. Esse sono collegate fra di loro mediante numerosi fori (canali di iniezione). Durante la fase di compressione, una parte dell'aria compressa viene spinta nella precamera. Poco prima di raggiungere il punto morto superiore, attraverso un ugello viene iniettato del carburante direttamente nella precamera del relativo cilindro. Qui avviene la combustione parziale del carburante iniettato. Le alte temperature generate da tale processo permettono alla pressione di aumentare repentinamente. A causa di tale pressione, l'intero contenuto della precamera viene fatto passare attraverso i canali di iniezione nella camera di combustione principale, dove avviene la combustione vera e propria.

Processo con precamera a turbolenza



La precamera a turbolenza, di forma sferica, è disposta nella testata dei cilindri in posizione separata rispetto alla camera di combustione principale. La camera di combustione principale e la precamera a turbolenza sono collegate l'una all'altra mediante un canale di iniezione di grande diametro. Nella fase di compressione, il canale di iniezione della precamera a turbolenza fa in modo che l'aria aspirata ottenga un forte effetto di rotazione. In questo turbine d'aria viene iniettato il gasolio. La combustione ha inizio nella precamera a turbolenza e si trasmette poi alla camera di combustione principale. Quando il motore è acceso, la temperatura dell'aria compressa è sufficientemente alta per provocare l'autoaccensione. Per l'avviamento del motore essa non è però sufficiente, soprattutto nel caso di temperature esterne particolarmente basse.

Iniezione diretta



Nel caso dell'iniezione diretta del gasolio (distribuzione di carburante e di aria) esso viene vaporizzato ad alta pressione attraverso un ugello multiforo nell'aria di aspirazione ad alta compressione, mentre la formazione della miscela aria-carburante viene ottimizzata intervenendo sulla forma della testa del pistone. All'avviamento, l'aria fredda aspirata viene riscaldata molto velocemente grazie all'alta pressione di compressione. La guaina incandescente sporge all'interno della camera di combustione principale. Fondamentalmente, nei motori ad iniezione diretta la candela ad incandescenza ha lo stesso compito che nei motori a precamera: essa fornisce il calore necessario all'avviamento. In una moderna candela ad incandescenza la guaina incandescente raggiunge in pochi secondi una temperatura di oltre 1.000 °C.

Generalmente, durante l'avviamento a freddo si può dire: L'aria fredda aspirata provoca basse temperature al termine della compressione. Un effetto maggiormente negativo lo hanno però il basso numero di giri che si ha all'avviamento. A causa del prolungato periodo di compressione, la perdita di pressione e di temperatura è molto maggiore rispetto a p.e. le velocità al minimo.

- 1 Ugello di iniezione
- 2 Candela ad incandescenza elettrica
- 3 Precamera
- 4 Camera turbinante
- 5 Camera di combustione

Candele ad incandescenza autoregolanti



I requisiti che deve soddisfare una moderna candela ad incandescenza

Brevi tempi di riscaldamento

Le candele ad incandescenza devono fornire nel tempo più breve possibile un'alta temperatura in grado di permettere l'avviamento – e mantenere questa temperatura indipendentemente dalle condizioni esterne, sino a doverla adattare in funzione di tali condizioni.

Ingombri ridotti

A tutt'oggi, i motori diesel per autoveicoli sono in prevalenza ad iniezione diretta a 2/4 valvole e offrono così spazio sufficiente per gli iniettori e le candele ad incandescenza. Nei motori diesel più moderni con sistemi di iniezione di tipo Common-Rail o Pompa-Iniettore e tecnica a 4 valvole, lo spazio disponibile è molto limitato. Ciò significa: Lo spazio necessario per la candela ad incandescenza deve essere minimizzato, il che ne giustifica la forma sottile e lunga. Oggi sono in uso già candele ad incandescenza Beru con una guaina incandescente del diametro di soli 3 mm.

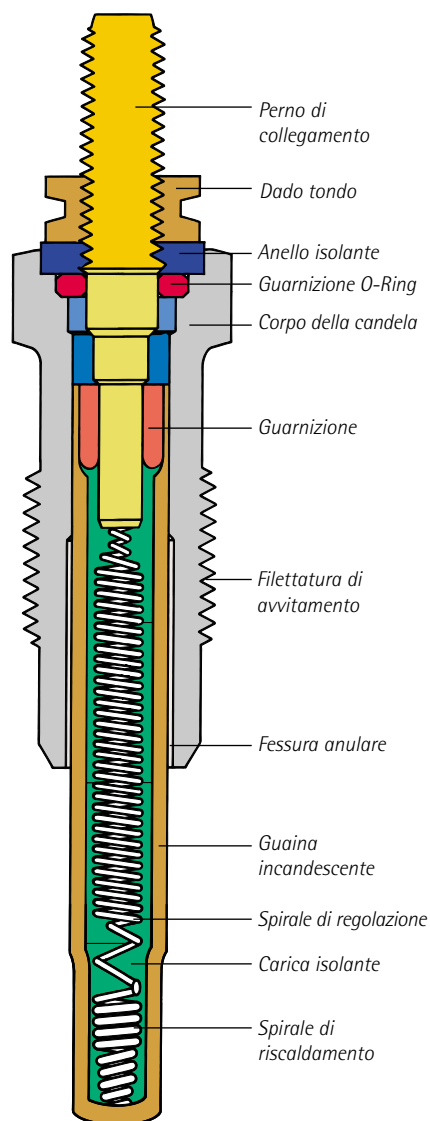
Adattamento esatto alla camera di combustione

Idealmente, la guaina incandescente si deve trovare al limite del cono di iniezione del carburante, ma deve sporgere ancora in maniera sufficiente nella camera di combustione o nella precamera. Solo in tale maniera essa può convogliare il calore in maniera mirata. Essa non deve inoltre sporgere troppo nella camera di combustione, in quanto essa andrebbe ad interferire con la miscelazione dell'aria e del carburante iniettato, con grande svantaggio per il processo di combustione. Ciò causerebbe eccessive emissioni di gas nocivi.

