

Praktijktraining CR bij Visser Auto-electra & Dieselservice

Lang leve de common-rail injector!

“De helft van de vervangen injectoren, is na montage al de helft van zijn levensduur kwijt”, zegt Rene Visser van het gelijknamige dieselservicebedrijf. Vervelend voor de automobilist, slecht voor het autobedrijf en zonde van alle inspanning. Wat Visser doet om dat levensduurverlies te voorkomen? Hij traint zijn klanten... en AMT.



Vier uur. In het klaslokaaltje achter de gevel van Visser Auto-electra & Dieselservice zit een groepje autotechnici rond een grote tafel. Op die tafel ligt het bezaaid met common-rail delen: pompen, verstuivers, nozzles, verstuivernaalden, plunjers, klepjes, veertjes en nog veel meer. Allemaal onderdelen die dagelijks in grote aantallen het bedrijf binnenkomen. “Wij reviseren zo’n 4000 injectoren per jaar”, zegt eigenaar en trainer Rene Visser. Voor wie er oog voor heeft, vertellen al die delen en deeltjes een verhaal: water, vuil, verkeerde montage... Vóór Rene Visser aan die verhalen toekomt, begint hij bij de basis: “Waarom common-rail?” Hij geeft zelf het antwoord: “Milieu! Met een mechanisch gestuurd systeem haal je de milieu-eisen niet meer. De elektronisch gestuurde

radiale verdelerpomp VP44 komt in de richting, maar is complex en eist een zware aandrijving”. Dat geldt ook voor pompverstuivers: “Die zitten boven in de kop. Er is een piekdruk van wel 1000 kg nodig om ze te bedienen. Dat vraagt een zware distributie”. Met een common-rail (CR) heb je dat probleem niet: “Omdat je in de common-rail een voorraad brandstof onder hoge druk hebt, kun je volstaan met een klein pompje en kun je de inspuitiming, -frequentie en -hoeveelheid softwarematig regelen. Bovendien is een CR-systeem relatief goedkoop te produceren.”

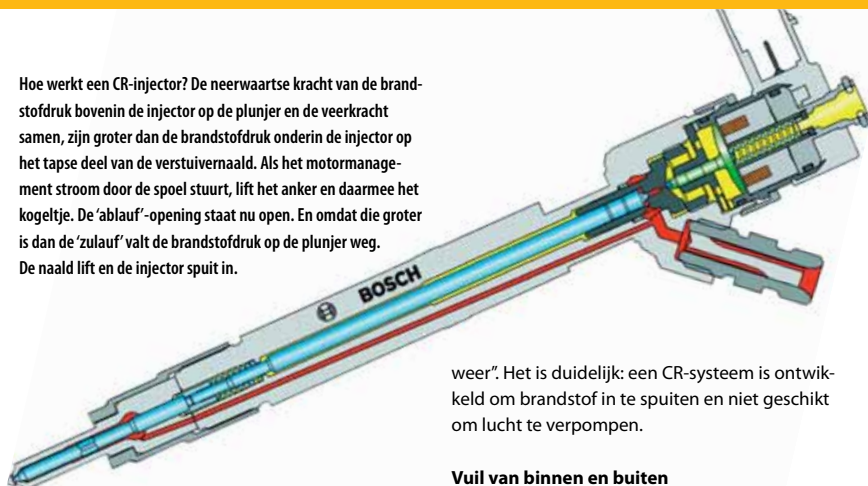
Kleine gaatjes, hoge drukken

Ondertussen werkt zo’n CR-systeem wel met extreem hoge drukken die zeer nauwe toleran-

Onderdelen op tafel en een trainer met een schat aan ervaring. Dat is praktijktraining common-rail techniek door trainer en eigenaar Rene Visser van Auto-electra & Dieselservice.

