

TEXT: Jakub Mejzlík

FOTO: autor a archiv redakce

LIGA MISTRŮ
DIAGNOSTIKY:ŠKODA
OCTAVIA
COMBI RS– VE VYSOKÉ ZÁTĚŽI MOTOR
ZCELA ZTRATÍ VÝKON

Vážení čtenáři, přinášíme další zajímavý příspěvek našeho stálého spolupracovníka Jakuba Mejzlíka ze společnosti Auto MER-CIA, a. s., Chrudim.

V dubnovém vydání vyšel můj článek o problému s regenerací filtru pevných částic u vozu Ford Transit. U tohoto případu jsem popisoval, jak do sebe při logické diagnostice a znalosti systému věci krásně zapadají a jak lze elegantně dojít ke zdárnému výsledku. Na konci článku ale také píšete, že jsou i případy, kdy to tak úplně není. Věci do sebe sice zdánlivě zapadají, ale nakonec se ukáže, že to byla slepá cesta, a musí se začít znovu. Nyní bych tedy jeden takový případ měl.

Octavii RS druhé generace s motorem 2.0 TDI CR trápila poměrně zvláštní závada. Když se s vozem jezdilo řekněme v mírnějším režimu a nebyl potřeba vysoký výkon motoru, fungovalo vše bez problémů. Pokud však byl motor ve větší zátěži, přibližně v 3 000 až 3 500 min⁻¹, najednou zcela ztratil výkon a zhruba po pěti sekundách se ztratila jakákoliv reakce na přidávání plynového pedálu. Po uplynutí zmíněných pěti sekund a po poklesu otáček motoru již byla odezva na plynový pedál normální a motor opět akceleroval. Závada se v tomto režimu projevovala téměř vždy, takže ji bylo možné snadno vyvolat, což bylo na celé věci pozitivní.

Logické uvažování nechybělo

Auto do naší dílny přivezl majitel jiného autoservisu, který se snažil závadu nalézt. Popisoval mi, co všechno již na autě

změřil a prověřil a jeho postup při hledání závady se mi zdál již při našem rozhovoru správný a logický, takže jsem začal tušit, že závada bude dost záluďná. Také mi sdělil, že si zákazník nechal auto zhruba před rokem dovézt z Německa a že závada se začala projevovat nedlouho po tom, co auto koupil, a že v tomto stavu přibližně rok auto provozuje.

Předcházel několik neúspěšných oprav

V servisu, ze kterého k nám auto přivezli, již vyměnili turbodmychadlo, snímač plnicího tlaku a snímač množství nasávaného vzduchu. Při prvním pohledu do motorového prostoru bylo také vidět, že někdo musel nedávno měnit vysokotlaké palivové čerpadlo, což svědčilo o tom, že se někdo pokoušel závadu nalézt pravděpodobně ještě v Německu. V duchu jsem si říkal, že to jsou jenom dohady, a pustil jsem se do diagnostiky.

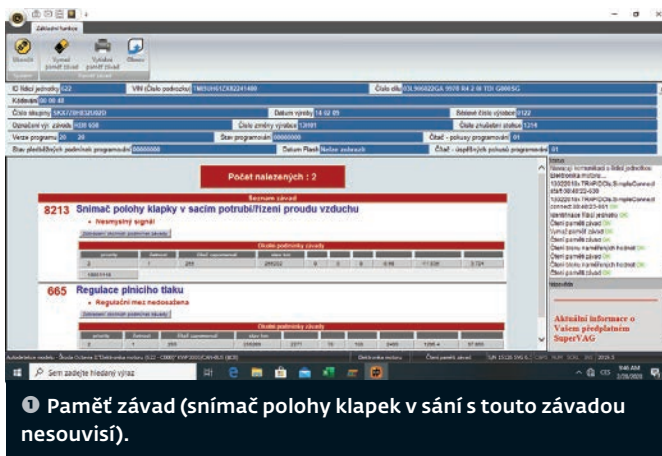
Vstupní měření

Začal jsem sériovou diagnostikou přístrojem VCDS. Na obr. 1 je obsah paměti závad. Po jejím vymazání a následně vyvolání závady při zkušební jízdě se stejná chybová hláška téměř vždy uložila znovu.

