

Alles over gloeibougies

Technische
Informatie
Nr. 04



Inhoudsopgave

<i>De dieselmotor</i>	3
Functie	3
Koude start	3
Injectiesystemen	4
<i>Zelfregulerende staafgloeibougies</i>	5
Eisen die aan een moderne gloeibougie worden gesteld	5
Ontwerp en functie	6
Nagloeïende staafgloeibougies (GN)	7/8
<i>Het Instant Start System (ISS)</i>	9
Systeemconcept	9
Elektronische regeling	9
<i>BERU PSG - Intelligente gloeibougie met druksensor</i>	10
<i>Keramische gloeibougie CPG01</i>	10
<i>BERU-kwaliteit</i>	11
<i>Goedkope ontwerpen - u kunt ze missen als kiespijn</i>	12
<i>Redenen waarom gloeibougies defect raken</i>	13
<i>Tips voor de werkplaats</i>	14
Testapparaat voor gloeibougies: Testen zonder gloeibougies te verwijderen	14
De dieselmotor snel en veilig starten	14
Momenten	15
BERU-ruimer: voor een snelle en betrouwbare reiniging van de cilinderkopboring	15

De dieselmotor

Functie

Dieselmotoren zijn motoren met compressieontsteking. Dit betekent dat ingespoten brandstof ontbrandt zonder dat er een vonk nodig is. De verbrandingscyclus bestaat uit drie stappen:

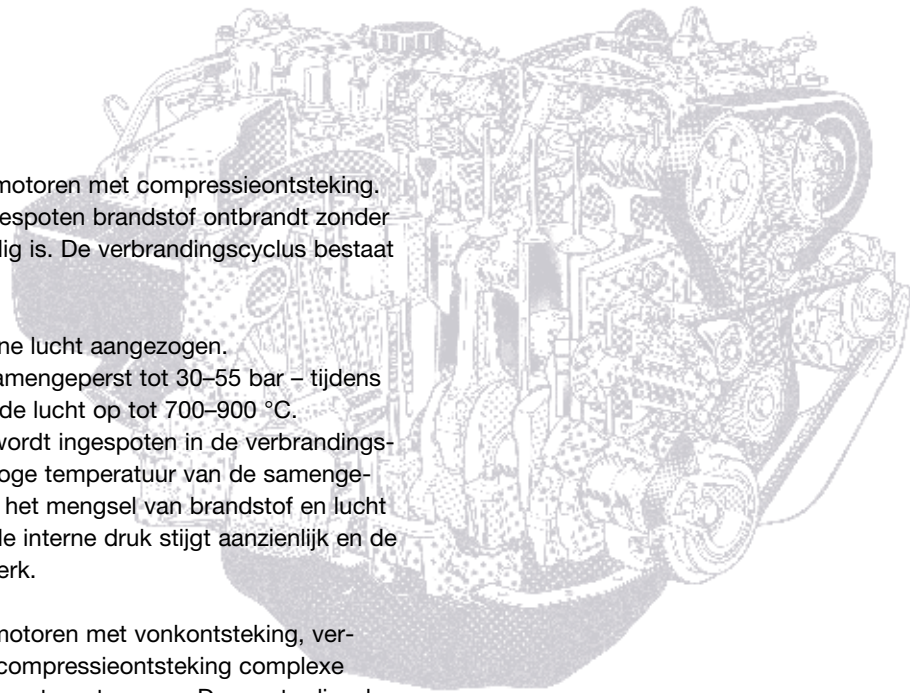
1. Eerst wordt schone lucht aangezogen.
2. De lucht wordt samengeperst tot 30–55 bar – tijdens dit proces warmt de lucht op tot 700–900 °C.
3. Dieselbrandstof wordt ingespoten in de verbrandingskamer. Door de hoge temperatuur van de samengeperste lucht komt het mengsel van brandstof en lucht tot ontbranding, de interne druk stijgt aanzienlijk en de motor doet zijn werk.

In vergelijking met motoren met vonkontsteking, vereisen motoren met compressieontsteking complexe injectiesystemen en motorontwerpen. De eerste dieselmotoren waren geen erg aangename of soepel lopende aandrijfeenheden. Als gevolg van het ‘harde’ verbrandingsproces maakten ze veel geluid als ze koud waren. Typerende kenmerken waren: een hogere vermogen-gewichtsverhouding, een laag vermogen per liter cilinderinhoud en mindere acceleratieprestaties. Middels de continue ontwikkeling van de injectietechnologie en gloeibougies zijn al deze nadelen verdwenen. Vandaag de dag wordt de dieselmotor beschouwd als een krachtbron die even goed, of zelfs beter, is dan een benzinemotor.

Koude start

De term „koude start“ beschrijft alle startprocessen die zich voordoen terwijl de motor en toebehoren nog niet de bedrijfstemperatuur hebben bereikt. Hoe lager de temperatuur, hoe slechter de omstandigheden zijn voor een snelle ontsteking en een complete, milieuvriendelijke verbranding. Enkele ondersteunende maatregelen worden ingezet om de koude start een handje te helpen, zodat starten niet onacceptabel lang duurt of zelfs onmogelijk is. Deze maatregelen compenseren voor moeilijkere startomstandigheden en dragen bij aan een goed getimede en gelijkmatige ontsteking, om zo een stabiele verbranding te waarborgen.

De gloeibougie is een component die tijdens een koude start assisteert. De gloeibougie creëert ideale omstandigheden voor de ingespoten brandstof door middel van elektrisch gegenereerde thermische energie, die in de verbrandingskamer wordt gebracht. De gloeibougie is onmisbaar als hulp bij de koudstart van motoren met een voorkamer of wervelkamer, om te waarborgen dat zij zelfs in het veel voorkomende temperatuurgebied van 10 tot 30 °C starten. Aangezien de startkwaliteit aanzienlijk slechter wordt als de temperatuur onder het vriespunt ligt, wordt de gloeibougie ook gebruikt als hulp bij de koudstart van dieselmotoren met directe inspuiting.



De dieselmotor

Injectiesystemen

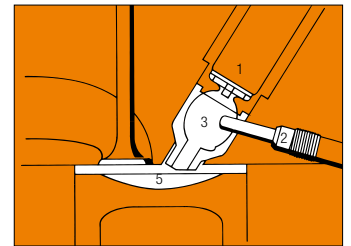
Afhankelijk van het ontwerp en de lay-out van de verbrandingskamer, wordt onderscheid gemaakt tussen de volgende drie injectiesystemen in dieselmotoren:

1. Systeem met voorkamer
2. Wervelkamer proces
3. Directe inspuiting

Gloeibougies zijn voor al deze systemen vereist - om te zorgen dat de ingespoten brandstof kan verdampen en het lucht-brandstofmengsel kan ontbranden op het hete oppervlak van de bougie.

