

**Auto & Motor
TECHNIEK**

© **WWW.AMT.NL** - Dé internetsite voor de Automotive Professional

Longlife bougies met krachtiger vonk

Duurzaam ontsteken

Motoren worden almaar schoner en een eerste vereiste is een optimale verbranding. Daarvoor staat de bougie garant, een onderdeel dat technisch zeer hoogwaardig wordt. Het volledig ontbranden van arme mengsels en een zo lang mogelijke bougielevensduur bepalen de nieuwste bougie-innovaties.

Het oorspronkelijk door Saab en NGK ontwikkelde concept met bobines bovenop de bougies wordt nu als Direct Ignition (DI), ofwel rechtstreekse ontsteking, algemeen toegepast. De 'pencil-coils', letterlijk potlood spoelen, zijn zelfs bij motorfietsen te vinden. Niet alleen vervalt daardoor de stroomverdeler, maar ook de dubbele bobine met twee uitgangen. Door het wegvallen van de stroomverdeler en de kwetsbare bougiekabels is ook de elektromagnetische verdraagzaamheid (EMV) verdwenen. Dat is gezien de geweldige toename van de elektronica een gunstige ontwikkeling, want de kans op storingen is veel kleiner.

Bij Direct Ignition is bovendien het ontstekingstijdstip van elke bougie apart te regelen. Dat is gunstig voor de anti-klopregeling, want nu kan er cilinderselectief geregeld worden. Sommige autofabrikanten monteren twee bougies per cilinder en laten die op een bijzondere wijze na elkaar of om en om vonken. Naast Mercedes-Benz heeft ook Honda zo'n systeem, de V12 Maybach is zelfs voorzien van 24 bougies met evenzovele bobines.

Saab heeft later een ionenstroommeting toegevoegd aan hun DI-systeem, daarmee laat zich het verloop van de verbranding nog beter sturen. Andere fabrikanten zoals Mercedes-Benz en Daihatsu hebben inmiddels de ionenstroommeting via de bougie-elektroden overgenomen. Het nadeel van de voorheen toegepaste dubbele bobines is dat er op beide elektroden van de bougies edelmetaal moet worden aangebracht. Dat is nodig omdat bij de ene bougie materiaal van de centrale elektrode verdwijnt, dat is de gebruikelijke situatie, maar bij de andere bougie die op dezelfde bobine is aangesloten er

materiaal verdwijnt van de massa-elektrode(n). Dat laatste slijtageverschijnsel is ongewenst, vandaar de trend naar pencil-coils. De nieuwste ontwikkeling is dat het porselein



Bosch levert de bougie voor de DI-Mercedes benzinemotoren. Het gaat om een bougie met één massa-elektrode en een dunne centrale elektrode, beiden van platina. De massa elektrode heeft een koperkern.

Foto: Bosch

Voor de VW Lupo met DI-benzinemotor past Bosch deze bougie met vier massa-elektroden van yttrium toe. Het is een semi-glijvonkbougie die diep in de verbrandingskamer steekt.

Foto: Bosch

van de bougies voor DI-systemen glad, dus zonder de bekende ribbels, wordt uitgevoerd. Dat is mogelijk geworden omdat de bougies in een omgeving zitten waar vocht en vuil geen toegang hebben. Dankzij het gladde porselein is goed te voelen of de bougiestekker(s) stevig op zijn (hun) plaats zit(ten). Bovendien is de 'cartridge', dat is de eenheid van meestal vier bobines, makkelijker los te trekken.

Lange levensduur

Bij Euro III en IV motoren ligt de nadruk op het voorkomen van ontstekingsmissers, misfiring genoemd. Als het mengsel in een cilinder niet ontsteekt kan dat de katalysator beschadigen, want het materiaal van de voorkatalysator is erg heet omdat de 'kat' dichtbij de uitlaatkleppen zit. Om misfiring te voorkomen, moet de bougie altijd een goede vonk geven.

Edelmetaalbougies met platina, iridium, wolfraam, goud of palladium elektroden hebben het grote voordeel dat er (zeer) dunne elektroden kunnen worden toegepast. Dunne elektroden hebben een lagere overslagspanning bij een bepaalde elektrodenafstand. Anders gezegd: bij dezelfde ontsteekspanning kan de elektrodenafstand worden vergroot. De grote afstand (1,1 tot 1,3 mm) en de dunne elektroden laten het mengsel uitstekend toe bij de bougie. Daardoor is de kans op een succesvolle start van de verbranding verzekerd.