Sufficiente volume incandescente

Oltre che dall'uso della candela ad incandescenza, l'avviamento a freddo del motore dipende dal sistema di iniezione di cui esso dispone. Solo un sistema ottimizzato per l'avviamento a freddo dal punto di vista del punto di iniezione, della quantità iniettata e della formazione della miscela e la cui candela ad incandescenza sia correttamente posizionata e termicamente dimensionata offre un buon comportamento nell'avviamento a freddo. Anche dopo l'avviamento, il forte spostamento di masse d'aria che avviene nella camera di combustione non deve andare a „raffreddare” la candela. Soprattutto in motori a precamera o a precamera di turbolenza, in corrispondenza dell'ogiva della candela ad incandescenza elettrica l'aria raggiunge alte velocità. In queste condizioni, la candela funziona solamente se essa dispone di sufficienti riserve, se cioè è disponibile un volume di incandescenza sufficiente, al fine di poter convogliare subito del calore nella zona raffreddata. Le candele ad incandescenza sviluppate dalla Beru soddisfano in maniera ottimale tutti questi requisiti. Gli ingegneri della Beru collaborano con i costruttori di automobili già durante la fase di sviluppo dei motori. Il risultato di tale collaborazione: un avviamento a freddo ecologico in 2-5 secondi (in abbinamento con l'Instant Start System ISS anche in tempi ancor minori), avviamento sicuro sino a - 30 °C, avviamento del motore tranquillo e protettivo, una riduzione delle emissioni di fuliggine sino a 40 % durante la fase di entrata in esercizio e nel caso di uso di candele a postriscaldamento (ulteriori informazioni da pagina 7).

Esecuzione costruttiva e principio di funzionamento



Esecuzione costruttiva di una candela ad incandescenza Beru

Resistenza con spirali di riscaldamento e di regolazione

Principio di funzionamento

La candela ad incandescenza Beru è composta fondamentalmente dal corpo della candela, dalla guaina incandescente con spirali di riscaldamento e di regolazione cosiccome dal perno di collegamento. La guaina incandescente in materiale anticorrosione è pressata in maniera ermetica nell'alloggiamento del corpo candela. Inoltre, la tenuta della candela viene migliorata anche per mezzo di un O-Ring posto tra corpo e anello isolante. La candela ad incandescenza preleva l'energia necessaria dalla batteria. Il controllo viene effettuato da una centralina elettronica che regola i tempi di incandescenza.

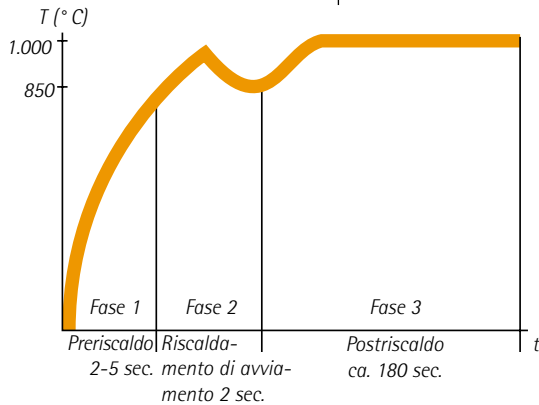
Il principio fondamentale di una moderna candela ad incandescenza è la combinazione fra un filamento a spirale di riscaldamento ed uno di regolazione, che vanno a formare l'intero elemento di resistenza. La spirale di riscaldamento è composta da materiale ad alta resistenza termica, la cui resistenza elettrica è quasi del tutto indipendente dalla temperatura. La doppia spirale insieme alla relativa parte di guaina incandescente realizza la zona di riscaldamento. La spirale di regolazione è fissata sul perno di collegamento elettroconduttore, e la sua resistenza è caratterizzata da un alto coefficiente termico.

Le due spirali sono inserite in una polvere ceramica compattata, elettricamente isolante ma ad alta conducibilità termica. Al momento della compattazione meccanica la polvere viene premuta in maniera talmente forte che la spirale rimane fissata come se fosse stata colata nel cemento. Grazie a ciò essa è talmente stabile che i sottili fili della spirale di riscaldamento e di regolazione resistono a tutte le vibrazioni. Nonostante che le singole spirali distino solamente pochi decimi di millimetro le une dalle altre, è impossibile che entrino in cortocircuito – neppure con la guaina incandescente, che andrebbe a danneggiare completamente la candela. I tempi di riscaldamento e di incandescenza della candela possono essere variati intervenendo sui materiali, sulle lunghezze, sui diametri e sullo spessore dei fili delle spirali di riscaldamento e di regolazione, adattando così le candele ai requisiti dei singoli motori.

Durante il preriscaldamento, attraverso il perno di collegamento e la spirale di regolazione passa una forte corrente verso la spirale di riscaldamento. Questa si riscalda molto rapidamente e rende incandescente l'estremità della guaina. L'incandescenza si espande molto rapidamente – e dopo 2-5 secondi la guaina è incandescente sino in prossimità del corpo della candela. In tale maniera, la temperatura della spirale di regolazione già riscaldata dalla corrente sale ulteriormente. Di conseguenza, la sua resistenza elettrica aumenta e la corrente viene ridotta in maniera tale da non danneggiare la guaina incandescente. In tale maniera si evita un surriscaldamento della candela ad incandescenza.

