

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

Vliv chiptuningu na kouřivost motoru
vozidla Škoda Octavia 1.9 TDI – 81kW
Tomáš Kalianko

Bakalářská práce
2010

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Tomáš KALIANKO**
Studijní program: **B3709 Dopravní technologie a spoje**
Studijní obor: **Dopravní prostředky-Silniční vozidla**

Název tématu: **Vliv chiptuningu na kouřivost motoru vozidla Škoda Octavia 1.9 TDI - 81kW**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Podstata chiptuningu a jeho přínosy a negativa 2. Konstrukční provedení motoru vozidla Škoda Octavia 1.9 TDI- 81kW 3. Popis systému vstřikování a řízení motoru elektronickými prvky 4. Požadavky na hardwarové a softwarové vybavení pro chiptuning vozidla Škoda Octavia 1.9 TDI - 81kW 5. Popis chiptuningu 6. Vliv chiptuningu na kouřivost motoru vozidla Škoda Octavia 1.9 TDI - 81kW

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

- [1] Cedrych M.R., Schwarz J.: Automobily Škoda Octavia. Grada Publishing a.s., Praha 2004, ISBN 80-247-0657-1 [2] Růžička B.: Jak na chiptuning. Grada Publishing a.s., Praha 2008, ISBN 978-80-251-2096-5 [3] Vlk F.: Automobilová elektronika 3: Systémy řízení motoru a převodů, Nakladatelství a vydavatelství František Vlk, Brno 2006, ISBN 80-239-7063-1 [4] Gregora, S., Mašek, Z.: Elektronické a mechatronické systémy v konstrukci silničních vozidel, skriptum Univerzity Pardubice, Pardubice 2008, ISBN 978-80-7395-082-8 [5] Takáts, M.: Měření emisí spalovacích motorů, skriptum ČVUT, Praha 1997, ISBN 80-01-01632-3

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Jaromír Folvarčný

Katedra dopravních prostředků a diagnostiky

Datum zadání bakalářské práce: **20. února 2009**

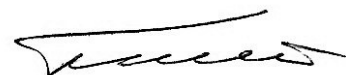
Termín odevzdání bakalářské práce: **1. června 2009**



prof. Ing. Bohumil Culek, CSc.

děkan

L.S.



doc. Ing. Miroslav Tesař, CSc.

vedoucí katedry

dne

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Pardubicích dne 28.5.2010

Tomáš Kalianko

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucímu bakalářské práce Ing. Jaromíru Folvarčnému za cenné připomínky a rady k vypracování této práce, autoservisu L&B Auto Universal S.R.O., především panu Jiřímu Langovi ml. za poskytnutí objektu úpravy včetně měřicí techniky a potřebného zázemí. Dále bych chtěl poděkovat mé rodině, včetně mé přítelkyně Petry Tomáškové a její rodiny za podporu při vypracování této práce i během celého studia.

Název

Vliv chiptuningu na kouřivost motoru vozidla Škoda Octavia 1.9 TDI – 81kW

Anotace

V této práci se věnuji „chiptuningu“, především jeho vlivu na emise. Toto téma se stává stále populárnějším z důvodu velké oblíbenosti těchto motorů. V této problematice mne zaujala zejména protichůdnost výsledků chiptuningu – zvýšení výkonu a zároveň snížení spotřeby. Z těchto důvodů jsem rozhodl pro alespoň částečné objasnění těchto skutečností.

Klíčová slova

chiptuning, Škoda Octavia, TDI, emise

Title

Chiptuning influence on the smokiness of the vehicle engine Skoda Octavia 1.9TDI – 81kW

Annotation

This Bachelor thesis deals with „chiptuning“, especially its impact on emissions. This topic is becoming increasingly popular because of the wide popularity of these engines. In this issue interested me particularly contradictory results of chiptuning - increasing performance while reducing fuel consumption. For these reasons I decided to at least a partial explanation of these facts.