Omdat iridium zo slijtvast is, wint het materiaal aan betekenis. Naast Denso heeft ook NGK een complete lijn met deze speciale bougies. De centrale elektroden zijn daarbij respectievelijk 0,4 en 0,6 mm dik. Het streven is naar een levensduur van 120.000 km of drie jaar, want dan kan de benzinemotor op het olie verversen na zonder onderhoud functioneren. 'Free-service life' is een trend die zal doorzetten omdat de emissie-apparatuur dan goed blijft werken. Dat spaart de autofabrikant garantie of coulançe aanvragen en de gebruiker is ook tevreden vanwege de lage onderhoudskosten.

Roet en nat slaan

Er zijn ondanks DI-ontstekingssystemen en edelmetaalbougies nog steeds problemen met de koude start en met DI-benzinemotoren. Bij de koude start is de kans op een te lage bougie-



De nieuwste Denso bougie heeft twee zijelektroden die dienstdoen bij vervuiling en één massa-elektrode met platina tegenover de ultra dunne iridium elektrode. Deze bougie is ontwikkeld voor de Toyota DI-benzinomotoren.

Foto: Denso



Met een zystal verschillende bougies wil Champion 85% van de auto's vanaf 1990 van bougies voorzien. Deze EON-bougies maken gebruik van de dubbele koperkern elektroden.

Foto: Champion

bleem op te lossen.

Er doet zich bij DI-motoren en sommige IDI-motoren nog een probleem voor en dat is het (klets)nat worden van de bougie. Bij motoren met gelaagde verbranding is er een ontsteekbaar mengsel nodig bij de bougie. Het is heel moeilijk om onder alle omstandigheden, vooral bij de koude start, te voorkomen dat er een te rijk mengsel bij de bougie terecht komt. Het 'nat slaan' van bougies kwam vroeger ook voor, vooral bij racemotoren. Nu is het een probleem bij arm-mengselmotoren met gelaagde verbranding. De speciale bougies met ultradunne elektroden blijken een goede oplossing te zijn.

Praktijk problemen

Ook onder ongewone bedrijfsomstandigheden kan er bij motoren bougievervuiling optreden. 'Pre-delivery fouling' en 'car-wash syndroom' zijn bekende kreten in het bougie vakjargon. Tijdens het vele starten zonder warmdraaien, vervuilen de bougies vandaar de Engelse naam: pre-delivery fouling. Zulke omstandigheden treden ook op tijdens de wekelijkse was- en poetsbeurt. De motor draait te kort om de bougies op temperatuur te brengen. In beide gevallen ontstaat er roet dat niet alleen de bougievonk uitschakelt, maar ook de motor vervuult (zie AMT 3/2002).

De speciale edelmetalbougies of semi-glijvonkbougies bieden uitkomst, maar daar hangt een stevig prijskaartje aan. Dat blijkt echter pas als de bougies aan vervanging toe zijn. Het is soms mogelijk om de dure bougies met edelmetaal te vervangen door goedkopere bougies zonder edelmetaal. Maar dat kan alleen als de auto- of de bougiefabrikant zo'n wijziging toestaat. Bedenk dat de levensduur van een gewone bougie 40 tot 50.000 km bedraagt tegen 80 tot



Denso heeft de iridium bougies nu voor vele auto- en motorfietsmotoren beschikbaar. De zeer dunne centrale elektrode (0,4 mm) is slijtvast en zorgt voor een uitstekende start van de verbranding. Bij sommige motoren levert dat vermogenswinst op, omdat hetzelfde effect wordt bereikt als bij een iets vroeger ontstekingsstip.

Foto: Denso



Deze bougie heeft veel droge roetslag, maar vonkt nog wel. Zodra de aanslag nat is, blijft de vonk weg.