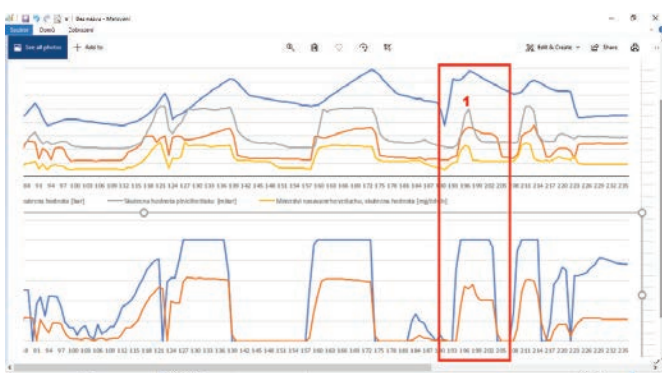
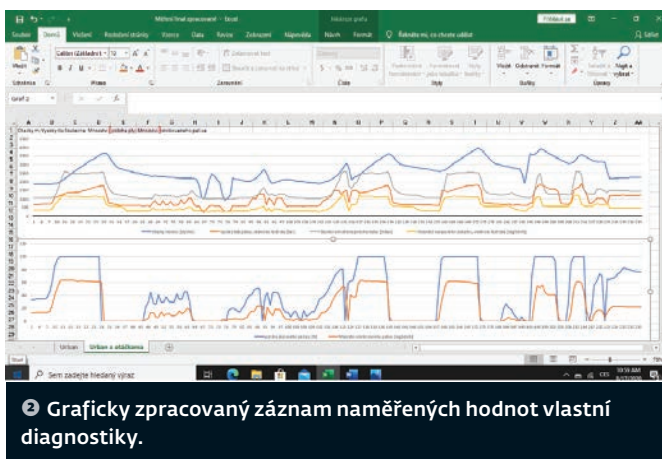
Proč motor takto zpomalí?

Že nejde o chybu v systému přeplňování, jsem trochu předpokládal a říkal jsem si, že ztráta či nedosažení plnicího tlaku bude spíše následkem náhlého zpomalení motoru při projevu závady.





Poskládal jsem si tedy do bloku naměřené hodnoty: otáčky motoru, polohu plynového pedálu, plnicí tlak, množství nasávaného vzduchu, dobu hlavního vstřiku a tlak paliva v railu. Spustil jsem nahrávání naměřených hodnot a vydal se na zkušební jízdy, abych zá vadu vyvolal a z oněch hodnot nahrál log. Ze záznamu naměřených hodnot jsem v programu Microsoft Excel vytvořil grafy (obr. 2) a pustil se do jejich analýzy. Na obr. 3 je detail grafu, který je ze záznamu v okamžiku projevu závady.