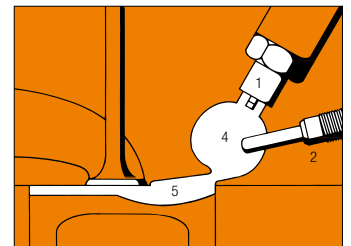
SYSTEEM MET VOORKAMER

In dit systeem is de verbrandingskamer in tweeën gedeeld: een voorkamer en de hoofdkamer. Ze zijn met elkaar verbonden via verscheidene boringen (injectiekanalen). Tijdens de compressieslag wordt een deel van de samengeperste lucht in de voorkamer gedwongen. Even voordat het bovenste dode punt wordt bereikt, wordt brandstof via een verstuiver rechtstreeks in de voorkamer van de betreffende zuiger gespoten. Hier vindt gedeeltelijke verbranding van de ingespoten brandstof plaats. Door de hoge temperatuur stijgt de druk snel. De volledige inhoud van de voorkamer wordt via de injectiekanalen in de hoofdverbrandingskamer geblazen. Daar vindt de daadwerkelijke verbranding plaats.



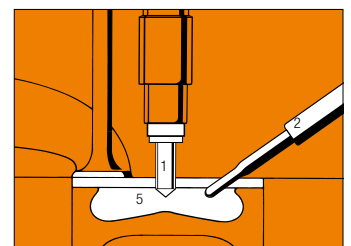
WERVELKAMERPROCES

De sferische wervelkamer bevindt zich in de cilinderkop, gescheiden van de hoofdverbrandingskamer. De hoofdverbrandingskamer en de wervelkamer staan via een injectiekanaal met een grote diameter met elkaar in verbinding. Tijdens de compressieslag zorgt het injectiekanaal in de wervelkamer voor een sterke turbulentie van de inlaatlucht. Dieselbrandstof wordt in deze luchtverweling gespoten. De verbranding begint in de wervelkamer en verspreidt zich dan naar de hoofdverbrandingskamer.



DIRECTE INSPUITING

Bij de directe inspuiting van diesel wordt de brandstof onder hoge druk via de meer-gaats verstuiver in de samengeperste inlaatlucht gespoten. Daarbij verstuift de diesel. Tijdens dit proces helpt het speciale ontwerp van de zuigerkop met de vorming van het mengsel. Tijdens het starten wordt de koude inlaatlucht zeer snel opgewarmd als gevolg van de hoge compressiedruk. Het gloei-element steekt in de verbrandingskamer. De gloeibougie in motoren met directe inspuiting heeft in principe dezelfde functie als in motoren met een kamer: het helpt met de ontsteking tijdens het starten. Het gloei-element van een moderne gloeibougie bereikt binnen enkele seconden een temperatuur van meer dan 1.000 °C.



Bij een koude start is de situatie meestal als volgt: de koude lucht die wordt aangetrokken leidt tot lagere temperaturen aan het eind van de compressieslag. Tijdens het rijden is de temperatuur van de gecomprimeerde lucht hoog genoeg voor zelfontbranding. Tijdens het starten is dit echter niet het geval, met name als de buitentemperatuur laag is. Maar het lage aantal motoromwentelingen tijdens het starten heeft ernstigere gevolgen. Als gevolg van de langere verblijftijd van de cilindervulling, zijn temperatuur- en drukverlaging veel groter dan bijvoorbeeld tijdens stationair draaien.

- 1 | Verstuiver brandstofinjectie
- 2 | -Gloeibougie
- 3 | -Voorkamer
- 4 | -Wervelkamer
- 5 | -Verbrandingskamer

Zelfregulerende staafgloeibougies

Eisen die aan een moderne gloeibougie worden gesteld

KORTE OPWARMTIJD

Gloeibougies moeten zo snel mogelijk een hoge temperatuur bereiken om de ontsteking te ondersteunen. Ze moeten deze temperatuur in stand houden, ongeacht de omgevingsomstandigheden. Afhankelijk van deze omstandigheden moeten ze de temperatuur zelfs kunnen bijstellen.

WEINIG RUIMTE NODIG

Dieselmotoren voor personenauto's met een voorkamer of wervelkamer, of met directe inspuiting en twee kleppen per cilinder, hebben meestal voldoende ruimte voor de verstuivers en gloeibougies.

In moderne dieselmotoren met common-rail- of pompverstuiver inspuitsystemen en 4-kleps technologie is de beschikbare ruimte echter beperkt. Dit houdt in dat de ruimte die benodigd is voor de gloeibougie tot een minimum moet worden beperkt. Dit resulteert in een dunne en lange vorm. Momenteel zijn er al BERU gloeibougies met een gloeistaaf met een diameter kleiner dan 3 mm in gebruik.

PRECIEZE AANPASSING AAN DE VERBRANDINGSKAMER

Idealiter moet het gloei-element zich precies aan de rand van de mengselvortex bevinden. Tegelijkertijd moet het diep genoeg in de verbrandingskamer of de voorkamer zitten. Alleen dan is het mogelijk om de warmte nauwkeurig toe te voeren. Het element mag niet te ver in de verbrandingskamer uitsteken, omdat het dan de in te spuiten brandstof in de weg staat en daarmee ook de vorming van het mengsel tot een ontbrandbaar brandstof-lucht mengsel. Dit zou leiden tot een hogere uitstoot van uitlaatgasemissies.

VOLDOENDE GLOEIVOLUME

Naast de gloeibougie is het injectiesysteem van groot belang bij de koudstart van de motor. Alleen een systeem dat is geoptimaliseerd op het gebied van inspuitlecatie, inspuithoeveelheid en vorming van het mengsel, in combinatie met de juiste positie en warmtegraad van de gloeibougie, levert goede prestaties bij een koude start. Zelfs nadat de motor al is gestart, mag de gloeibougie niet 'koud geblazen' worden door de toegenomen beweeglijkheid van de lucht in de verbrandingskamer. Zeer hoge luchtsnelheden doen zich voornamelijk voor in motoren met voorkamer of wervelkamer, ter plekke van de punt van de gloeibougie. In deze omgeving werkt de bougie alleen als er voldoende reserves zijn, d.w.z. als er voldoende gloeivolume beschikbaar is zodat de warmte onmiddellijk in de koud geblazen zone kan worden gebracht.

De gloeibougies die door BERU zijn ontwikkeld voldoen optimaal aan al deze eisen. BERU-ingenieurs werken nauw samen met de auto-industrie, vooral tijdens de ontwikkelingsfase van de motor. Het resultaat: een milieuvriendelijke en snelle start van de dieselmotor in 2- 5 seconden (in combinatie met het Instant Start System ISS in maximaal 2 seconden), een betrouwbare start bij temperaturen tot -30 °C en een gelijkmatige start die de motor niet te veel belast. De uitstoot van roetdeeltjes in de opwarmfase is tot 40% lager bij toepassing van nagloeurende gloeibougies (meer informatie vindt u vanaf pagina 7).



Zelfregulerende staafgloeibougies

Ontwerp en functie

De BERU-gloeibougie bestaat in grote lijnen uit de gloeibougie-behuizing, het gloeielement met gloei- en regelspiraal en de aansluitbout. Het corrosiebestendige gloeielement wordt in de behuizing geperst, zodat het gasdicht is. De bougie is daarnaast afgedicht met een afdichtring of een kunststof onderdeel bij de aansluiting. Een accu levert de elektrische energie voor de gloeibougie. Deze energie wordt geregeld door een elektronische gloeitijd regeleenheid.