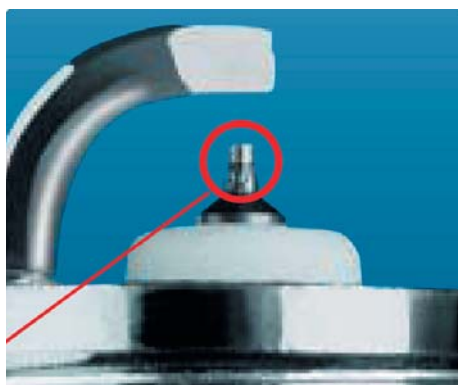
Foto: Jan Liefstink



Er is een sterke asafzetting opgetreden. De as is uit de smeeriolie en/of de brandstof afkomstig en kan door gloeien voor voortijdige ontsteking zorgen.

Foto: Beru

temperatuur groot. Er ontstaat daarbij roet dat zich op de neus van de bougie afzet. Roet is geleidend dus slaat de vonk niet tussen de elektroden over, maar kiest de weg van de minste weerstand naar massa. Hier bieden glijvonkbougies uitkomst, want daarbij wordt de vonk over het oppervlak van de neus zijdelings naar massa afgevoerd. Tijdens het kruipen van de vonk over het porselein wordt het roet weggebrand. Denso patenteerde een ringvormige groef rondom de centrale elektrode die merkwaardig genoeg door NGK bij de bougies voor de Mitsubishi GDI wordt toegepast. Zelf heeft Denso voor een andere oplossing van het roetprobleem gekozen. Twee dunne radiaal geplaatste massa-elektroden zorgen voor een semi-glijvonkeffect als er teveel roet is. Zodra het roet is weggebrand, springt de vonk tussen de axiaal geplaatste iridium-platina elektroden over. Deze bijzondere bougie is met Toyota ontwikkeld voor hun DI-benzinomotoren. Andere bougie- en autofabrikanten hebben soortgelijke bougies ontwikkeld om het koude-startpro-



NGK gebruikt een centrale elektrode van iridium met een diameter van 0,6 mm. Dit materiaal heeft een smeltpunt van 2450 °C, is bestand tegen vrijwel alle chemicaliën en is zeer hard.

Foto: NGK

Voor de Jaguar V8 motor levert NGK speciale bougies met een centrale elektrode van iridium. Deze bougies vervangen de bougies met platina elektroden.

Foto: NGK



ONDERDELEN

Technische trends bij bougies

120.000 km bij een edelmetaalbougie. De slijtage van de elektroden van gewoon materiaal is aanzienlijk groter dan bij die van edelmetaal. Om te voorkomen dat de ontsteekspanning te hoog oploopt, moet de elektrodeafstand bij gewone bougies kleiner zijn dan bij edelmetaalbougies. Een gewone Denso 14 mm bougie heeft nieuw een ontsteekspanning van 18 kV, na 2000 km 21 kV, na 30.000 km al 27 kV. Een Denso iridium bougie begint bij 16 kV en loopt via 17 kV naar 22 kV. Deze bougie kan met een elektrodeafstand van 1,1 mm werken in plaats van 0,8 mm. Gebeurt dat niet dan kunnen de bougiekabels of de bobines beschadigen. Ook kan de vonk wegblijven met schade aan de katalysator tot gevolg. Bovendien geeft het OBD-systeem aan dat er 'misfiring' is opgetreden. Dat verontrust de gebruiker en heeft onregelmatig draaien met een verhoogd brandstofverbruik tot gevolg.

Wat wel kan, is gewone bougies vervangen door bijzondere exemplaren. In de bougiecatalogi van NGK en Champion worden deze BIC (Best in Class) en OE (Original Equipment) bougies aangegeven. Ze zijn ook in oudere motoren bruikbaar met als voordelen: een twee tot drie maal zo lange levensduur en geen missers.

Het is oppassen geblazen als de elektrodevorm en de positie van de massa-elektroden veranderen. Gebruik geen bougies die niet zijn vrijgegeven door de motor- of bougiefabrikant.

After-market

Weer zo'n Engelse term. Het gaat hier om bougies voor motoren die nog niet aan de Euro3 of Euro4 eisen voldoen, dus nog geen OBD-systeem hebben. Deze motoren zijn minder kritisch, de katalysator zit op een minder kwetsbare plek. Voor deze motoren heeft Champion een kleine reeks (6 stuks) EON-bougies ontwikkeld. Daarmee is volgens hen 85% van de motoren van na 1990 van bougies te voorzien. NGK gebruikt de V-line bougies en zegt met 28 nummers 95% van de markt te dekken. Daaruit blijkt hoeveel verschillende bougietypen er zijn. Zo valt het op dat er geen eenheid is in warmtegraadaanduiding. Bij sommige merken is 6 een warme en 13 een koude bougie. Bij andere merken is het precies andersom. NGK heeft tussenwaarden ingevoerd, bijvoorbeeld 85 voor een bougie met een warmtegraad tussen 8 en 9 in. Andere merken gebruiken geheel eigen getallen. De vergelijkingstabellen van de bougiefabrikanten geven enig inzicht in overeenkomstige bougiemodellen, maar geen zekerheid. Het advies blijft: let goed op welk type bougie er in een moderne motor moet!