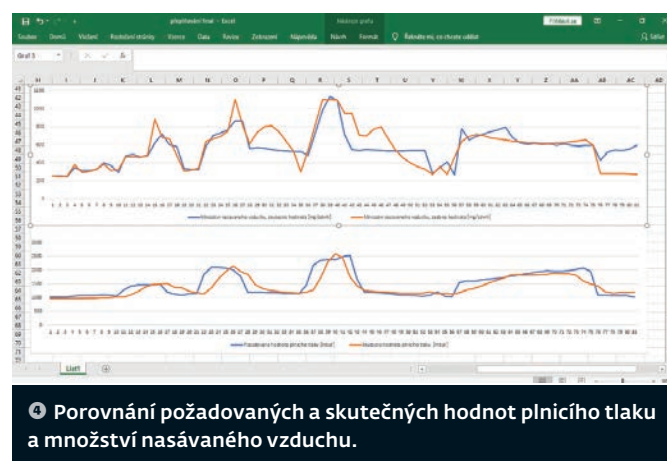


V červeném rámečku (obr. 3) je označen záznam v okamžiku projevu závady: Plynový pedál je sešlápnut na 100 %, množství vstřikovaného paliva se zvyšuje a společně s tím se zvyšují otáčky motoru, množství nasávaného vzduchu i plnicí tlak a motor akceleruje. V bodu 1 dochází k prudké ztrátě výkonu motoru, což je vidět na prudkém poklesu plnicího tlaku, množství vzduchu a otáček motoru. Množství vstřikovaného paliva zůstává naopak stále na stejné hodnotě a mírně klesne až po chvíli, což je následek snížení množství nasávaného vzduchu, kdy se řídicí jednotka snaží udržet v limitu kouřivosti. Z toho je jasné, že řídicí jednotka výkon motoru nijak neomezuje. Tlak paliva v railu sice po chvíli také mírně klesá, ale to je následek poklesu otáček motoru a tím i tlaku vysokotlakého čerpadla. Tlak se však stále drží na dostatečně velké hodnotě pro požadovaný výkon motoru.

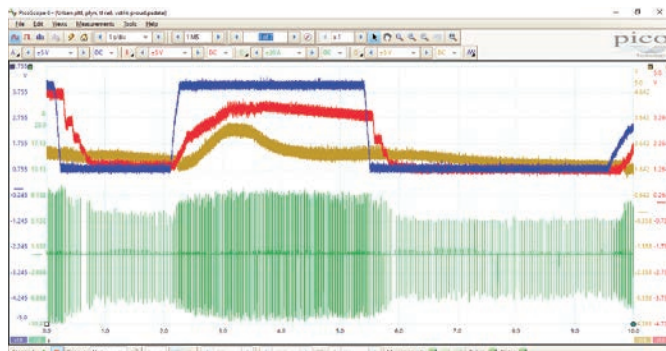
Z těchto záznamů lze vyčíst, že tlak paliva i délka vstřiku jsou v okamžiku projevu závady v pořádku, ale motor přes to prudce zpomalí. Sice jsem tam zá vadu nepředpokládal, ale pro jistotu jsem si tím ověřil fungování regulace plnicího tlaku a systému nasávání vzduchu.

„Vzduchem“ to není

Na obr. 4 je graficky zpracovaný záznam naměřených hodnot, tentokrát z průběhu plnicího tlaku a množství nasávaného vzduchu. Porovnával jsem požadované a skutečné hodnoty v různých režimech a také jsem provedl fyzickou kontrolu turbodmychadla, cesty plnicího vzduchu, klapky v sacím potrubí a pro jistotu jsem zkontroloval i rozdíl tlaků před a za filtrem pevných částic. To vše bylo, jak jsem předpokládal, v pořádku. I kdyby byla nějaká závada v systému přeplňování nebo by motoru chyběl vzduch a projevilo se to ztrátou výkonu, pravděpodobně by nedošlo k tak prudkému poklesu výkonu jako v tomto případě. Systém vzduchu, přeplňování a výfuku jsem tedy mohl opustit a vrátit se k předchozím měřením.



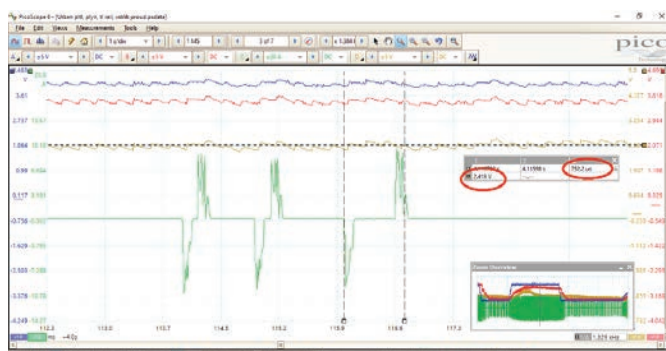
Pro jistotu a větší přesnost jsem si informace získané z logování naměřených hodnot ověřil ještě pomocí osciloskopického měření. Použil jsem opět svůj oblíbený Picoscope 3000 a naměřené oscilogramy i s popisy jsou na obr. 5, obr. 6 a obr. 7.