GLOEI- EN REGELSPIRAAL

Het basisprincipe van de moderne gloeibougie is de combinatie van een gloei- en een regelspiraal in een enkel, gezamenlijk weerstandselement. De gloeispiraal is vervaardigd uit materiaal dat bestand is tegen hoge temperaturen, de elektrische weerstand is grotendeels temperatuur-onafhankelijk. Samen met het voorste gedeelte van de gloeistaaf vormt dit de gloeizone. De regelspiraal is aangesloten op de aansluitbout; de weerstand heeft een hoge temperatuurcoëfficiënt.

De hele spiraal is in een verdicht, elektrisch isolerend maar uitermate warmtegeleidend keramisch poeder opgesloten. Het poeder wordt tijdens het mechanisch verdichten stevig samengeperst, zodat de spiraal zo vast zit als een huis. Dit maakt het geheel zo stabiel dat de dunne draden van de gloei- en de regelspiraal zeer goed bestand zijn tegen alle trillingen. Hoewel de afzonderlijke wikkelingen slechts enkele tienden van een millimeter uiteen liggen, kunnen er geen kortsluitingen in de wikkelingen optreden - en zeker geen kortsluiting in de gloeistaaf, waardoor de bougie defect zou raken.

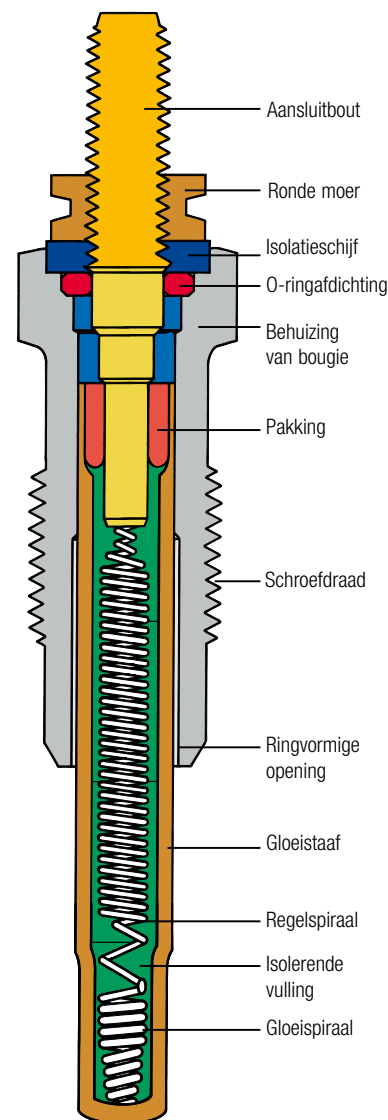
Door de verschillende materialen, lengten en doorsneden en de verschillende draaddiktes van de gloei- en regelspiraal kunnen de opwarmtijden en gloeitemperaturen van de bougie gewijzigd en aan de vereisten van het betreffende motortype aangepast worden.

FUNCTIE

Tijdens het voorgloeien stroomt er een hoge stroom via de aansluitbout en de regelspiraal naar de gloeispiraal. De laatstgenoemde warmt snel op, waardoor de gloeizone gaat gloeien. Het gloeien breidt zich snel uit en na 2 - 5 seconden gloeit het gloeielement tot nabij de behuizing van de bougie. Hierdoor stijgt de temperatuur van de regelspiraal, die al door de stroom werd opgewarmd. Vervolgens stijgt de elektrische weerstand. De stroom loopt terug tot een sterkte waarbij het gloeielement niet beschadigd kan raken. Oververhitting van de gloeibougie is daardoor niet mogelijk.

Als de motor niet wordt gestart, wordt de gloeibougie na een bepaalde tijd (stand-by tijd) uitgeschakeld door de gloeitijd regeleenheid.

De weerstand van de legering die wordt gebruikt voor BERU-gloeibougies stijgt met de temperatuur. Het is daardoor mogelijk de regelspiraal zodanig te ontwerpen dat deze in eerste instantie een hogere stroom doorlaat naar de gloeispiraal dan wanneer de voorgeschreven temperatuur is bereikt. De voorgeschreven temperatuur wordt daardoor sneller bereikt en wordt door een verhoogd regeleffect binnen de toegestane grenzen gehandhaafd.



Ontwerp van een zelfregulerende, snel opwarmende, staafgloeibougie

Zelfregulerende staafgloeibougies

Nagloeiende staafgloeibougies (GN)

Oudere voertuigmodellen zijn gewoonlijk uitgerust met gloeibougies die alleen voor en tijdens de startfase gloeien. U kunt ze herkennen aan de afkorting GV. Moderne personenauto's met een dieselmotor verlaten de productielijn gewoonlijk met GN-gloeibougies. Ze zijn uitgerust met het innovatieve 3-fasen gloeisysteem. Dit betekent dat zij gloeien

- voor het starten,
- tijdens de startfase,
- na het starten en
- als de motor in bedrijf is (in vrijloop).

FUNCTIE

Elektronisch geregeld voorgloeiën begint bij het inschakelen van het contact en duurt bij normale buitentemperaturen 2-5 seconden, tot de motor startklaar is. De bougie blijft tot 3 minuten na het starten van de motor gloeien, om de uitstoot van emissies en geluid tot een minimum te beperken.

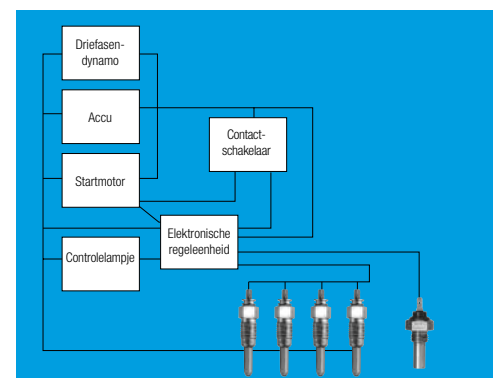
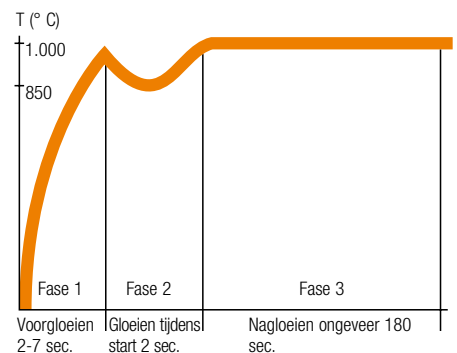
De bedrijfstoestand van de motor wordt bijvoorbeeld geregistreerd door de temperatuur van de koelvloeistof te meten. Het nagloeiën duurt tot de temperatuur van de koelvloeistof 70 °C bedraagt of wordt na een bepaalde tijd, ingesteld via de 'performance map' in de motorregeling, uitgeschakeld. Nagloeiën vindt normaliter niet plaats als de temperatuur van de koelvloeistof voorafgaande aan het starten van de motor al hoger is dan 70 °C.