ties noodzakelijk maken. Visser legt uit waarom: “Vroeger waren de gaatjes in de verstuivernozzle 0,4 of 0,2 mm. De inspuitdrukken waren toen 150 tot 200 bar. Maar hoe kleiner de ingespoten druppeltjes, hoe schoner ze verbranden. Dus moesten de gaatjes kleiner. Tegenwoordig zijn ze nog maar 0,07 of zelfs 0,06 mm. Dat is de doorsnede van een menselijk haar. De vraag is hoe je voldoende brandstof door zulke kleine gaatjes krijgt. Meer gaatjes? Zeker, maar maak je er meer dan 6 à 7, dan wordt de nozzle te zwak en komt de punt er af. Dus moet de druk omhoog. In een CR-systeem varieert de druk normaal gesproken tussen 325 bar

Hoe werkt een CR-injector? De neerwaartse kracht van de brandstofdruk bovenin de injector op de plunjer en de veerkracht samen, zijn groter dan de brandstofdruk onderin de injector op het tapse deel van de verstuivernaald. Als het motormanagement stroom door de spoel stuurt, lift het anker en daarmee het kogeltje. De 'ablauf'-opening staat nu open. En omdat die groter is dan de 'zulauf' valt de brandstofdruk op de plunjer weg. De naald lift en de injector spuit in.



bij stationair lopen tot zo'n 1800 bar bij vollast. Er zijn zelfs systemen die tot aan 2500 bar gaan. Veel hoger heeft geen zin meer. Boven de 2700 à 3000 bar treedt er een structuurverandering in de dieselolie op'.

Lucht als werkgever

Het werken met die enorme drukken heeft grote consequenties: "De snelheid waarmee de brandstof uit de nozzlegaatjes spuit, kan oplopen tot 2500 km/u. Dat zorgt voor cavitatie; minuscule luchtbelletjes in de brandstof vreten materiaal weg van de verstuivernaald". Lucht kan ook op andere plaatsen in het CR-systeem voor storingen zorgen: "Het is onze grootste werkgever. Met druk op de leiding dichten O-ringen perfect af. Maar ga je aan een leiding zuigen, dan stroomt de lucht er langs naar binnen. Verder verliezen die O-ringen na verloop van tijd hun elasticiteit en worden ze plat. Soms hoeft je alleen maar de O-ringen in het lagedruksysteem te vervangen en de motor loopt

Alle onderdelen van een spoelverstuiver in een bakje bij elkaar. Onderdelen die meestal vervangen moeten worden: het kogeltje voor de retourklep, de nozzle en de afdichtingen. Oh ja, laat het uit elkaar halen van de verstuiver aan Visser over. Een niet uitgerekte verstuiver die in zijn geheel wordt aangeleverd is goed voor statiegeld.



weer". Het is duidelijk: een CR-systeem is ontwikkeld om brandstof in te spuiten en niet geschikt om lucht te verpompen.

Vuil van binnen en buiten

Behalve lucht is ook vuil een grote vijand van het CR-systeem: "Bij het Delphi-systeem komt er door slijtage van de nokken in de brandstofpomp slijpsel in het stuurklepje. Dat slijt hierdoor sneller en gaat lekken. Dan wordt de retour hoger. De injector moet langer aangestuurd worden voor er brandstofbrengst is". De eerste klacht is dan: 'slaat slecht aan'. Visser legt uit wat er gebeurt: "Het motormanagement denkt: 'Hé, slaat niet aan. Dus openingsduur verlengen naar 250 microseconde, naar 275, naar 300...' En dan slaat de motor pas aan. En omdat er meestal tijdens het starten geen foutcodes worden gegenereerd (op harde fouten als kortsluiting na) is er niets van uit te lezen". In dit voorbeeld is het vuil, afkomstig van het systeem zelf, maar het meeste vuil komt van buiten: "Het slijpsel dat onderin het brandstoffilter ligt, krijg je gratis bij de zegeltjes. Er zitten brons-, messing- en andere legeringen in die in het brandstofsysteem van de auto zelf niet voorkomen. Dat is materiaal uit pompen die bij de distributie van de brandstof gebruikt zijn".