5 Oscilogram záznamu v okamžiku projevu závady:
modrá křivka: poloha plynového pedálu
červená křivka: tlak paliva v railu
žlutá křivka: plnicí tlak
zelená křivka: proud piezoventilu vstřikovače 1. válce



6 Detail záznamu v okamžiku, kdy motor ještě akceleruje:
 • plynový pedál sešlápnutý na 100 %,
 • tlak paliva v railu přibližně 1 800 bar (odpovídá napětí na snímači 3,5 V),
 • napětí signálu plnicího tlaku je 3 V (odpovídá hodnotě plnicího tlaku 2 000 mbar),
 • délka hlavního vstřiku cca 750 mikrosekund.



7 Zobrazení v okamžiku, kdy již motor ztratil výkon:
 • napětí signálu plnicího tlaku = 2,4 V, plnicí tlak klesá;
 • délka hlavního vstřiku je stále přibližně 750 mikrosekund, tlak paliva v railu a poloha plynového pedálu zůstávají stále na stejných hodnotách.

Viceméně jsem si potvrdil to, co jsem věděl už z logu. Tedy že v okamžiku, kdy dojde ke ztrátě výkonu motoru, a tím samozřejmě i k poklesu plnicího tlaku, potažmo i množství nasávaného vzduchu, buď řídicí jednotka ventily vstřikovačů tak, že jsou stále otevřené a že tlak paliva v railu je

dostatečně vysoký, takže by mělo být vstřikováno dostatečné množství paliva, aby motor akceleroval. Evidentně vstřikování paliva selhává. No, a když je dostatečný tlak a dostatečná doba vstřiku, dostatek vzduchu, a přesto motor nejede, je nasnadě se zaměřit na mechanickou část vstřikovačů.

Podezření na vstřikovače

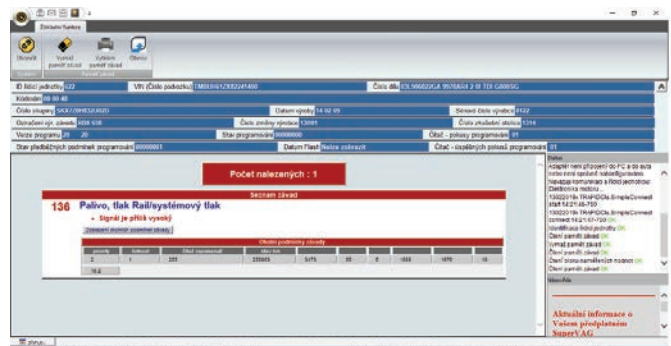
Doporučil jsem kolegovi ze servisu, který k nám auto přivezl, nechat provést analýzu vstřikovačů v diesel servisu a následně je nechat opravit, případně vyměnit. Všechno se mi jevilo být jasné, věci do sebe logicky zapadaly a já jsem si liboval, že mám další vyřešený případ.

Ale to vše jen do doby, než se ozvali z diesel servisu. Výsledek analýzy vstřikovačů byl takový, že tři z nich jsou v pořádku a u jednoho takzvaně „utíká“ nafta do přeřadu. Nechali jsme jej sice opravit, ale já už jsem začínal tušit, že to příčinou závady nebude. Kdyby totiž motor ztrácel výkon tím, že u jednoho vstřikovače „uteče“ palivo do přeřadu, muselo by to být vidět na tlaku paliva v railu, který by v takovém případě musel klesat, což se nedělo.