BESCHERMING TEGEN OVERVERHITTING

De zelfregulerende gloeibougies worden beschermd tegen oververhitting doordat de stroomsterkte vanaf de accu naar de bougie vermindert als de temperatuur stijgt. Bij lopende motor stijgt de spanning echter tot een niveau waarbij gloeibougies, die niet aan de nieuwste stand van de techniek voldoen, zullen doorbranden. Daar komt nog bij dat na de start niet alleen stroom door de bougies vloeit, maar dat ze ook blootstaan aan de hoge verbrandingstemperaturen na de start. Ze worden dus van binnen én van buiten verhit. De nagloeiende BERU-gloeibougies zijn functioneel bij een volledige dynamospanning. Hun temperatuur stijgt erg snel, maar wordt door de nieuwe regelspiraal begrensd tot een verzadigingstemperatuur die lager is dan van bougies die niet kunnen nagloeien.

Belangrijk: Monteer uitsluitend GN-gloeibougies in een gloeisysteem dat ontwikkeld is voor GN-gloeibougies - GV-gloeibougies kunnen snel beschadigd raken.

De 3-fasen gloeitechniek.



Schakelprincipe van een nagloeisysteem met vier snel opwarmende gloeibougies die parallel zijn geschakeld, plus een temperatuursensor.

Zelfregulerende staafgloeibougies

SNELSTART IN 2 SECONDEN

Met de nagloeiende BERU GN-gloeibougie kan de gloeitijd beperkt worden tot 2-5 seconden. Dit is mogelijk doordat de ontwikkelaars de diameter aan de voorzijde van het gloei-element hebben verkleind. Het gloei-element begint daardoor sneller te gloeien in deze zone. Bij een temperatuur van 0 °C duurt dit slechts 2 seconden tot de motor start. Als de temperatuur lager is, past het systeem zich aan de omstandigheden aan via de gloeitijd regeleenheid. De gloeitijd neemt daarbij toe: bij -5 °C circa 5 en bij -10 °C circa 7 seconden.

MINDER WITTE-BLAUWE ROOK

Witte of blauwe rook komt via de uitlaat vrij totdat de ideale ontstekings temperatuur is bereikt. Deze soorten rook zijn het resultaat van de onvolledige verbranding van de brandstof, een gevolg van een te lage ontstekings temperatuur. Door nagloeien verbrandt de diesel-brandstof tijdens de opwarmfase vollediger en met minder geluidproductie. De visuele rookvorming wordt tot 40% minder.

VOORKOMT NAGELN BIJ KOUDE START

Het nagelen van een dieselmotor tijdens de koude start wordt veroorzaakt door een grotere vertraging van de ontsteking als de motor koud is. De brandstof ontbrandt abrupt en de motor 'nagelt'. Voorgloeien en nagloeien van GN-gloeibougies zorgt ervoor dat de motor sneller de bedrijfstemperatuur bereikt. Dit beschermt de motor, zorgt dat de motor rustiger loopt en voorkomt nagelen. De brandstof ontbrandt gelijkmatiger en vollediger. Daardoor komt meer energie vrij en stijgt de temperatuur van de verbrandingskamer sneller.



Roetafzetting in filterpapier, drie minuten na de koude start. Met nagloeien (rechts), is de roetafzetting ongeveer 40% minder dan zonder nagloeien.

Technische eigenschappen van de GN-gloeibougie

- Snelle start-gloeibougie in slanke vorm
- Korte voorgloeitijd: slechts 2 - 7 seconden
- Betrouwbare start (zelfs bij -30 °C)
- Milieuvriendelijk: ongeveer 40% minder uitstoot van schadelijke stoffen tijdens de warmloophase
- De motor 'nagelt' niet
- Rustiger lopende motor
- Motor minder belast tijdens de start
- Voor voertuigen met een bedrijfsspanning tot 14,5 V

Het BERU Instant Start System (ISS)

Voertuigen met een dieselmotor even snel laten starten als motoren met vonkontsteking - dat was de grote uitdaging. De oplossing van de BERU-ingenieurs: het Instant Start System (ISS).

Systemconcept

Het BERU ISS bestaat uit een elektronische gloeibougie regeleenheid en prestatie-geoptimaliseerde gloeibougies met een kortere opwarmtijd van maximaal 2 seconden, ten opzichte van ongeveer 5 seconden voor een standaard gloeibougie (SR). Voor de opwarm- en stabiele gloeifase vragen ze aanzienlijk minder energie.

In de regeleenheid worden halfgeleiders gebruikt als schakeleenheden, die de gloeibougies regelen. Deze vervangen de elektromechanische relais die in het verleden werden gebruikt. In vergelijking met conventionele zelfregulerende gloeibougies is de combinatie van wikkelingen van de ISS-gloeibougie met geoptimaliseerd vermogen aanzienlijk korter. Het gloeigedeelte is met ongeveer een derde deel verkleind. In motoren met directe inspuiting komt dit overeen met het deel van het gloei-element dat uitsteekt in de verbrandingskamer.

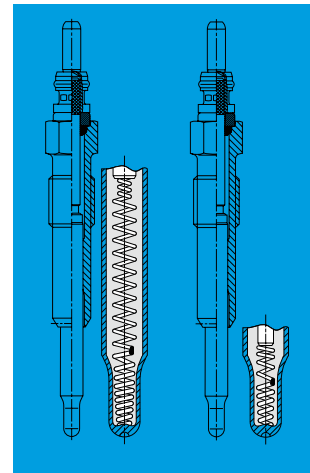
Elektronische regeling

Als de motor loopt, wordt de gloeibougie gekoeld door de verandering in de vulling en de luchtbeweging tijdens de compressieslag. De temperatuur van de gloeibougie gaat omlaag bij een stijgend toerental, een constante gloeibougiespanning en constante brandstofinjectie. De temperatuur stijgt bij een grotere hoeveelheid ingespoten brandstof en een constante gloeibougiespanning en toerental. De elektronische regeleenheid kan voor deze effecten compenseren: de gloeibougies worden altijd voorzien van de optimale effectieve spanning voor de bedrijfsomstandigheden op dat moment. De temperatuur van de gloeibougie kan op die manier worden geregeld, afhankelijk van de bedrijfsomstandigheden. Daarnaast wordt de combinatie van de laagspanning gloeibougie en de elektronische regeleenheid gebruikt om de gloeibougie extreem snel op te warmen. Hiertoe wordt de volledige boordspanning gedurende een vooraf ingestelde periode naar de gloeibougie gevoerd. Daarna wordt in de benodigde effectieve spanning voorzien tijdens de gelijktijdige werking van de bougies. De normale voorgloeiperiode wordt op deze manier verkort tot maximaal 2 seconden, zelfs bij lage temperaturen. Het rendement van dit systeem is zo hoog, dat niet veel meer dan het vermogen dat de gloeibougie nodig heeft aan de voeding van het voertuig wordt onttrokken. Omdat elke gloeibougie kan worden geregeld met een afzonderlijke halfgeleider in het ISS, kan de stroom afzonderlijk worden bewaakt in het stroomcircuit van elke gloeibougie. Dit maakt diagnose van elke bougie afzonderlijk mogelijk.