Keywords

chiptuning, Skoda Octavia, TDI, emissions

Obsah

Obsah	7
Úvod.....	9
1 Podstata chiptuningu a jeho přínosy a negativa.....	11
1.1 Co je to chiptuning?.....	11
1.2 Přínosy chiptuningu	12
1.3 Negativa chiptuningu.....	13
2 Konstrukční provedení motoru 1.9 TDI 81kW (AHF).....	15
2.1 Základní charakteristika.....	15
2.2 Přehled systému elektronického řízení motoru AHF	17
2.3 Snímače, čidla a spínače	18
2.3.1 Snímač polohy pedálu akcelerace G79.....	18
2.3.2 Snímač otáček motoru G28.....	19
2.3.3 Snímač množství nasávaného vzduchu G70.....	20
2.3.4 Snímač tlaku a teploty nasávaného vzduchu (T-MAP) G71, G72	21
2.3.5 Snímač polohy regulačního šoupátka G149	21
2.3.6 Snímač teploty paliva G81	22
2.3.7 Čidlo teploty chladicí kapaliny G62	23
2.3.8 Snímač atmosférického tlaku F96.....	24
2.3.9 Spínač brzdových světel F a spínač brzdového pedálu F47	24
2.3.10 Spínač spojkového pedálu F36	25
2.3.11 Svorka DF alternátoru.....	26
2.3.12 Rychlost (kontakt 43).....	26
2.3.13 Vedení W (kontakt 45)	26
2.3.14 Signály klimatizace (kontakt 48).....	26
2.4 Akční členy	27
2.4.1 Uzavírací ventil přívodu paliva N109.....	27
2.4.2 Kontrolka předžhavování K29.....	27
2.4.3 Žhavicí svíčky pro vyhřívání chladicí kapaliny Q7.....	28
2.4.4 Žhavicí svíčky (pro motor) Q6	29
2.4.5 Nastavovač množství paliva N146	29
2.4.6 Ventil počátku vstříku N108.....	31
2.4.7 Ventil omezování plnicího tlaku vzduchu N75	32
2.4.8 Ventil pro zpětné vedení výfukových plynů N18.....	33

2.4.9	Přepínací ventil škrťící klapky N239	33
2.4.10	Spotřeba (konektor 18)	34
2.4.11	Otáčky motoru (konektor 6)	34
3	Popis systému vstřikování a řízení motoru elektronickými prvky	35
3.1	Řízení vstřikovaného množství.....	35
3.1.1	Hodnota datového pole pro vstřikované množství	36
3.1.2	Regulace volnoběžných a maximálních otáček	36
3.1.3	Nastavení množství při startu	37
3.1.4	Aktivní potlačení cukavého chodu	37
3.1.5	Omezení kouřivosti.....	37
3.1.6	Řízení počátku vstřiku (předvstřiku)	37
3.1.7	Přehled systému regulace plnicího tlaku	39
3.1.8	Přehled systému žhavení	41
4	Požadavky na hardwarové vybavení pro chiptuning.	43
4.1	Požadavky na hardware podle typu paměťového obvodu	43
4.1.1	ROM, PROM, EPROM, EEPROM.....	43
4.1.2	Flash EPROM	45
4.2	Požadavky na software k chiptuningu	45
4.2.1	Checksum.....	46
5	Popis chiptuningu	48
6	Vliv chiptuningu na kouřivost motoru 1.9 TDI 81kW (AHF).....	50
6.1	Měření emisí vznětových motorů	50
6.1.1	Měření kouřivosti filtrační metodou	51
6.1.2	Opacimetrie.....	52
6.1.3	Měření emise pevných částic	53
6.2	Předpisy pro hodnocení emisních parametrů spalovacích motorů	53
6.3	Vlastní měření kouřivosti vozidla Škoda Octavia	55
6.3.1	Měření kouřivosti motoru před a po úpravě	55
7	Závěr	58
	Seznam tabulek	59
	Seznam obrázků.....	60
	Seznam použité literatury	62
	Seznam použité literatury	62