Jsem opět na začátku

Vzal jsem si tedy auto ještě jednou a začal s měřením znovu od začátku. Chtěl jsem si být jistý, že jsem nikde nic nepřehlédl. Znovu jsem prováděl dynamická měření jak metodou logování naměřených hodnot vlastní diagnostiky, tak pomocí osciloskopické analýzy.

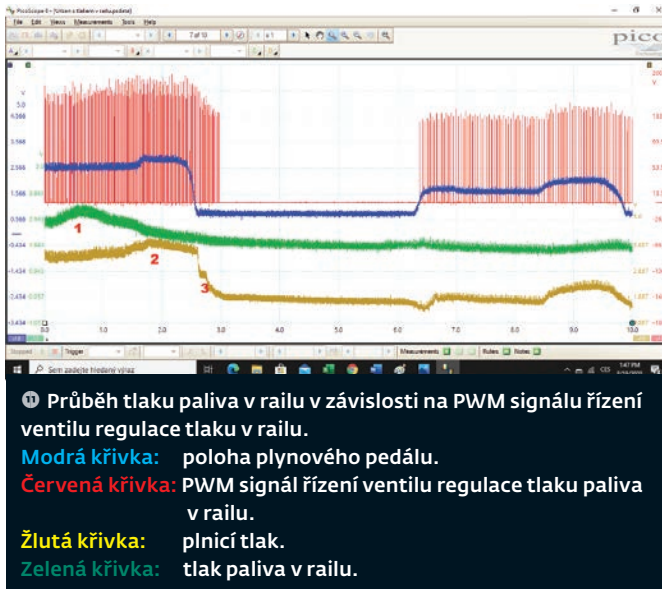
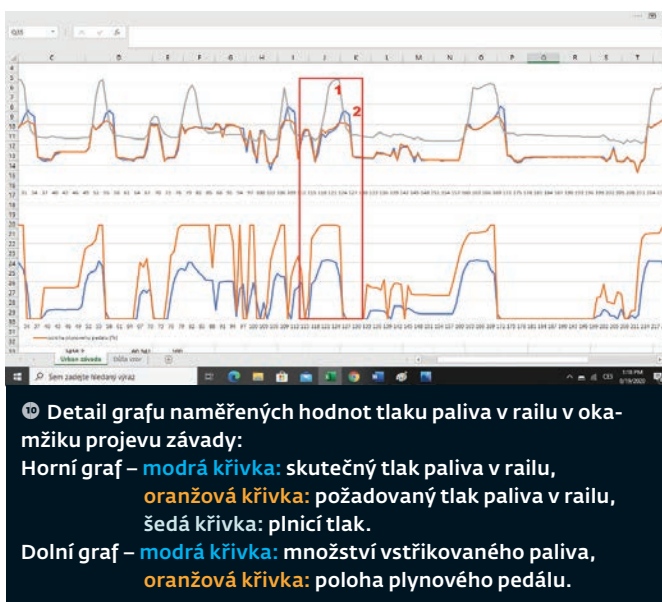
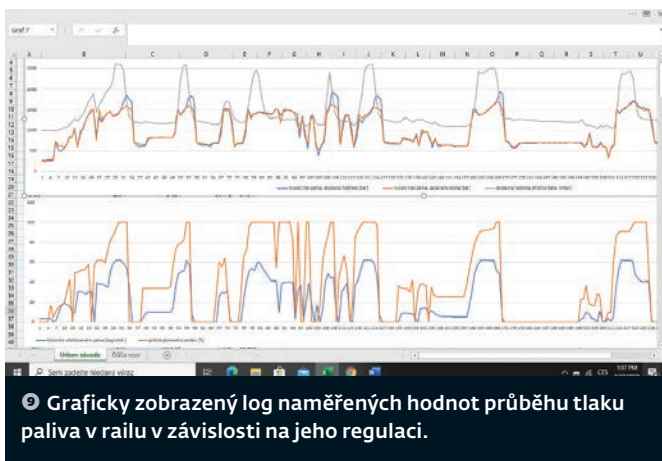
Všechno mě ale stále vedlo ke vstřikovačům jako poprvé. Přece jen se po opravě vstřikovače, který „utíkal“ do přeřadu, jedna změna v měření objevila. Ve chvíli, kdy dojde ke ztrátě výkonu motoru, což je v měření vidět jako pokles plnicího tlaku, dojde k chvilkovému zvýšení tlaku paliva v railu. Dokonce se podařilo vyvolat uložení chybové hlášky o příliš vysokém tlaku paliva do paměti závad řídicí jednotky (obr. 8). Stačilo po ztrátě výkonu motoru nechat delší dobu sešlápnutý plynový pedál. Rozhodl jsem se tedy tento jev ještě řádně prozkoumat.