Technische kenmerken van het ISS

- Betrouwbare start, zelfs bij temperaturen van -30 °C
- Extreem snelle opwarmtijd: 1.000 °C wordt binnen 1 - 2 seconden bereikt
- Weinig vermogen vereist (vooral van belang voor motoren met 6 of meer cilinders)
- Hogere functionele betrouwbaarheid
- Regelbare temperatuur voor voor-, tussen- en nagloeien
- Talrijke diagnostische functies
- direct stabiele stationaire loop en pakt goed op onder belasting
- Geminimaliseerde uitstoot van schadelijke stoffen
- Specifiek ontwikkeld voor dieselmotoren met directe inspuiting
- Geschikt voor on-board diagnose



Inwendige opbouw van de zelfregulerende standaard gloeibougie SR (links) en de vermogen-geoptimaliseerde ISS-gloeibougie (rechts).



Elektronisch geregeld ISS-gloeisysteem: Regeleenheid en gloeibougies.



Met het BERU Instant Start System worden compressie-ontstekingsmotoren even snel gestart als motoren met vonkontsteking.

BERU – Toonaangevende innovator op het gebied van PSG-gloeibougies met druksensor

INTELLIGENTE GLOEIBOUGIE MET DRUKSENSOR

Nieuwe Europese en Amerikaanse emissiewetten zullen de toegestane emissies van dieselmotoren nog verder verlagen. De drempelwaarden voor de uitstoot van NO_x en roetemissies, die relevant zijn voor de dieselmotor, zullen in de toekomst tot 90% lager zijn dan de huidige waarden. Met alleen conventionele technieken is het onmogelijk om aan deze emissienormen te voldoen.

BERU-ontwikkelaars hebben een piëzo-resistieve druksensor in de bougie geïntegreerd. In de cilinderkop treden extreme temperaturen, trillingen en drukken op. Het mechanische ontwerp van de gloeibougie is daarom van groot belang voor een goede werking. Het gloei-element wordt niet in de behuizing van de gloeibougie geperst, zoals in het verleden het geval was, maar wordt als mobiel onderdeel elastisch ondersteund. Het element brengt de druk over naar een diafragma aan de achterzijde van de gloeibougie. De echte druksensor bevindt zich dus ver uit de buurt van de verbrandingskamer, in een omgeving met aanzienlijk betere omstandigheden. De thermische belasting van de afdichting blijft beheersbaar doordat een gloei-element van het BERU ISS-dieselsysteem wordt gebruikt. Deze gloeit alleen aan het uiteinde.

De intelligente PSG (gloeibougie met druksensor) wordt al toegepast door de Volkswagen Groep en GM/Opel.

Voor meer informatie over de BERU PSG - gloeibougies met druksensor: zie de BERU PSG brochure.

Keramische gloeibougie CPG01

STERKE CONSTRUCTIE

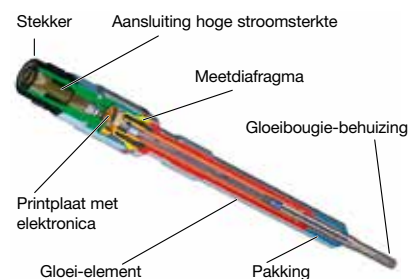
De samenstelling van de materialen is cruciaal voor de prestaties van de BERU keramische gloeibougies. Siliciumnitride, een zeer sterk keramisch materiaal, vormt samen met het elektrisch geleidende molybdeendisilicide een ondoordringbare structuur. Het materiaal is bestand tegen drukken tot 200 bar en temperaturen tot 1.300°C, in de diverse gasatmosferen in de verbrandingskamer (omgevingslucht, diesel, zuurstof, water).

GERICHT OP BUITENGEWONE PRESTATIES

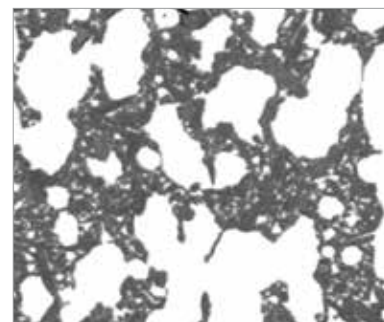
Het extern geplaatste gloei-element, uiteraard gepatenteerd, warmt niet alleen heel snel op, maar maakt bovendien een optimale regeling mogelijk. De gloeicapaciteit van de bougie wordt geconcentreerd aan het uiteinde van het keramische element. Hierdoor is er minder energie benodigd om de temperatuur te bereiken die nodig is om de motor te starten, waardoor minder brandstof wordt verbruikt in vergelijking met conventionele bougies. Naast een hogere betrouwbaarheid, zorgt de weerstand in het regelsysteem ervoor dat de keramische BERU gloeibougie de best mogelijke energiebalans heeft in elk werkgebied van de motor. Dit draagt bij aan een lager brandstofverbruik en minder uitstoot.

EEN EXCLUSIEF PROCES

BERU keramische gloeibougies worden vervaardigd in gepatenteerde productiefaciliteiten, ingericht voor serieproductie. Het keramische gloei-element wordt vervaardigd via een extrusie- en spuitgietproces. Dit wordt gevolgd door processen om de materiaalspanningen te verlagen, te sinteren en te harden. Doel is het realiseren van de nauwe toleranties die vereist zijn om de elementen in de metalen behuizingen te kunnen monteren. Dit vereist meerdere slijpprocedures, die vanwege de extreme hardheid en sterkte van de materialen met diamantslijpers moeten worden uitgevoerd. De contactzijde van het keramische gloei-element wordt vervaardigd via speciale hoge temperatuur-processen over het volledige oppervlak. Zo wordt een hoge bestendigheid tegen trillingen en temperatuurveranderingen gerealiseerd. De combinatie van zeer sterk materiaal, innovatieve constructie en de nieuwste productieprocessen leidt tot de buitengewone eigenschappen van BERU keramische gloeibougies.

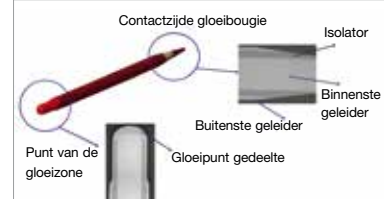


De intelligente PSG (gloeibougie met druksensor).



De microstructuur van het keramiek van de BERU-gloeibougie, met kleine versterkende structuren van siliciumnitride en witte molybdeendisilicide korrels, vormen de elektrisch geleidende, driedimensionale structuur.

De structuur van het keramische gloei-element van de BERU gloeibougie



Het hitte-element bestaat uit elektrisch geleidend, massief keramiek. Omdat deze aan het oppervlak een hogere specifieke weerstand heeft dan het geleidende materiaal van de toe- en afvoer, gloeit het gloei-element alleen aan de punt en bereikt daar dus sneller hoge temperaturen. De contactzijde van de gloeibougie is samengesteld uit een binnenste en een buitenste geleider, met daartussen een isolator.

BERU gloeibougies: Vijf maatregelen om optimale kwaliteit te garanderen

1. ONTWIKKELD IN NAUWE SAMENWERKING MET AUTOFABRIKANTEN

BERU is als specialist op het gebied van de koudstart van dieselmotoren en als ontwikkelingspartner van de auto-industrie niet alleen vanaf het begin betrokken geweest bij de ontwikkeling van gloeibougies, maar was ook betrokken bij de ontwikkeling van nieuwe motoren. Daarom was het mogelijk om de montagepositie van de gloeibougie in de motor nauwkeurig te bepalen - BERU-ingenieurs weten daarnaast precies welke parameters van extra belang zijn of over welke prestatiereserves de in ontwikkeling zijnde gloeibougie dient te beschikken.