Se il motore non viene avviato, dopo un certo tempo la candela ad incandescenza viene spenta da parte della centralina di controllo dei tempi di incandescenza. Nel caso delle candele ad incandescenza della Beru, per la spirale di regolazione si utilizza una lega la cui resistenza elettrica cresce con l'aumentare della temperatura. In tal modo la spirale di regolazione è dimensionata per lasciar passare, inizialmente, una corrente maggiore di quella che percorre la spirale al raggiungimento della temperatura di regime. È così possibile arrivare alla temperatura di avviamento e controllarla grazie alla rapida possibilità di regolazione.

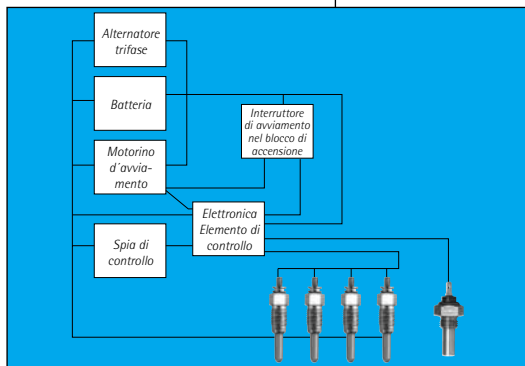
□ Candele ad incandescenza con postriscaldo (GN)



I veicoli di costruzione meno recente sono solitamente dotati di candele ad incandescenza che diventano incandescenti prima e durante la fase di avviamento. Esse sono riconoscibili dalla sigla GV. I moderni veicoli diesel escono dalle catene di montaggio con candele di tipo GN. Esse sono dotate dell'innovativo sistema di riscaldamento a 3 fasi. Ciò significa che esse si scaldano

- prima dell'avviamento,
- durante l'avviamento,
- dopo l'avviamento e
- durante il funzionamento del motore (in accelerazione).

Funzionamento



Principio di funzionamento di un impianto di incandescenza con postriscaldo con quattro candele ad incandescenza collegate in parallelo e con sensore di temperatura.

Il preriscaldamento a regolazione elettronica ha inizio con l'attivazione dell'interruttore di avviamento nel blocco di accensione; il consenso all'avviamento, in caso di temperature esterne normali, avviene dopo 2-5 secondi. Il tempo di postriscaldamento può raggiungere i 3 minuti dopo l'avviamento del motore, al fine di ridurre al minimo la rumorosità e le emissioni inquinanti.

Lo stato di funzionamento del motore viene rilevato p.e. attraverso la misurazione della temperatura dell'acqua di raffreddamento. La procedura di postriscaldamento dura sino a che l'acqua di raffreddamento raggiunge una temperatura di 70 °C, altrimenti esso viene spento allo scadere di un tempo impostato nella centralina. Se la temperatura dell'acqua di raffreddamento è di 70 °C già prima di avviare il motore, solitamente la postriscaldamento non ha luogo.

Protezione da surriscaldamento

Le candele ad incandescenza si proteggono dal surriscaldamento limitando con l'aumentare della temperatura la corrente che fluisce dalla batteria alla candela. A motore acceso la tensione aumenta però in maniera tale che le candele ad incandescenza di vecchio tipo, non idonee alla tecnica più moderna, bruciano. A ciò si aggiunge che dopo l'avviamento, le candele in cui passa la corrente sono esposte ad altissime temperature di combustione e che dunque vengono riscaldate dall'interno e dall'esterno. Le candele ad incandescenza con postriscaldamento della Beru sono in grado di funzionare sotto piena tensione dell'alternatore. La loro temperatura sale sì rapidamente, ma essa viene limitata dalla nuova spirale di regolazione e mantenuta ad un determinato valore minore di quello delle candele senza postriscaldamento.

Importante: In un sistema concepito per candele ad incandescenza GN devono essere montate solamente candele di tipo GN – le candele di tipo GV potrebbero guastarsi dopo breve tempo.

Avviamento rapido in 2 secondi

Con la candela ad incandescenza GN con postriscaldamento della Beru è stato possibile ridurre il tempo di preriscaldamento a 2-5 secondi. Per ottenere tale risultato, i progettisti hanno ridotto il diametro della guaina incandescente in corrispondenza della sua estremità. In tal modo la guaina diventa incandescente in tale zona molto rapidamente. Ad una temperatura di 0 °C ci vogliono appena 2 secondi per avviare il motore. In caso di temperature ancora più basse, grazie alla regolazione del tempo di incandescenza, il sistema si adatta alla situazione ed aumenta del necessario il tempo di attesa: a -5 °C circa 5 e a -10 °C circa 7 secondi.



Quantità di fuliggine in filtro di Carta tre minuti dopo l'avviamento a freddo.
Con il postriscaldamento (a destra) la quantità di fuliggine è di ca. 40 % inferiore.

Riduzione dei fumi bianchi/blu

Sino a quando non si raggiunge la temperatura di accensione ideale, dal tubo di scarico fuoriesce il cosiddetto fumo bianco o blu. Questo fumo è causato dalla combustione incompleta del carburante derivante dalla temperatura della miscela aria-carburante troppo bassa. Grazie al postriscaldamento, durante la fase di riscaldamento il gasolio viene combusto in maniera completa ed il motore è più silenzioso. In tale maniera l'opacità dei gas di scarico viene ridotta sino a 40 %.