Hoe werkt een injector?

Om het effect van vuil op een injector beter te begrijpen, legt Visser het werkingsprincipe van een Bosch CR-injector uit: "De brandstofstroom splitst zich in de verstuiver in twee delen. Eén deel gaat naar beneden naar een drukkamer rond een



Als de buitenkant schoon is, worden de onderdelen van een verstuiver handmatig voorgewassen. "Zo heb je controle op de onderdelen", zegt Rene Visser. "We gebruiken een speciale ontvetter die niet schadelijk is voor de mens en vanzelf opdroogt zonder daarbij een laagje op de onderdelen achter te laten."

taps toelopen gedeelte van de verstuivernaald. De brandstofdruk zorgt daar voor een opwaartse kracht op de verstuivernaald. Ondertussen zorgt een veer voor een neerwaartse kracht op de verstuivernaald. Er is minimaal 120 bar brandstofdruk in de drukkamer nodig voor de verstuivernaald tegen de veerkracht in omhoog gaat en de inspuiting begint. Maar, er is nog een derde kracht die op de verstuivernaald werkt. Die wordt veroorzaakt door het tweede deel van de brandstofstroom. Dat gaat door een 'zulauf'-gaatje met een doorsnede van 0,24 mm de stuurkamer van een regelklep binnen. Daar drukt de brandstof op een plunjer die op zijn beurt de verstuivernaald naar beneden drukt. In deze toestand zijn de neerwaartse druk op de plunjer in de stuurkamer plus de (neerwaartse) veerkracht samen groter dan de opwaartse brandstofdruk in de drukkamer op het tapse deel van de verstuivernaald. En dus blijft de injectornaald omlaag. Maar dan stuurt het motormanagement een stroompje door de

Behalve injectoren reviseert Visser Auto-electra & Dieselservice ook brandstofpompen. Niet alleen CR-pompen voor personenauto's, ook diverse typen voor trucks en zelfs lijnpompen voor treindiesels. Overigens reviseert Visser ook startmotoren, vooral grote. De allergrootste werken niet elektrisch, maar op lucht en worden gebruikt in de offshore.





Elektronisch gecontroleerde CR-pompen test Visser ook elektronisch. De bank meet alle opbrengsten tijdens het aflopen van een vastgesteld protocol. Daarbij wordt geen diesel (brandgevaar!) maar een dieseltestvloeistof gebruikt, die nauwkeurig op een temperatuur van 40°C wordt gehouden. Wie dat weet snapt dat alleen gereviseerde brandstofpompen getest worden. Niet alleen zou gruis uit een defecte pomp de 40 liter calibratie-olie kunnen vervuilen, het zou ook de testbank kunnen beschadigen.

spoel boven de stuurkamer. Het anker beweegt omhoog en het kogeltje van de regelklep dat de 'ablauf'-opening van 0,27 mm aan de bovenkant van de stuurkamer afsloot beweegt omhoog. Omdat de 'ablauf'-opening groter is dan de 'zulauf'-opening valt de druk in de drukkamer nu weg. Nu blijft alleen de neerwaartse kracht van de veer over en die is kleiner dan de opwaartse kracht van de brandstof op de verstuivernaald. Dus beweegt die omhoog en spuit de injector in. Als het motormanagement de stroom op de spoel weer wegneemt, beweegt het anker naar beneden zodat het kogeltje de 'ablauf'-opening weer afsluit en er in de stuurkamer weer een neerwaartse druk op de plunjer wordt opgebouwd. Daarmee wordt de neerwaartse kracht op de verstuivernaald weer groter dan de opwaartse en sluit die de injector-gaatjes weer af". Een heel verhaal, maar in werkelijkheid duurt het bij de huidige vierde generatie CR-injectoren maar 150 microseconde. Dat was nog 400 µs bij de eerste generatie. De tijd tussen twee injecties is zelfs maar 50 microseconde.