8 Paměť závad řídicí jednotky motoru při projevu závady po opravě vstřikovače.

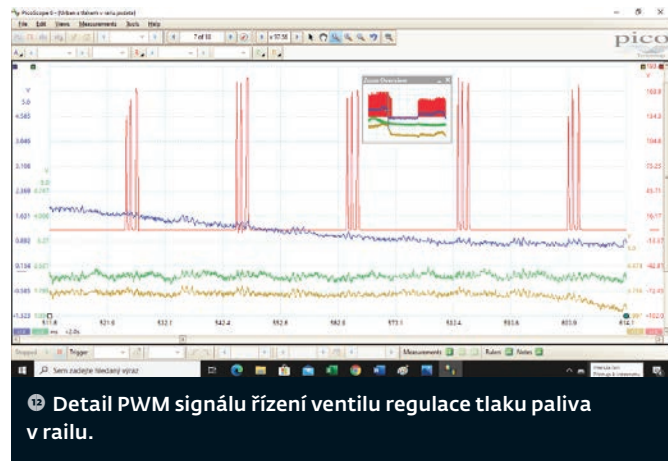
Viníkem je možná nesprávný tlak paliva

Na obr. 9, obr. 10, obr. 11 a obr. 12 jsou opět nejprve logy a po-



tom oscilogramy z průběhu tlaku paliva v railu v závislosti na požadovaném tlaku v railu, jaký se snaží nastavit řídicí jednotka pomocí ventilu regulace tlaku v railu, a na poloze plynového pedálu.

V červeném rámečku (obr. 10) je označen záznam v okamžiku projevu závady: Plynový pedál je sešlápnut na 100 % ,



množství vstříkovaného paliva se zvyšuje a společně s tím se zvyšuje i plnicí tlak a požadovaný i skutečný tlak v railu. V bodě 1 dochází k prudké ztrátě výkonu motoru viditelné na poklesu plnicího tlaku. Skutečný tlak paliva v railu se při tom prudce zvýší, zatímco požadovaný zůstává na přibližně stejné hodnotě. Ke snížení tlaku paliva v railu dochází až v bodě 2, když je uvolněn plynový pedál.

Téměř jasně udělalo až měření osciloskopem...

Věnujte prosím pozornost levé části obr. 10: Plynový pedál je sešlápnut, vozidlo akceleruje, plnicí tlak stoupá. S tím je spojen lehký pokles tlaku paliva v railu způsobený delším otevřením ventilů vstříkovačů. To je v pořádku. V bodě 1 dochází opět k prudké ztrátě výkonu motoru viditelné na poklesu plnicího tlaku. Tlak paliva v railu skokově stoupne, což je vidět v bodě 2, a klesne až po uvolnění plynového pedálu v bodě 3. Stav PWM signálu řízení regulačního ventilu tlaku paliva v railu je však od bodu 1 až do bodu 3 stále stejný, což je vidět v detailu na obr. 10.

Skutečný tlak paliva v railu se tak od požadovaného opravdu v okamžiku projevu závady liší, ale jeho regulace řídicí jednotkou, respektive ventilem regulace tlaku, je v pořádku. Řídicí jednotka totiž při výpočtu požadovaného tlaku paliva počítá nejenom s buzením ventilu regulace tlaku, ale také s délkou vstříku.