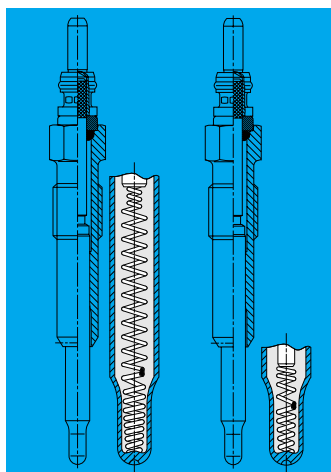
Eliminazione della rumorosità a freddo

Il battito tipico dei motori diesel dopo l'avviamento a freddo è causato dal grande ritardo di accensione a motore freddo. Grazie al pre- e al postriscaldamento, la candela ad incandescenza GN permette al motore di raggiungere più velocemente la temperatura di regime. Ciò protegge il motore, rende più tranquillo il suo funzionamento ed evita il battito a freddo. Il carburante viene combusto in maniera più omogenea e completa. In tale maniera viene liberata più energia e la temperatura della camera di combustione si alza molto più rapidamente.

Caratteristiche tecniche della candela ad incandescenza GN

- candela ad incandescenza per avviamento rapido di forma sottile
- brevi tempi di preriscaldamento: solo ca. 2-5 secondi
- avviamento sicuro (anche a -30 °C)
- ecologica: riduzione delle emissioni di inquinanti nella fase di riscaldamento del 40 %
- il motore non batte in testa
- funzionamento tranquillo
- protezione del motore all'avviamento
- idonea per veicoli con tensione di esercizio di sino a 14,5 V

Il Beru Instant Start System (ISS)



Esecuzione costruttiva interna della candela a resistenza autoregolante standard SR (a sinistra) e della candela a resistenza ottimizzata del sistema ISS (a destra).



Sistema di incandescenza a controllo elettronico ISS: Centralina elettronica e candele a resistenza elettrica.



Il Beru Instant Start System permette una partenza a chiave „da motore otto“ del motore diesel.

Il principio del sistema

Permettere anche ai veicoli diesel un avviamento immediato come per un motore a ciclo Otto: ecco qual'era la grande sfida. La soluzione degli ingegneri Beru: l'Instant Start System (ISS).

L'ISS della Beru è composto da una centralina elettronica e da candele ad incandescenza con rendimento ottimizzato aventi un tempo di riscaldamento ridotto a 2 secondi al massimo – rispetto ai 5 secondi di una candela di tipo standard (SR). Esse hanno bisogno di molto meno energia sia nella fase di riscaldamento che nella fase di mantenimento della temperatura. Come interruttori per il controllo delle candele, nella centralina vengono usati semiconduttori di potenza che sostituiscono i relè elettromeccanici usati in precedenza. Rispetto alla classica candela ad incandescenza, nelle candele a rendimento ottimizzato del sistema ISS la spirale è estremamente corta e la zona di incandescenza è ridotta di circa un terzo. Nei motori ad iniezione diretta, ciò corrisponde alla parte della guaina ad incandescenza che penetra all'interno della camera di combustione.

Controllo elettronico

A motore acceso, la candela ad incandescenza viene raffreddata tramite il cambio di carica e tramite il movimento dell'aria nella fase di compressione. La temperatura della candela ad incandescenza elettrica si riduce con l'aumentare del numero di giri a tensione e a quantità di carburante iniettato costanti, mentre aumenta con l'aumentare della quantità di carburante iniettato con tensione e numero di giri costanti. Per mezzo della centralina elettronica, questi effetti possono essere compensati: Alle candele ad incandescenza viene applicata sempre la tensione effettiva ottimale per ogni specifica situazione di esercizio. In tale maniera la temperatura delle candele ad incandescenza può essere controllata in funzione della situazione di esercizio. Inoltre, la combinazione fra candela ad incandescenza a basso voltaggio e centralina elettronica viene usata per far riscaldare in modo molto rapido la candela ad incandescenza. Ciò succede applicando l'intera tensione di bordo per un tempo predefinito alla candela ad incandescenza portando la tensione sul valore effettivo di esercizio solo in un secondo momento. Il tempo di preriscaldamento abituale può così essere ridotto a max. 2 secondi anche nel caso di temperature estremamente basse. Il grado di rendimento del sistema è talmente alto che alla rete di bordo non viene tolta più potenza di quella necessaria alla candela ad incandescenza. Poiché nel sistema ISS ogni candela ad incandescenza viene controllata per mezzo di un semiconduttore di potenza separato, in ogni circuito la corrente può essere controllata separatamente. In tale maniera è possibile effettuare la diagnosi di ogni singola candela.

Caratteristiche tecniche del sistema ISS

- avviamento sicuro anche a temperature di -30 °C
- tempo di riscaldamento estremamente rapido: in 2 secondi vengono raggiunti 1.000 °C
- minore assorbimento di potenza (importante soprattutto in motori con 8 o più cilindri)
- alta sicurezza di funzionamento
- temperatura controllabile per il preriscaldamento, il postriscaldamento e l'incandescenza intermedia
- numerose funzioni di diagnosi
- immediato e stabile funzionamento al minimo e accettazione regolare del gas
- riduzione delle emissioni di inquinanti (soddisfa la norma EURO-IV)
- concepita soprattutto per motori diesel con iniezione diretta
- idoneo per diagnosi On-Board