2. VERVAARDIGD VOLGENS DE ISO-NORMEN

BERU-gloeibougies zijn ontworpen in overeenstemming met de ISO-normen 7578 en 6550. Deze specificeren onder meer de maten en toleranties van de geometrie, de afdichtingshoek, de sleutelmaat en de diameter van het gloei-element.

3. ONTWIKKELD VOLGENS DE PRODUCTSPECIFICATIES VAN DE AUTO-INDUSTRIE

BERU-gloeibougies voldoen aan de productspecificaties van de auto-industrie, welke per autofabrikant verschillen. Daarom zijn er bijvoorbeeld 10.000 tot 25.000 testcycli nodig voordat een gloeibougie in productie gaat. Daarnaast moeten BERU gloeibougies testen in de koude klimaatkamer doorstaan. Ook de bestendigheid tegen omgevingsinvloeden, middelen waarmee de bougie in contact kan komen, additieven en motorreinigingsmiddelen wordt getest.

4. ONDERWORPEN AAN SPECIALE BERU-TESTEN

BERU gloeibougies ondergaan speciale testen die zijn aangepast aan de praktische eisen van het dagelijks gebruik en van de werkplaats. Denk hierbij aan de simulatie van de krachten bij het loshalen van de aansluiting, of snelle overbelastingstesten. De testmedewerkers voeren deze overbelastingstesten onaflatend uit: elk getest object moet zelfs na 3.000 cycli nog volledig functioneel zijn.

5. GEFABRICEERD VOLGENS DE NIEUWSTE PRODUCTIEMETHODES

Het fabricageproces van de extreem lange en slanke, moderne gloeibougies voor dieselmotoren met directe insputting brengt specifieke uitdagingen met zich mee. De diameter van de gloeistaaf moet exact afgestemd zijn op de verbrandingskamer. De lengte van de gloeistaaf in de verbrandingskamer moet exact juist zijn. Alleen dan kan worden uitgesloten dat de wervelingen niet tot meer schadelijke uitstoot leiden. De temperatureigenschappen van de gloeibougie moeten exact zijn afgestemd op het ontwerp van de verbrandingskamer. Daarnaast moet het stroomverbruik van de gloeibougies precies zijn afgestemd op de bestaande voeding aan boord van de auto. Alleen de meest moderne productiefaciliteiten, zoals van BERU, maken het mogelijk om deze slanke gloeibougies van de gewenste kwaliteit te produceren.

Goedkope ontwerpen: u kunt ze missen als kiespijn

2 SPIRALEN, MAAR TECHNOLOGIE VAN 1 SPIRAAL

Alleen een gloeibougje met 2 spiralen kan de korte opwarmtijd en de temperatuurbestendigheid leveren die autofabrikanten eisen. Omdat de tweede spiraal niet meteen vanaf de buitenzijde zichtbaar is, laten sommige fabrikanten de regelspiraal achterwege. Omdat de stroom naar de bougie niet wordt beperkt, wordt de accu tijdens het starten overmatig belast. Omdat de vereiste verwarming niet binnen de voorgeschreven tijd wordt gerealiseerd, start het voertuig bovendien niet of moeizaam. (Zie afbeelding 3, hiernaast)

GLOEISTAAF MET ISOLEERPOEDER VAN BEDENKELIJKE KWALITEIT

In plaats van het door BERU gebruikte magnesietpoeder, dat voor het vullen samengeperst en gedroogd wordt, treft u in goedkope gloeibougjes losliggend en in sommige gevallen vervuld isolatiepoeder aan dat zonder droogbehandeling wordt verwerkt.

Het fatale gevolg: Gedurende het eerste gloeiproces zet het poeder, en daarmee de gloeistaaf, aanzienlijk uit. De gloeibougjes kunnen vervolgens alleen worden verwijderd door de cilinderkop te demonteren!

(Zie afbeelding 9)

GLOEISPIRAAL NIET GECENTREERD EN GEKRIMPT OP DE AANSLUITPEN

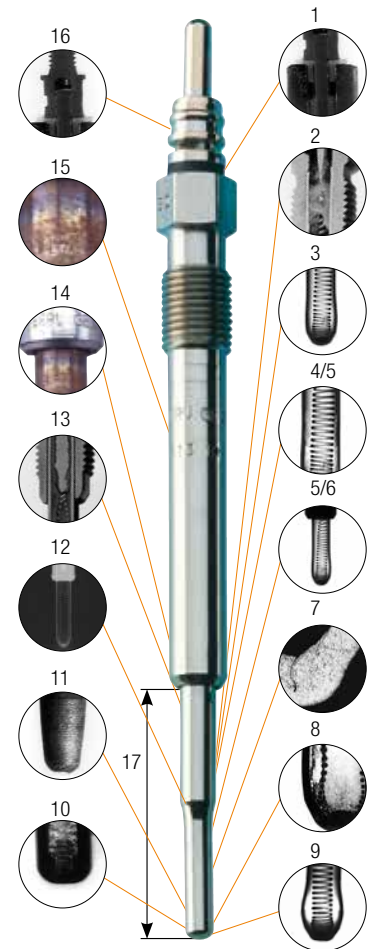
De productiekwaliteit komt ook hier naar voren: alleen de nieuwste productiemachines kunnen de aansluitpen nauwkeurig centreren en krimpen. Dubieuze fabrikanten duwen de gloeispiraal eenvoudigweg op de aansluitpen. Op deze manier is de bescherming tegen kortsluiting echter niet gegarandeerd. (Zie afbeeldingen 5 en 13)

DEFECT CONTACT

In gloeibougjes van inferieure kwaliteit komt de positie van de elektrische aansluiting niet overeen met de OE-specificaties. Hoewel de aansluiting er hetzelfde uitziet als van de originele gloeibougjes, is het aansluitpunt niet correct. De elektrische verbinding met de gloeibougje is daarom niet gegarandeerd. Sommige van deze fabrikanten besparen ook op materiaal voor aansluitingscomponenten. Dit gaat ten koste van de elektrische verbinding. (Zie afbeelding 16)

GLOEISTAAF NIET GOED GELAST

Veel fabrikanten van inferieure producten hebben niet de productietechnologie in huis die nodig is om een gloeibuis goed te lassen. Het resultaat: haarscheurtjes in de gloeistaven - en daardoor lekken, die tot kortsluiting kunnen leiden.



Waaraan zijn gloeibougjes van inferieure kwaliteit te herkennen?