Paul Klaver



Sagem levert de Eyquem-bougies niet alleen als originele fabrieksbougies, maar ook voor de aftermarket. Daarbij wordt gebruik gemaakt van drie radiale en één axiale elektrode. Alle vier de elektroden hebben een koperen kern. De zij-elektroden werken bij roetaanslag, de midden-elektrode zorgt voor de vonk onder normale omstandigheden. Deze elektrode moet per motortype worden afgesteld.

Foto: Sagem



Als een standaard bougie te lang dienst doet, treedt er een forse slijtage op van de centrale elektrode. Vooral tijdens het optrekken valt de vonk weg omdat de grote elektrodeafstand een te grote secundaire spanning vraagt. Dit kan een thermische overbelasting van de katalysator tot gevolg hebben.

Foto: Bosch



Deze bougie heeft waarschijnlijk meer dan 80.000 km in de motor gezeten. Er is sprake van een verregaande slijtage, de bougie had al lang vervangen moeten worden. De hoge ontsteekspanning kan de bougiekabels en/of de bobine(s) beschadigen.

Foto: Jan Liefstink

Praktische werkplaats-tips

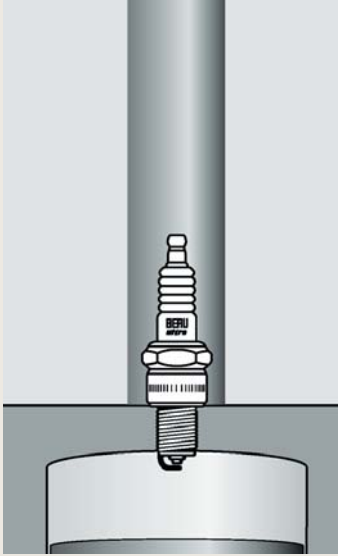
Veel bougieschades zijn een rechtstreeks gevolg van onzorgvuldigheden in de werkplaats. Vooral het te vast aandraaien blijkt funest.

Het gebeurt nogal eens dat het porselein van de bougie breekt omdat de dop van de bougiesleutel scheef staat. Beru heeft een handig hulpparaatje ontwikkeld dat de bougiesleutel geleid boven in het kleppendeksel. Bougies worden soms onterecht vervangen als er zich op het porselein bruinachtige vlekken bevinden vlak boven het zeskant. Er hoeft geen sprake te zijn van gaslekage, het gaat om 'coronastain' dat zijn vlekken op het porselein ten gevolge van het



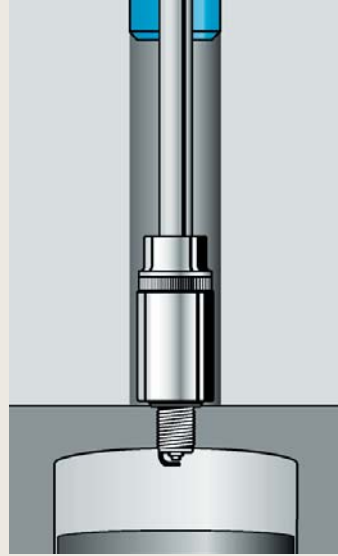
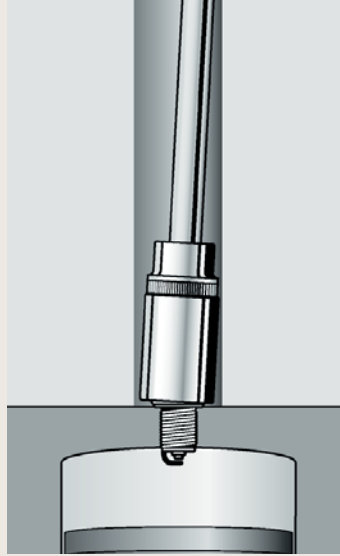
Afgebroken porselein komt vooral voor bij de diep gelegen bougies. De bougiesleutel komt gemakkelijk scheef te staan en zonder dat je het weet is de bougie beschadigd.