Le tecnologie del futuro nel campo delle candele ad incandescenza

Sistemi combinati

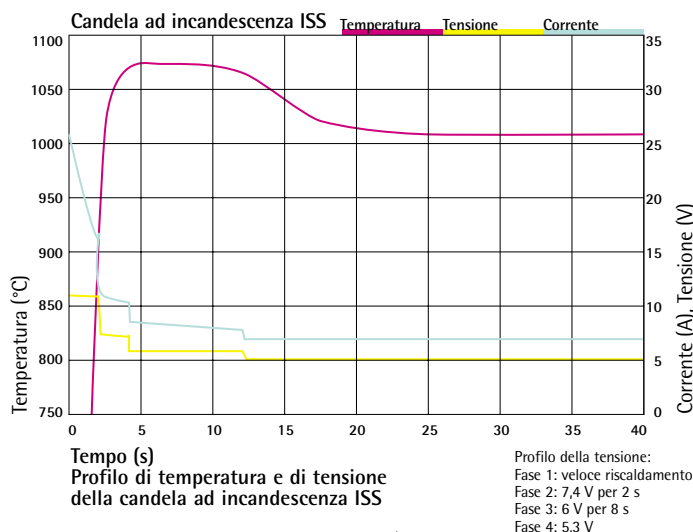
Per permettere ai motori Diesel delle automobili un avviamento rapido con una sollecitazione ridotta della rete di bordo, il sistema di incandescenza è il dispositivo ausiliario più idoneo. Inoltre, i dispositivi di riscaldamento utilizzate oggi soprattutto nei veicoli industriali offrono ulteriore potenzialità anche nel campo delle autovetture:

- per la riduzione delle emissioni a temperatura di regime
- per migliorare la regolarità di funzionamento del motore
- per migliorare la risposta del motore nella fase di accelerazione

La combinazione di entrambi i sistemi è ipotizzabile soprattutto in vista dei nuovi limiti legislativi per i gas di scarico – per garantire un rapido avviamento con basse emissioni e un funzionamento decisamente controllato.

Misurazione del flusso di ioni

Per la misurazione del flusso di ioni nel motore diesel la candela è avvantaggiata dal suo posizionamento ideale. In tal modo non è necessario montare nessuna specifica sonda nella camera di combustione. Se la guaina incandescente viene isolata dal corpo della candela e se viene applicata una tensione, intorno all'ogiva della candela ad incandescenza si genera un campo elettrico nella camera di combustione. Le cariche delle particelle che vengono a trovarsi in questa zona si scaricano attraverso gli elettrodi. Questo flusso può essere misurato per mezzo di una speciale circuitazione, poi amplificato ed infine trasmesso alla centralina del motore in forma elaborata.



Misurazione del flusso di ioni nel motore diesel.

Possibili campi di applicazione:

- identificazione di mancanza di accensione
- sincronizzazione dei cilindri per quanto riguarda l'inizio della combustione, compensazione delle tolleranze nel sistema di iniezione e di aspirazione
- soddisfazione di requisiti OBD tramite feedback diretto dalla camera di combustione
- compensazione di differenti qualità di carburante

Sistemi di incandescenza regolati

I sistemi a controllo elettronico andranno a sostituire piano piano le candele ad incandescenza autoregolanti. Sono in atto intense ricerche su sistemi regolati che non richiedano un complesso calcolo della potenza di comando in funzione dei parametri del motore. Dalla centralina motore di livello superiore deve essere poi trasmesso alla centralina dei tempi di incandescenza solamente il fabbisogno di incandescenza sotto forma di un valore nominale; tale centralina provvederà poi a regolare di conseguenza la tensione alla candela. A tale scopo stanno per essere sviluppate speciali candele che sono in grado di ritrasmettere alla centralina un segnale di temperatura ben elaborabile e stabile.

Le candele ad incandescenza Beru: sicurezza in cinque punti per la massima qualità

- | | |
|---|--|
| 1. Sviluppate in stretta collaborazione con i costruttori di automobili | La Beru, in qualità di specialista dell'avviamento a freddo di motori diesel e partner dell'industria automobilistica per lo sviluppo di prodotti, è coinvolta nella progettazione di candele ad incandescenza sin dall'inizio, dello sviluppo di nuovi motori. In tal modo è possibile trovare un accordo sul posizionamento della candela ad incandescenza all'interno del motore – per cui gli ingegneri della Beru sono informati con la massima precisione sui parametri sui quali viene posta la massima considerazione o su quali riserve di rendimento deve possedere la candela ad incandescenza da sviluppare. |
| 2. Prodotte secondo le norme ISO | Le candele ad incandescenza della Beru sono progettate e dimensionate secondo lo standard ISO 7578 e 6550. Tali standard regolano le dimensioni e le tolleranze della geometria, della dede conica di tenuta, delle dimensioni dell'esagono, del diametro della guaina incandescente ecc. |
| 3. Sviluppate secondo i capitolati dei costruttori di automobili | Le candele ad incandescenza Beru soddisfano i capitolati dei costruttori di automobili, differenti a seconda del costruttore. Così, per esempio, come durata di funzionamento continuato vengono richiesti da 10.000 a 25.000 cicli di pre- e postriscaldamento. Oltre a ciò, le candele ad incandescenza della Beru vengono sottoposte a collaudi fino a -30 °C. Viene anche collaudata la resistenza agli agenti ambientali, alle sostanze con cui esse vengono a contatto, agli additivi e ai detergenti per motori. |
| 4. Sottoposte a speciali test della Beru | Le candele ad incandescenza della Beru vengono sottoposte a test specifici che simulano le condizioni d'uso quotidiano e in officina, per esempio simulando le forze di estrazione della candela o eseguendo test rapidi di sovratensione. Durante simili test di sovratensione gli ispettori sono impietosi: anche dopo 3.000 cicli, ogni candela deve essere ancora perfettamente funzionante. |
| 5. Realizzate secondo i più nuovi metodi di produzione | La produzione delle candele ad incandescenza più moderne per motori diesel ad iniezione diretta, molto lunghe e sottili, pone gli esperti di fronte a particolari richieste. Il diametro della guaina incandescente deve essere esattamente compatibile con la camera di combustione. La guaina incandescente deve sporgere nella camera di combustione per una lunghezza ben determinata – solo così è possibile che i vortici non generino ulteriori dannosi gas di scarico. Anche il comportamento termico della candela ad incandescenza deve essere ottimizzato per la geometria della camera di combustione – mentre l'assorbimento di corrente delle candele ad incandescenza deve essere adattato esattamente alla rete di bordo della vettura. Queste sottili candele possono essere prodotte nella qualità richiesta solamente sugli impianti più moderni all'interno degli stabilimenti Beru. |