Symptoom	Risico	Symptoom	Risico
1 Enkele afdichting	Niet waterdicht	11 Tip van gloeistaaf bewerkt, gloei-element te dun	oxide afzetting, kortere levensduur
2/9 De gloeistaaf is gevuld met inferieur magnesietpoeder	Slechte isolatie, de gloeistaaf zwelt op	12 Niet juist ontworpen gloeispiraal	Accu overbelast door overmatig stroomverbruik, daardoor kans op doorbranden van de gloeitijd regelen contactpunten: Dit verkort de levensduur of heeft een negatieve invloed op de werking
3 technologie met dubbele spiraal vereist, maar slechts één spiraal aangebracht	Eigenschappen voldoen niet aan de specificaties van de fabrikant	5/13 Gloeispiraal schuin gemonteerd	Kortsluiting
4 Wanddikte niet gelijkmatig	Gloeibougje brandt door	14 Conus heeft niet de juiste passing voor de cilinderkop	Afdichtingsproblemen, defecte cilinderkop
5 Spiraal ligt schuin in de gloeistaaf	Kortsluiting	15 Oppervlak zonder oppervlaktecoating	Vastlopen in boring
6 Gloeibuis niet gecentreerd, daarom geen concentriciteit: de gloeibougje zit schuin in de voorkamer of wervelkamer	De gloeibougje raakt defect door de injectiestraal en verbrandt	16 Interne aansluiting is slechts aangedrukt	Losraken en onderbreking van stroomtoevoer, los contact
7 Gloei-element met haarscheurtjes	Doorbranden	17 Gloeistaaf lengte niet volgens specificaties van fabrikant	Als staaf te lang is: de gloeibougje gaat stuk ten gevolge van de injectiestraal. Als de staaf te kort is: startproblemen
8/9 Tip van gloeistaaf is gevuld met magnesietpoeder dat niet samengeperst en/of nog vochtig is	Kortsluiting, gloeistaaf zet uit, kortere levensduur		
10 Ronde uiteinde geboord, niet correct gelast	Doorbranden		

Redenen waarom staafgloeibougies defect raken

Bij warme en droge weersomstandigheden start een dieselmotor zelfs als een gloeibougie defect is en alleen de andere bougies de voorverwarming verzorgen. In dit geval is er meestal wel sprake van een hogere uitstoot van schadelijke stoffen en 'nagelt' de motor mogelijk tijdens het starten. De bestuurder merkt dit niet bewust op, of weet niet hoe hij moet reageren. Als het buiten koud en vochtig wordt en de eerste nachtvorst zich aandient, staat de automobilist een onprettige verrassing te wachten. De levering van extra warmte aan de verbrandingsruimte functioneert niet. De motor zal in het gunstigste geval moeilijk starten en rook produceren. Waarschijnlijk zal de motor echter helemaal niet aanslaan. Hieronder vindt u een lijst met typische beschadigingen en de bijbehorende oorzaken. In de meeste gevallen is het mogelijk om het probleem met de onderstaande diagnosehulp op te sporen.

GLOEISTAAF MET PLOOIEN EN HOLTES



Oorzaken:

- Storing in de spiraal door
- a) een te hoge spanning, bijvoorbeeld bij gebruik van startkabels
- b) te langdurige stroomtoevoer als gevolg van een hangend relais
- c) ontloelbaar nagloeien terwijl de motor loopt
- d) gebruik van een gloeibougie die niet kan nagloeien

Oplossing:

- a) Alleen starthulp met de boordspanning.
- b)/c) Controleer het voorgloei-systeem, vervang het relais van de gloeitijdregeling.
- d) Monteer gloeibougies die nagloeien.

GLOEISTAAF GEDEELTELIJK OF VOLLEDIG GESMOLTEN OF AFGEBROKEN



Oorzaken:

- Oververhitting van de gloeistaaf als gevolg van
- a) te vroege start van de verstuiving
- b) roetaanslag of slijtage op verstuivers
- c) motorschade, bijvoorbeeld door een vretende zuiger of een gebroken klep.
- d) druppelende verstuivers
- e) vastzittende zuigerveer

Oplossing:

- a) Stel de timing van de inspuiting correct in.
- b) Reinig of vervang de verstuivers
- c) Controleer het straalbeeld van de verstuivers.
- d) Reviseer of vervang verstuiver
- e) Controleer of zuigerveren vrij kunnen bewegen



TOP VAN GLOEISTAAF BESCHADIGD



Oorzaken:

- Oververhitting van de gloeistaaf als gevolg van
- a) De verstuiving begint te vroeg. De gloeistaaf en gloeispiraal raken tijdens deze periode oververhit; de gloeispiraal wordt broos en breekt.
- b) gesloten ringspleet tussen de behuizing en de gloeistaaf; daardoor stroomt er te veel warmte van de gloeistaaf naar de regelspiraal.

Oplossing:

- a) Controleer het injectiesysteem, stel het inspuitmoment nauwkeurig in.
- b) Monteer een gloeibougie altijd met het aanhaalmoment dat door de voertuigfabrikant is voorgeschreven.

AANSLUITBOUT LOSGETROKKEN, ZESKANT BESCHADIGD



Oorzaken:

- a) Losgetrokken aansluitbout: De moer van de stroomaansluiting is met een te hoog moment vastgezet.
- b) Beschadigde zeskant: Gebruik van verkeerd gereedschap; de bougie wordt vervormd en veroorzaakt kortsluiting tussen de behuizing en de ronde moer.

Oplossing:

- a) Zet de moer van de stroomaansluiting vast met een momentsleutel. Houd u altijd aan het voorgeschreven aanhaalmoment. Breng geen smeermiddel of vet aan op het draad.
- b) Zet de bougie met een geschikte momentsleutel, met de juiste dop, vast. Houd u strikt aan het voorgeschreven aanhaalmoment (volgens de specificaties van de autofabrikanten). Breng geen olie of vet aan op het draad



Tips voor de werkplaats

Testapparaat voor gloeibougies: Testen zonder gloeibougies te verwijderen

Met de nieuwe gloeibougietester van BERU kunt u stalen en keramische gloeibougies in voertuigen met 12 volt boordspanning eenvoudig, snel en betrouwbaar testen - afzonderlijk en zonder ze te demonteren of de motor te starten.

De nieuwe, snel werkende BERU gloeibougietester biedt veel praktische voordelen voor de werkplaats:

- Betrouwbaar, snel en betaalbaar testen, aangezien het niet nodig is de bougies te demonteren of de motor te starten
- Het is niet nodig om vooraf het type gloeibougie te selecteren (staal of keramiek)
- Automatische herkenning van de bedrijfsspanning van de gloeibougie (van 3,3 tot 15 volt)
- Testen onder de daadwerkelijk optredende omstandigheden
- Eenvoudig te bedienen
- Elke gloeibougie kan afzonderlijk worden getest
- Analoog display voor de regeling van verwarming en stroom (mogelijkheid om afzonderlijke gloeibougies te vergelijken op het gebied van stroomverbruik en regelprestaties)
- Bescherming tegen kortsluiting en verkeerd aansluiten (polariteit)
- Bescherming tegen overbelasting (aanvullende controle van gloeibougie via een afzonderlijk circuit)
- Testprocedure met behulp van karakteristieke signalen, zoals in elektronische regelapparatuur.
- Opsporen van losse aansluitingen door de processor, vervolgens een tweede controle.
- Speciale microcontrollersoftware geïntegreerd in de tester

Zorg dat er in elke werkplaats een BERU-testapparaat voor gloeibougies aanwezig is.