Foto: Beru



Bougies van vierkleppenmotoren zitten in het algemeen heel diep. De bougiesleutel moet daarom worden voorzien van een verlengstuk. Beru heeft een hulpstukje uitgebracht om het verlengstuk te geleiden.

Foto: Beru



Het Beru-hulpstukje past in vrijwel alle kleppendekfels. Handig voor in de gereedschapskist.

Foto: Beru



De meeste problemen met bougies ontstaan door te vast aandraaien. Met deze bougie is zo lang doorgereken dat er lekkage tussen de isolator en het metalen huis is ontstaan. Omdat het huis is uitgerekt door het hoge aandraaikoppel, zit de isolator los. Let op de geplette afdichting. De kans is groot dat er door oververhitting van de bougie schade ontstaat, misschien ook aan de zuiger.

Foto: Jan Liefstink

De redenen voor het breken van de isolatorneus liggen vaak bij een onzorgvuldige behandeling van de bougie. Er kan een scheurtje ontstaan tijdens het op onjuiste wijze verstellen van de elektrodeafstand of tijdens het optreden van high speed knock (detoneren bij hoog toerental).

Foto: Jan Liefstink



Nieuw van Splitfire is de TP triple platina bougie. Naast de bekende V-groef elektrode valt de extreem dunne centrale elektrode op. De drie platina puntjes garanderen een levensduur van 150.000 km!

Foto: Autovision

elektro-magnetisch veld om de bougie. Dat is een onschuldig verschijnsel dat vooral bij hoge ontsteekspanningen optreedt. Maar liefst 95% van alle storingen met bougies zijn te wijten aan het te vast aandraaien. De bougiefabrikanten geven algemene richtlijnen op, de autofabrikanten zijn vaak nauwkeuriger. Er mag geen vet of olie worden gebruikt, de bougie komt dan veel te vast te zitten. Elke fout met het vastzetten op gevoel of met een momentsleutel wordt vermeden door uit te gaan van een bepaalde hoekver-

draaiing.

Het valt op dat NGK bij nieuwe bougies voorschrijft deze eerst handvast te zetten en dan 180° tot 270° te verdraaien bij 10, 12 of 14 mm bougies. De 8 mm motorfietsbougies mogen slechts 120° worden verdraaid. Als de

bougies opnieuw worden gebruikt, mogen ze na handvast draaien slechts 30° tot 45° worden verdraaid.

Bij gebruik van een momentsleutel mag een 8 mm bougie met 8-10 Nm, een 10 mm met 10-12 Nm, een 12 mm met 15-20 Nm en een 14 mm met 25-30 Nm worden vastgezet. Denso gaat bij nieuwe 14 mm bougies niet verder dan 90°-180° hoekverdraaiing.

Voor de weinig gebruikte conische zittingen gelden andere aanhaalmomenten en hoekverdraaiingen. Voor 14 mm bougies is dat 10-20 Nm of 22,5° verdraaiing.

Het te vast aandraaien kan tal van gevolgen hebben, zowel voor de bougie als de cilinderkop. Als de bougie inwendig zijn warmte niet meer kwijt kan, wordt de centrale elektrode zo heet dat er voortijdige ontsteking optreedt. Een gat in de zuiger

ger is dan het gevolg.

Controleer de elektrodeafstand voordat de bougies worden gemonteerd. Als de waarde op de verpakking staat, is deze door de fabriek afgesteld. Maar zekerheid gaat voor. De bougiefabrikanten wijzen er op dat de bougie en de cilinderkop (vrijwel) dezelfde temperatuur moeten hebben bij het monteren. Zet een koude bougie dus eerst handvast en wacht even met het definitief vastzetten.

Ga niet zelf experimenteren met bougies, want een verkeerd type bougie kan voor een gat in de zuiger of voor een gesmolten katalysator zorgen. Bij auto's met een OBD-II systeem kunnen er storingsmeldingen ontstaan als er een andere dan originele bougie wordt gebruikt. Bij dit diagnosesysteem wordt het wegvalen van een verbranding (misfiring) onmiddellijk als fout gemeld.