Werk schoon!

Terug naar het vuil: "Stel, je wisselt het brandstof-filter en er komt vuil in het systeem dat het 'zulauf'-gaatje verstopt", zegt Visser. Nu we snappen hoe

Bosch staat voor dit type CR-injector een retour van 60 cc per 1000 slagen toe. Visser is pas tevreden als een gereviseerde injector onder de 25 cc blijft.



Een CR-injector moet aan een enorme reeks specificaties voldoen. Tijdens het testen moeten hoeveelheid ingespoten brandstof en reactietijd over het gehele bereik binnen de toleranties blijven. Voor race-doelstellingen tunet Visser ook injectoren. Door met shims de naaldlift, de ankerlift en veerkracht aan te passen zijn inspuithoeveelheid en reactietijd te beïnvloeden.

een CR-injector werkt, zijn de gevolgen duidelijk: "Er stroomt geen brandstof de stuurkamer binnen. Dus is er geen neerwaartse druk. De injector blijft inspuiten en de zuiger verbrandt". Dat zoiets niet alleen theorie is, blijkt uit een foto die Visser toont: een dood vliegje verstopt het 'zulauf'-gaatje. En dus hamert Visser er op om superschoon te werken bij alle klussen aan het CR-injectiesysteem. Neem de filterwissel: "Alles moet schoon zijn, het filterhuis, de omgeving, je gereedschap, alles. Het filter zit niet voor niets verpakt in een plastic zak". Verder is het onverstandig om op de kwaliteit van het filter te bezuinigen: "Een modern brandstoffilter bestaat uit drie lagen. De buitenste laag is een doek dat water weert. Belangrijk, want in het injectiesysteem zitten veel componenten van blank



Voor injectoren rechtstreeks van klanten geldt: voortesten op een oude bank. Alleen als er geen vuil in de glazen komt, mogen ze op een elektronische testbank als deze.



Bij iedere injector wordt er met de microscoop bovenin de kom gekeken. Samen met het kogeltje vormt die het schakelventiel. Hoe ziet de 'ablauf'-opening eruit?

onbeschermde metaal. Die zijn heel gevoelig voor corrosie". Terwijl hij het uitlegt, toont Visser een roestende verstuivernaald. "Dat probleem kwam vroeger nauwelijks voor, want met ouderwetse dieselolie blijft water gewoon onderin de tank liggen. Moderne dieselolie bevat biocomponenten en die zijn hygroscopisch, zodat de diesel water opneemt."

Filterwissel, kies voor kwaliteit

Ook wat het vuil betreft heeft het filter het tegenwoordig zwaarder: "Er is minder ruimte onder de motorkap, dus zijn de filters de helft kleiner

STEL UW EIGEN
GEREEDSCHAPSWAGEN
SAMEN MET DE BOXO CONFIGURATOR!





De code op een injector geeft de afwijking van die injector ten opzichte van de nominale lijn aan. De code vertelt het motormanagement: "In dit gebied moet je zoveel corrigeren en in dit gebied zoveel!". Om de code te kunnen genereren, zijn tot 144 meetstappen aan de injector nodig. Zo'n test vraagt 20 tot 45 minuten op de testbank. "Wij printen de code twee keer uit. Eenmaal voor op de injector en eenmaal op het kaartje erbij. Wel zo makkelijk bij het doorgeven aan het motormanagement."

geworden en ondertussen zijn de standtijden verlengd". En dus is het oppassen met imitatie. Visser toont twee identieke filterhuizen voor een PSA-diesel: "Deze kost € 12,50 en deze € 30,-. En toch kun je beter die dure nemen. Die heeft namelijk wel de voorgeschreven 3 µ filterfijnheid. De goedkope heeft 5 µ. Verder zit in dit dure filter een thermostaatklepje en een waterafvoer. Het imitatiefilter heeft die voorzieningen niet". Ook de elektrische contacten op injectoren moeten schoon zijn: "Injectoren zijn stroomgestuurd. En dat gaat om grote stromen, 16 A bij Delphi en zelfs 18 A bij Bosch. Dat vraagt veel van de relatief kleine contacten. Daarom zijn ze ook verguld. Doe er geen vet op, maar reinig ze met remmenreiniger en maak ze daarna droog voor montage".