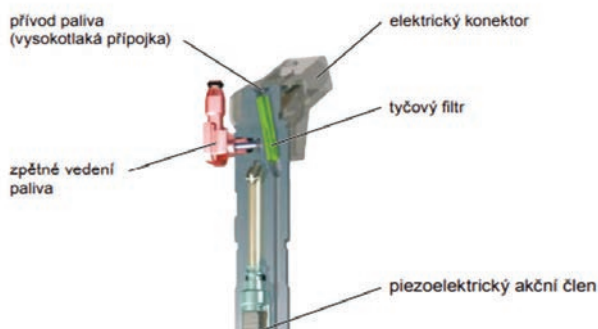
Bludný kruh – opět vstříkovače

Když jsem si dal v hlavě dohromady všechny naměřené hodnoty při projevu závady, vyšlo mi to takhle: Po sešlápnutí plynového pedálu (požadavek řidiče na výkon motoru) otevře řídicí jednotka ventily vstříkovačů na vstříkování maximálního množství paliva pro daný výkon. Zároveň vybudí cívku ventilu regulace tlaku paliva na jeho uzavření a čerpadlo tak vytvoří požadovaný tlak paliva. Motor akceleruje a s tím roste i plnicí tlak a množství nasávaného vzduchu. Všechno funguje, jak má. Najednou však dojde k prudké ztrátě výkonu motoru, což se projeví rovněž prudkou ztrátou plnicího tlaku a množství nasávaného vzduchu. Tlak paliva při tom skokově stoupne, ale jak píší v popisu u obrázku, požadovaný tlak paliva v railu (buzení ventilu regulace tlaku) i požadovaná délka vstříku (buzení piezoelementů vstříkovačů) jsou →

řídící jednotkou nastavovány stále na vysoký tlak a dlouhou dobu vstříku, tedy na vysoký výkon a klesnou až po uvolnění plynového pedálu. Řídící jednotka tedy počítá s dlouhou dobou vstříku a tomu uzpůsobuje i tlak v railu. Skokový nárůst tlaku v okamžiku ztráty výkonu je tak způsoben tím, že vstřikovače přestanou vstříkovat palivo. Prostě je něco musí uzavírat. Ale co, když elektricky jsou jejich ventily otevřeny?

Přestávka na prostudování funkce vstřikovače

Rozhodl jsem se tedy vrátit ke knihám. V samostudijních materiálech společnosti Robert Bosch jsem si vyhledal přesné nákresy a popis funkce konkrétních vstřikovačů a snažil jsem se logicky dohledat, kde by uvnitř některého z nich mohla nastat taková závada, jejímž následkem by došlo k mechanickému uzavření všech vstřikovačů v režimu vysokého výkonu motoru (dlouhé doby otevření vstřikovače). Jak jsem tak nad tím přemýšlel a opakoval si znalosti fungování commonrailového vstřikování, přišla mi na mysl jedna věc, kterou jsem znal již dávno, ale teď jsem ji prostě opomněl. Na obr. 1 je schéma commonrailového vstřikovače s piezoelementem, jenž je použit u tohoto vozu.



1 Schéma vstřikovače s piezoelektrickým akčním členem.

Palivo pod vysokým tlakem se dostává z railu do vstřikovače přes vysokotlakou přípojku a kanálky uvnitř vstřikovače je rozvedeno pod jehlu trysky i nad ni. Když je piezoelement vstřikovače uzavřený, je tlak paliva pod i nad jehlou trysky stejný, a jehla je navíc stlačována pružinou do svého sedla, a vstřikovače jsou tak uzavřeny. Když je však na piezokrystal přivedeno potřebné napětí, začnou se deformovat a stahovat, čímž je uvolňován prostor nad jehlou trysky. Ventil nad jehlou se tak tlakem paliva otevře (toto je nutné si zapamatovat) a palivo se z prostoru nad jehlou trysky postupně odpouští do zpětného vedení. Tím dojde ke snížení tlaku paliva nad jehlou a vysoký tlak paliva, který zůstal v prostoru pod ní, ji začne nadzvedávat proti síle pružiny. Tak dojde ke zdvihnutí jehly a vstříku paliva. Když se má palivo přestat vstříkovat, obrátí řídící jednotka polaritu buzení piezokrystalu, čímž dojde opět k jeho roztahnutí a k uzavření ventilu nad jehlou. Tím dojde k vyrovnání tlaků paliva pod a nad jehlou a ta je silou pružiny zatlačena zpět do sedla a vstřík je uzavřen.