Onze tip:
Controleer de gloeibougies met het snelwerkende BERU-testapparaat voor gloeibougies. Het is verstandig om alle gloeibougies te vervangen nadat u defecten of een niet goed functionerende bougie heeft opgemerkt.

De ervaring leert dat gloeibougies meestal kort na elkaar het einde van hun levensduur bereiken. Als de elektrische aansluiting en -toevoer is verwijderd, is het goedkoper om de hele set te vervangen dan de overige bougies na korte tijd te vervangen.

De dieselmotor snel en betrouwbaar starten

Het probleem	De oorzaak	BERU's oplossing
Dampvorming tijdens het starten, rookproductie	Gloeibougie met slechts één spiraal, te lage temperatuur	Toepassing van een BERU gloeibougie met twee spiralen (gloeispiraal en regelspiraal zorgt ervoor dat een hogere temperatuur wordt bereikt gedurende een kortere opwarmfase)
'Nagelen' tijdens de startfase	Gloeibougie zonder stroombeperkend effect en zonder warmtereferve	Monteer nagloeiende BERU gloeibougies voor een betere en snellere warmtetoevoer
Accu raakt leeg door lange startfase	Gloeibougie warmt slechts langzaam op, opwarmtijd te lang	Monteer BERU GN-gloeibougies die exact zijn toegesneden op de motor en het 3-fasen gloeisysteem (voorgloeien - tussengloeien - nagloeien)
De motor loopt onrustig en onregelmatig	Werktemperatuur van gloeibougie te laag	
De motor slaat pas na enkele startpogingen aan	Gloeibougie defect	
De motor start en produceert daarbij onaangename geuren	De elektrische waarden van de gloeibougies zijn niet goed ingesteld	
De gloeistaaf is enigszins gesmolten of is voorzien van oxideafzettingen	De wanddikte van de gloeistaaf is te dun (dit komt vaak voor bij goedkope gloeibougies)	Vervang de verstuiverhouder door een BERU verstuiverhouder-samenstelling voor reparaties
De gloeistaaf is volledig gesmolten	De verstuiver is defect	

Tips voor de werkplaats

Momenten bij (de)montage

Van belang tijdens het vervangen van gloeibougies: Pas het juiste aanhaalmoment toe!

Gloeibougie schroefdraad	Max. demontagemoment
M 8	20 Nm
M 9	22 Nm
M 10	35 Nm
M 12	45 Nm

MAXIMAAL DEMONTAGEMOMENT

Houd rekening met het maximale demontagemoment bij het verwijderen van gloeibougies.

WAT MOET IK DOEN ALS HET MAXIMALE DEMONTAGEMOMENT IS BEREIKT?

Ga in geen geval verder met losdraaien. De gloeibougie kan dan namelijk breken. Ga in dit geval verder volgens het 3 stappen programma: "enigszins loshalen – opwarmen – losdraaien":

1. Enigszins loshalen: Breng een ruime hoeveelheid synthetische olie aan op het schroefdraad van de gloeibougie en laat die zo mogelijk een nacht, of langer, zijn werk doen.
2. Opwarmen: Laat de motor warmlopen of gebruik een afzonderlijke kabel om gedurende 4-5 minuten stroom aan de functionerende gloeibougies te leveren (alleen mogelijk voor gloeibougies met 11 - 12 V bedrijfsspanning). De gloeibougie wordt warm en 'brandt' los.
3. Losdraaien: Probeer nogmaals om de gloeibougie los te draaien. Maak de gloeibougie in de cilinderkop voorzichtig los met geschikt gereedschap. (Overschrijd het maximale losdraaikoppel niet - zie tabel hierboven. Stop altijd voor u het maximale demontagemoment bereikt. Probeer het zo nodig opnieuw door middel van opwarmen).

Maak na het verwijderen van de oude gloeibougies altijd het schroefdraad, de conische zitting en de schacht van de gloeibougie in de cilinderkop schoon met behulp van geschikt gereedschap. (zie onder).

Gloeibougie schroefdraad	Montagemoment
M 8	10 Nm
M 9	12 Nm
M 10	15 Nm
M 12	22 Nm

MONTAGEMOMENT

Gebruik bij het monteren van nieuwe gloeibougies het door de autofabrikant voorgeschreven aanhaalmoment.

N.B.: Pas ook het voorgeschreven aanhaalmoment toe bij de montage van de moer van de elektrische aansluiting, voor gloeibougies met een dergelijke verbinding. Vooral als er koolaanslag zat tussen de gloeistaaf en de cilinderkop, is de boring van de cilinderkop vaak vervuild met resten van het verbrandingsproces of vuildeeltjes. Deze vervuiling kan moeiteloos en veilig worden verwijderd van cilinderkoppen met 10 mm draad - met de BERU-ruimer (RA003 - 0 890 100 003).

Aansluitmoer schroefdraad	Montagemoment
M 4	2 Nm
M 5	3 Nm

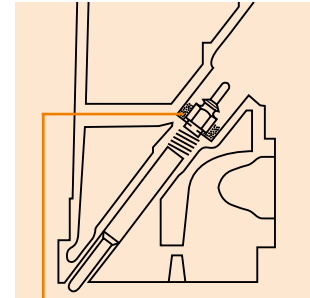
BERU-ruimer: voor een snelle en betrouwbare reiniging van de cilinderkopboring

DIT IS DE PROCEDURE:

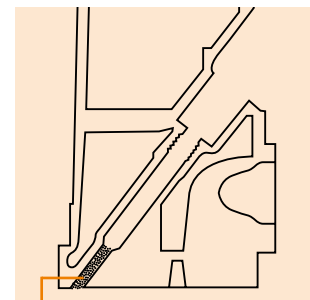
- Reinig de gloeibougieboring eerst met een doek.
- Breng vet aan op het snijvlak van de BERU ruimer en schroef deze in de cilinderkop: Verbrandingsresten blijven aan het vet plakken en worden verwijderd als het gereedschap wordt losgeschroefd.
- De nieuwe gloeibougie kan nu zonder problemen worden gemonteerd (houd u ook nu aan het voorgeschreven aanhaalmoment!).
- Voorafgaande aan de montage van de gloeibougies: smeer de schacht en het schroefdraad met GK-vet (GFK01 - 0 890 300 034)



De BERU-ruimer - (RA003 - 0 890 100 003) maakt koolaanslag los welke samenhangt met het 'vastkoeken' van de gloeibougie met de cilinderkop



Spuit hier synthetische olie in.



Deze verbrandingsresten kunnen met de BERU ruimer worden verwijderd.

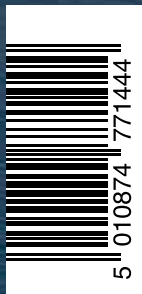


Monteer en verwijder gloeibougies UITSLUITEND met een momentsleutel.



GKF01 - 0 890 300 034

BERU® is een geregistreerd handelsmerk van BorgWarner Ludwigsburg GmbH
PRMBU1435-NL



Global Aftermarket EMEA
Prins Boudewijnlaan 5
2550 Kontich • Belgium

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

beru@federalmogul.com

 www.fmecat.eu

Perfection
built in