Candele a basso prezzo – meglio rinunciarvi

Appare a due spirali, ma è prodotta con una spirale

Guaine incandescenti riempite con polvere isolante di bassa qualità

Spirale riscaldante non centrata e non collegata al perno

Contatti scadenti

Guaina incandescente saldata senza la necessaria precisione

Solo una candela ad incandescenza con due spirali permette di ottenere tempi brevi di preriscaldamento e le prestazioni termiche richieste dai costruttori di automobili. Poiché la presenza delle due spirali non è riconoscibile mediante un'ispezione visiva esterna, alcuni produttori utilizzano una sola spirale. In questo caso, il preriscaldamento non avviene nei tempi previsti e l'assorbimento di corrente è molto elevato, sollecitando eccessivamente la batteria; l'auto-vettura può non avviarsi o avviarsi con difficoltà (vedere a tale riguardo la figura 3.)

Al posto della polvere di ossido di Magnesio utilizzata dalla Beru, a granulometria controllata ed opportunamente essicata, prima di essere inserita tra guaina incandescente e spirali, nelle candele a basso costo si utilizza polvere non controllata e soprattutto non essicata. La fatale conseguenza: alla prima accensione l'umidità presente nella polvere provoca una dilatazione all'interno della guaina ed un rigonfiamento della stessa. Lo smontaggio della candela ad incandescenza è possibile solo dopo aver smontato anche la testata dei cilindri! (vedere a tale riguardo la figura 9.)

Un altro particolare che permette di valutare la qualità di produzione: il terminale filettato può essere cianfrinato sul perno solo usando macchinari di produzione estremamente moderni. I produttori low-cost non fanno altro che infilare semplicemente la spirale riscaldante sul perno. Così facendo non è però possibile garantire la continuità elettrica e la protezione al corto circuito. (vedere a tale riguardo le figure 5 e 13.)

In candele ad incandescenza di bassa qualità, la posizione dei terminali ad innesto rapido per il collegamento elettrico non soddisfa i requisiti del primo equipaggiamento. Il terminale sembra simile a quello di candele ad incandescenza originali, con la differenza però che la connessione non si innesta correttamente. Il collegamento elettrico verso la candela ad incandescenza non è dunque garantito. A scapito del contatto si risparmia anche sul materiale degli elementi di collegamento. (vedere a tale riguardo la figura 16.)

Molti produttori di candele a basso costo non dispongono della tecnica di produzione necessaria per saldare con esattezza il tubo di incandescenza. La conseguenza: sottili crepe nel tubo di incandescenza – con la conseguente mancanza di tenuta, che può a sua volta causare cortocircuiti.

Come riconoscere candele ad incandescenza di basse qualità

Difetto

- 1 Tenuta insufficiente
- 2 Riempimento con polvere di magnesio di bassa qualità
- 3 Necessità di tecnologia a doppia spirale, ma presenza di una sola spirale
- 4 Spessore della guaina non costante
- 5 Spirale storta nella guaina ad incandescenza
- 6 La guaina incandescente non centrata rispetto al corpo, dunque rotazione eccentrica. La candela viene avvitata inclinata nella precamera a turbolenza o nella camera di combustione.
- 7 Guaina incandescente con microfessure
- 8/9 Punta della guaina incandescente caricata con polvere di magnesio non compattata e/o inserita ancora umida.
- 10 Ogiva con cratere passante

Pericolo

- non impermeabile
insufficiente isolamento, rigonfiamento della guaina incandescente
le caratteristiche termo-elettriche non sono conformi alle prescrizioni dei costruttori
la guaina ad incandescenza fonde
- Cortocircuito
- La candela viene „consumata“ dal getto di iniezione e fonde
- Cortocircuito
- cortocircuito, rigonfiamento della guaina incandescente, durata ridotta
- bruciatura, cortocircuito

Difetto

- 11 Rastremazione della guaina non corretta
- 12 Spirale riscaldante non posizionata correttamente
- 13 Spirale riscaldante montata storta
- 14 Sede conica non idonea alla testa dei cilindri
- 15 Corpo senza protezione superficiale
- 16 Terminale filettato solo innestato
- 17 Sporgenza della guaina dal corpo non corrispondente ai dati del costruttore

Pericolo

- bruciatura, durata ridotta
- Sovraccarico della batteria a causa di eccessivo assorbimento di corrente, per cui rischio di bruciatura dei contatti della centralina: Si riduce la durata della candela o se ne compromette il funzionamento.
- Cortocircuito
- Problemi di tenuta, testa dei cilindri danneggiata
- Bloccaggio nel foro della testa dei cilindri
- Allentamento ed interruzione dell'alimentazione di corrente, difetto di contatto
- Se la quota di sporgenza è eccessiva: La candela ad incandescenza viene „consumata“ dal getto di iniezione e fonde. Se è troppo bassa: problemi di avviamento.

Le cause che possono provocare guasti alle candele ad incandescenza

In ambiente caldo ed asciutto, il motore Diesel si avvia anche se una sola delle candele ad incandescenza è difettosa, mentre le altre attivano il preriscaldamento. In simili condizioni, nella fase d'avviamento, si verifica l'emissione di fumosità allo scarico e battito in testa del motore, ma l'automobilista non sempre recepisce tali eventi o non li interpreta correttamente. La brutta sorpresa arriva insieme al freddo ed all'umidità, con il primo gelo dell'anno: se viene a mancare parte del „calore donato“ al motore Diesel, bisogna essere contenti se lo stesso si avvia, magari fuman-

do, ma molto spesso il motore non si avvia assolutamente. Di seguito vengono elencati tipici guasti e le corrispondenti cause; con questo aiuto è possibile diagnosticare i difetti e porvi rimedio rapidamente.