Úvod

V posledních 10 letech došlo v automobilovém průmyslu ke značnému rozšíření naftových motorů. Dříve byl naftový motor považován za velice pragmatickou volbu, která neměla co dělat s potěšením řídit automobil. Naftové motory byly hlučné, málo spolehlivé, výrobně nákladné a také málo výkonné v porovnání se stejně objemným benzínovým motorem. Tyto aspekty bohužel nevyvážila nízká spotřeba těchto agregátů a ani vyšší točivý moment. Dnes už ale toto říct nemůžeme, nyní majitel vozu s naftovým motorem odpovídá obrazu prozíravého, techniky znalého a moderního řidiče, který se projíždí v luxusním a silném autě. Automobily s dieslovým motorem se dnes řadí mezi prestižní vozy a pod jejich kapotami často najdeme ty nejpokrokovější technologie, které jsou na trhu dostupné.

Ve vývoji naftových motorů vidím dva zásadní zlomy, které považuji za nejdůležitější. Jedním z nich je nástup přepřínování turbodmychadlem, druhým je elektronicky řízené přímé vstřikování nafty do válců. Tyto technologie současně poprvé použila v sériovém motoru, vyvíjeným týmem vedeným Richardem Bauderem (který stále vede vývoj TDI motorů u Audi), automobilka Audi již v roce 1989 a to ve voze Audi 100 2.5 TDI. Jednalo se o řadový pětiválec o objemu 2461 cm³, s elektronicky řízeným rozdělovacím rotačním vstřikovacím čerpadlem Bosch VP a přepřínovaným turbodmychadlem KKK K16, označený 1T. Motor měl výkon 88kW (120ps) a maximální točivý moment 265N.m při 2250 min⁻¹. Díky tomu se model Audi 100 (C3) 2.5 TDI s největší rychlostí téměř 200 km/h zařadil do klubu rychlých cestovních vozů, zároveň však udivoval nízkou spotřebou paliva jen 5,7 l/100 km.[1]

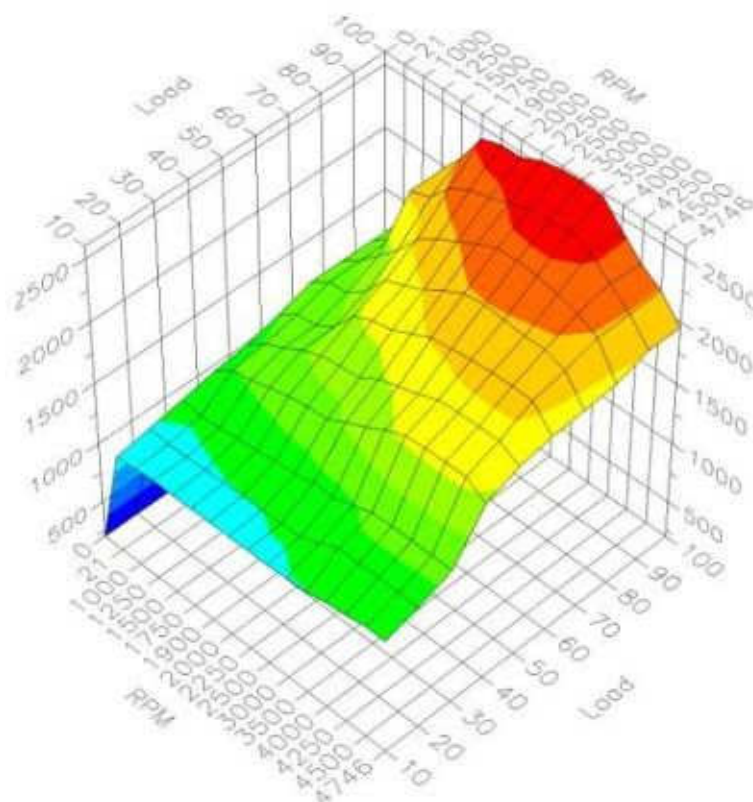
Nevýhoda tohoto vozu byla ovšem velmi vysoká cena. Z mého pohledu má na rozšíření naftových motorů v posledních letech největší zásluhy veleúspěšný motor 1.9 TDI, který se v různých výkonových a drobných konstrukčních modifikacích vyrábí od roku 1991 dodnes. Poprvé byl tento motor o výkonu 66kW a točivém momentu 182N.m použit ve voze Audi 80, s označením 1Z. Díky použití motoru ve vozech nižších středních tříd a později i malých vozů došlo právě k jeho opravdu velkému rozšíření a značné oblíbenosti. Ještě dnes je o ojeté vozy s tímto původním motorem 1Z stále velký zájem. Tento motor se mezi širokou ale i odbornou veřejností stal doslova fenoménem. Dodnes je vzorem spolehlivosti a výkonu.