Výše jsem psal, že je třeba si zapamatovat, že k otevření ventilu nad jehlou trysky dojde tlakem paliva v prostoru nad jehlou. Po dobu, kdy má vstřikovač zůstat otevřený, musí tedy být v prostoru nad jehlou takový tlak, aby přemohl sílu pružiny ventilu nad jehlou. K tomu slouží další ventil, který je umístěn vně na zpětném vedení od vstřikovačů a má za úkol udržovat tlak 10 MPa ve zpětné větvi od vstřikovačů.

Heuréka!

Když jsem si tuhle skutečnost uvědomil, chyběl mi k vyřešení závady už jenom krůček. Zapojoval jsem tedy na zpětné vedení paliva od vstřikovačů tlakoměr a skutečně.

Místo požadovaných 10 MPa se tlak nedostal ani na 1 MPa. Pokud tedy běžel motor na volnoběh nebo v nízké zátěži a doba vstříku (otevření vstřikovačů) byla krátká, nestačil tlak paliva v prostoru nad jehlou tak rychle klesnout a ventily nad jehlami ve vstřikovačích zůstaly otevřené. Když byl ale motor ve vysoké zátěži a doba vstříku dlouhá, stačil tlak v prostoru nad jehlou klesnout tak, že již nepřemohl sílu pružin ventilů nad jehlami vstřikovačů a ty se uzavíraly. Následně docházelo vlivem vyrovnání tlaků pod a nad jehlou k uzavření trysek vstřikovačů a přerušování vstřikování, což mělo za následek onu prudkou ztrátu výkonu motoru. Vyměnil jsem zpětné vedení s ventilem za nové a provedl znovu zkušební jízdy. V žádném režimu se již závada neprojevila a motor krásně fungoval.

Zbývá ještě vysvětlit, proč k výše popsanému skokovému zvýšení tlaku paliva v railu v okamžiku projevu závady začalo docházet až po opravě vstřikovače, který i v uzavřeném stavu propouštěl tlak paliva do zpátečky. Ale myslím, že teď už je to všem jasné. Když došlo ke skokovému zvýšení tlaku paliva v railu vlivem výše popsaného uzavření vstřikovačů a jeden z nich byl uvnitř netěsný, stačil přes něj přetlak paliva „utéct“ do zpátečky, a proto byl vidět onen nárůst tlaku až po opravě netěsného vstřikovače.

Závěr

Věděl jsem sice již dávno dříve, jak tento systém funguje a že je jeho součástí ventil, který udržuje přetlak ve zpětném vedení paliva od vstřikovačů. Za jakým účelem, jsem věděl také. Troufnu si říci i to, že jsem při měření postupoval od začátku logicky a výsledek se mi zdál jasný. Jen jsem opomněl počítat s funkcí součástky, kterou (jak píše) jsem znal již dávno, ale nenapadlo mě, že by mohla takovouto závadu způsobit. Říkám „Jen jsem opomněl“, ale taková věc dokáže diagnostika snadno svést na scestí. Pro mě jsou takovéto případy vždy poučením, že si nikdy nemám myslet, že již všechno znám a nedělám žádné chyby.

V našem řemesle je zkrátka třeba se stále zajímat o nové věci a ty, které již známe, si opakovat, a to i v případech, kdy si myslíme, že už nás na nich nemůže nic překvapit. ■