La garanzia Beru: Se non è riscontrabile nessuna delle cause di guasto qui elencate, spedite la candela alla Beru AG di Ludwigsburg. Dovesse trattarsi di un errore di materiale o di produzione, provvederemo naturalmente a sostituire la candela.

Guaina incandescente con deformazioni e cavità



Cause:

Interruzione della spirale provocata da:

- a) funzionamento con tensione eccessiva, p.e. in caso di avviamento con batteria di soccorso supplementare
- b) assorbimento prolungato di corrente per contatti del relè bloccati
- c) incandescenza della guaina dopo l'avviamento
- d) utilizzo di candela ad incandescenza non progettata per il postriscaldamento

Rimedi:

- a) Avviamento di soccorso senza superare la tensione prescritta di 12V;
- b)/c) controllare l'impianto di preriscaldamento e, se necessario, sostituire il relè di controllo del tempo di preriscaldamento
- d) montare una candela ad incandescenza adatta per il postriscaldamento (GN)

Guaina incandescente fusa o rotta



Cause:

Surriscaldamento della guaina incandescente a causa di:

- a) iniezione troppo anticipata
- b) ugelli usurati o intasati
- c) danni al motore, p.e. a causa di grippaggio, rottura valvole, ecc.
- d) ugelli gocciolanti
- e) camicia pistoni grippata

Rimedi:

- a) regolare esattamente l'istante d'iniezione
- b) pulire gli ugelli di iniezione.
- c) controllare il getto degli iniettori

Estremità della guaina incandescente danneggiata



Cause:

Surriscaldamento della guaina incandescente a causa di:

- a) iniezione troppo anticipata, con surriscaldamento della guaina, la fusione della spirale riscaldante
- b) intercapedine anulare, tra corpo e guaina, chiusa; ne consegue un'eccessiva dispersione di calore dalla spirale di regolazione alla guaina ed al corpo, quindi un'eccessivo raffreddamento che incrementa il flusso di corrente attraverso la spirale riscaldante; ciò provoca il surriscaldamento della guaina incandescente

Rimedi:

- a) controllare l'impianto d'iniezione e regolare l'istante d'iniezione
- b) in fase di avvistamento della candela ad incandescenza, rispettare assolutamente la coppia di serraggio prescritta.

Perno di collegamento rotto, esagono danneggiato



Cause:

- a) Rottura del perno di collegamento: Il dado di collegamento della corrente è stata stretta con una coppia di serraggio eccessiva.
- b) Esagono danneggiato: Uso di un utensile non idoneo; a causa delle deformazioni, la candela presenta un cortocircuito fra il corpo e il dado tondo.

Rimedi:

- a) Stringere il dado di collegamento della corrente con una chiave dinamometrica. Osservare la coppia di serraggio prescritta. Non ingrassare la filettatura né olearla.
- b) Stringere la candela con una chiave a tubo dinamometrica idonea. Rispettare esattamente la coppia di serraggio prescritta (deducibile dalle prescrizioni dei costruttori di automobili).

Consigli per l'autoriparatore

Il tester per candele Beru è indispensabile in ogni officina.



Suggerimento:

Controllate le candele ogni 75.000 - 100.000 km con il tester rapido. In caso di difetti o di malfunzionamenti, raccomandiamo di sostituire subito tutto il set di candele.

Tester per candele ad incandescenza: controllo senza smontaggio

Con il tester rapido per candele ad incandescenza è possibile controllare in maniera semplice, affidabile e rapida candele ad incandescenza a 12 Volt (non candele ad incandescenza di tipo ISS, in quanto esse funzionano a meno di 11 V – una per una, senza smontarle e senza dover avviare il motore). Con il tester viene misurato l'assorbimento di corrente e la funzione di regolazione della corrente stessa.

Condizioni di collaudo

- Nel caso la candela ad incandescenza sia stata smontata dal motore è possibile testarla bloccando leggermente l'esagone in una morsa.
- Sorgente di tensione: batteria a 12 Volt o sorgente di tensione continua.

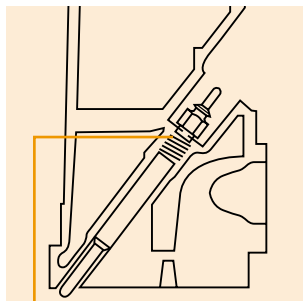
Procedura di controllo

Nel caso la candela ad incandescenza sia bloccata sul motore:

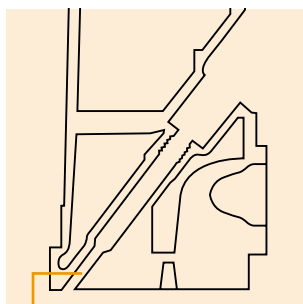
1. Svitare gli attacchi delle candele ad incandescenza (barra di alimentazione di corrente o capicorda).
2. Collegare il tester con il morsetto rosso al polo positivo e con il morsetto nero al polo negativo della batteria (o ai relativi poli della sorgente di tensione continua). Fissare poi il morsetto a coccodrillo al perno di collegamento della candela da controllare.
3. Far partire il controllo della candela premendo il pulsante. Se l'indicatore rimane fermo nel campo rosso, la candela è difettosa; se esso si porta nel campo verde, la candela è pienamente funzionante. La candela difettosa deve essere sostituita. La durata del controllo è di soli 14 secondi.
4. Controllare l'alimentazione di corrente. Nel caso di una candela funzionante, dopo il controllo della candela deve essere controllata anche l'alimentazione di corrente, per essere sicuri che non vi sia un'interruzione, un cattivo contatto o un cortocircuito. La candela funziona infatti solamente se vi può essere applicata l'intera tensione. Nel caso di una candela ad incandescenza intatta l'assorbimento di corrente dopo 20 secondi varia fra 15 e 8 ampere.