Uitgebreid testen

Tijd om het klaslokaaltje te verlaten en de revisieproductie in te gaan. Het eerste dat opvalt:



ook bij het reviseren van brandstofpompen en injectoren wordt heel schoon gewerkt. Wassen, stralen, ontvetten: "Je kunt pas aan de binnenkant beginnen als de buitenkant schoon is". Daarna worden het kogeltje, de afdichtingen en de nozzle vervangen door nieuwe onderdelen. Andere onderdelen kunnen vaak nog een tweede leven mee, maar soms ook niet: "De schakelklep vervangen we bij zo'n 20% van de injectoren". Zit de injector weer schoon en fris in elkaar, dan begint het testen. Die stap vergt veruit de grootste investeringen bij Visser: "Zes jaar geleden kochten we onze eerste tester. Die gebruiken we nu nog voor FSI-injectoren". En tijdens het testen wordt de code gegenereerd die de afwijking van deze ene injector ten opzichte van de nominale lijn aangeeft. Om de juiste code vast te kunnen stellen, zijn tot 144 meetstappen aan de injector nodig. Zo'n test vraagt 20 tot 45 minuten op een moderne elektronische testbank.

Praktische tips

Terug in het klaslokaal toont Visser een reeks injectoren en onderdelen die terug zijn gekomen met een garantieaanvraag. Zo komt er een zwarte injector voorbij, nog geen 1000 km dienst gedaan:

Goed opgelet? Dan krijgt deze een mooi plaatsje op de werkplaatsreceptie.



"Opgepoetste gaatjes, daar hebben wij veel werk van", zegt Rene Visser. "Met een staalborstel beschadig je de nozzle. Bovendien veeg je het vuil in de gaatjes en verstoort je het inspuitsbeeld. Schoon maken met een schuurdoekje kan wel." Gaatjes weer open krijgen? Dat gaat met een tandartsinstrumentje voor een wortelkanaalbehandeling.

"Montagefout", weet Visser. "Het gat is niet goed schoon geweest. Zorg dat de omgeving van de injector schoon is en gebruik een Vibropac-borstel om de schacht even te vlakken, niet frezen! En gebruik nieuwe brandplaatjes." Een andere montagefout is het gebruik van oude of verkeerde boutjes: "Je hebt te maken met een aluminium cilinderkop, een stalen injector en een koperen brandplaatjes. Drie materialen die ieder anders uitzetten bij opwarmen. Gebruik daarom de rekboutjes en haal ze aan met het juiste moment".

Een andere injector heeft een opgebolde nozzle: "Het gevolg van een kapotte turbo. Die bracht olie de verbrandingskamer binnen. Dat stookt de nozzle heet en dan zet hij uit. Zorg dus ook dat de rest van de motor in orde is voor je nieuwe injectoren monteert". En zo komen er nog een reeks tips voorbij: "Dopjes zijn bij ons gratis, gebruik ze om alles af te doppen. Gebruik het juiste trekgereedschap om een injector los te krijgen. Uitgerekte of beschadigde injectoren leveren bij ons geen statiegeld meer op. Lukt het niet, dan kunnen wij ze verwijderen. En vervang de O-ringen op de retouraansluiting. Wij leveren ze erbij".

WWW.AMT.NL

CR-injector in slowmotion

Wat gebeurt er nou precies in zo'n CR-injector. De video in het maandossier op www.amt.nl/april2013 (of scan de QR-code) toont het haarfijn, en 9000 keer vertraagd, dus microseconde voor microseconde. Een tweede video laat zien hoe een goed filter (in dit geval van MANN) zijn heilzame werk doet.