Ecco come fare riavviare in maniera rapida e sicura il motore diesel

Il problema	La causa	La soluzione della Beru
Sviluppo di fumi allo scarico in fase di avviamento	La candela ha solo una spirale, temperatura troppo bassa	Usare candele Beru con tecnologia a doppia spirale (grazie alle due spirali si raggiunge una temperatura maggiore in minor tempo)
Avviamento con battito in testa del motore	Candela senza regolazione della corrente e senza energia termica	Montare candele Beru ad incandescenza con postriscaldamento per una migliore e più rapida trasmissione del calore
Avviamento prolungato che scarica la batteria	La candela si scalda solo lentamente, tempo di preriscaldamento troppo lungo	
Il motore ha difficoltà d'avviamento e funzione irregolarmente	Candela ad incandescenza con temperatura finale troppo bassa	Montare candele ad incandescenza GN Beru adattate al motore e al sistema di incandescenza a 3 fasi (preriscaldamento - incandescenza di avviamento - postriscaldamento).
Il motore si avvia solo dopo alcuni tentativi	Candela ad incandescenza difettosa	
Il motore si avvia ma si rilevano odori nauseanti allo scarico	I valori elettrici della candela ad incandescenza non sono correttamente dimensionati	
La guaina incandescente fusa o carbonizzata	Lo spessore di parete della guaina incandescente è troppo basso (spesso nel caso di candele a basso prezzo)	Controllare gli iniettori e in particolare gli ugelli
La guaina incandescente è fusa	Gli ugelli di iniezione sono difettosi	



Spruzzare qui dell'olio multiuso.



Questi residui di combustione possono essere rimossi con l'alesatore Beru.



La chiave ad anello monodirezionale Beru (n° di ord. 0 890 100 002): ideale per lo smontaggio e il montaggio anche di candele di difficile accessibilità.



Novità: l'alesatore Beru asporta le incrostazioni che possono crearsi tra guaina e foro della testata.

Importante durante il cambio delle candele ad incandescenza: rispettate le coppie di svitamento e di serraggio!

Coppia di svitamento

Durante lo smontaggio delle candele ad incandescenza deve essere rispettata la coppia di svitamento.

Per filetti di candele ad incandescenza	la coppia di svitamento è
8 mm	20 Nm
10 mm	35 Nm
12 mm	45 Nm

Cosa fare se viene raggiunta la coppia massima di svitamento

Non continuare assolutamente a svitare – la candela potrebbe rompersi. Al contrario, procedere con il programma a 3 fasi Riscaldare – Allentare – Svitare:

1. Riscaldare: Avviare il motore e lasciarlo riscaldare oppure fare passare corrente attraverso le candele con un cavo separato per 4-5 minuti – in tale modo la candela viene scaldata e sbloccata.
2. Allentare: Inserire generosamente dell'olio multiuso o uno sbloccatore antiruggine nella sede filettata della candela, lasciando agire per almeno 5 minuti.
3. Svitare: Infine tentare di nuovo di svitare la candela, allentando con attenzione la candela con gli strumenti idonei dalla testata dei cilindri. (non superare la coppia massima di svitamento – vedere la tabella riportata in alto) Interrompere immediatamente l'intervento se dovesse venire raggiunta la coppia massima di svitamento, eventualmente ripetere il tentativo riscaldando di nuovo).

Dopo avere svitato le vecchie candele, il filetto, la sede conica e il pozzetto di alloggiamento della candela devono essere puliti per mezzo di un idoneo strumento (vedere in basso).

Coppia di serraggio

All'avvitamento delle nuove candele ad incandescenza, rispettare la coppia di serraggio prescritta dal costruttore:

Per filetti di candele ad incandescenza	la coppia di serraggio è
M 8	10 Nm
M 10	12-18 Nm
M 12	22-25 Nm

Avviso: Nel caso di candele ad incandescenza con fissaggio a dado, rispettare anche la coppia di serraggio del dado stesso:

Per filetti di dadi di collegamento	la coppia di serraggio
M 4	2 Nm
M 5	3 Nm

L'alesatore Beru: per pulire rapidamente e in maniera sicura i fori della testata per il passaggio guaina

Ecco come funziona:

Il foro nella testata dei cilindri presenta spesso residui di combustione o particelle solide, che bloccano la guaina incandescente alla testata dei cilindri. Nelle testate con filetto da 10 mm questi residui di combustione possono essere rimossi in maniera semplice e sicura – con l'alesatore Beru (n° di ord. 0 890 100 003).

- Pulire le sedi delle candele.
- Cospargere la zona dei taglienti dell'alesatore Beru con grasso ed avvitarlo nella testata dei cilindri: I residui di combustione rimangono incollati al grasso e vengono rimossi al momento di svitare l'utensile.
- Infine è possibile montare senza alcun problema la nuova candela ad incandescenza – naturalmente rispettando la coppia di serraggio prescritta!).

Perfektion eingebaut

Perfo

Perfektion ein



BERU Aktiengesellschaft
Mörkestraße 155
D-71636 Ludwigsburg
Telefon: ++49-7141-132-366
Telefax: ++49-7141-132-760
www.beru.com

Beru Italia s.r.l.
Centro Direzionale Lombardo
Via Roma, 108
I-20060 Cassina de' Pecchi (Mi)
Telefon: 02/95 13 90 00
Telefax: 02/95 13 90 39
E-Mail: beru.italia@tin.it