Některým lidem ale nestačil výkon tohoto motoru a začali přemýšlet, jakým způsobem by se dal zvětšit. Zvláště když se začaly nasazovat naftové motory v motorsportu, bylo jen otázkou času, kdy se takové úpravy začnou prosazovat i do běžného provozu. Nejjednodušší cestou vyššího výkonu takového motoru je právě chiptuning. Ve většině případů lehkého navýšení výkonu motoru postačuje právě jen chiptuning, protože sériové motory jsou záměrně konstrukčně předimenzované. Úkolem této práce je zjistit, jaký má chiptuning vliv na ekologii provozu takového vozu.

1 Podstata chiptuningu a jeho přínosy a negativa

1.1 Co je to chiptuning?

Chiptuning je softwarová úprava dat v elektronické řídicí jednotce motoru (ECU). Data v ECU jsou uložena na paměťovém obvodu (tzv. „chipu“), který obsahuje instrukce a nastavení regulující kompletní chod motoru za všech podmínek, které mohou v provozu nastat. Těmto datům uloženým v ECU se říká datové (popř. vstřikovací) mapy. Řídicí jednotka získává a zpracovává zcela přesné informace ze snímačů o teplotách, tlacích, zatížení motoru (tlaku v sacím potrubí), otáčkách motoru, rychlosti jízdy, množství nasávaného vzduchu aj. Na základě vstupních hodnot, získaných z těchto senzorů a dalších specifických podmínkách jízdy, řídicí jednotka reguluje výstupní hodnoty podle datových map v ní uložených, jako je množství vstřikovaného paliva, délka vstřiku, předvstřík (popř. předstih zážehu u zážehových motorů), plnicí tlak turbodmychadla a jiné veličiny. Principem chiptuningu je změnit datové (vstřikovací) mapy takovým způsobem, aby se zvednul výkon motoru.



Obr. 1.01 Datová (vstřikovací) mapa [1]

Datová mapa je závislost jedné závislé proměnné na dvou nezávislých proměnných, např. množství paliva (Fuel value) na otáčkách motoru (RPM) a zatížení motoru (Load).

Proč ovšem takovéto nastavení motoru nepoužívají výrobci? Protože jsou limitováni celou řadou faktorů. Musí při vývoji motoru a řídicí jednotky počítat s mnohem většími tolerancemi vstupních dat a hledat určitý kompromis mezi celou řadou požadavků. Nastavení motoru je pak kompromisem mezi optimální spotřebou paliva, výkonem, emisními limity aj. Protože jsou automobily vyráběny sériově, musí se počítat s provozem za všech podmínek. Je potřebné zohlednit rozdíly v kvalitě paliva v jednotlivých zemích, v neposlední řadě v některých zemích i výše pojistného podle výkonu motoru. Také se musí předpokládat, že ne každý majitel vozidla se o něj stará ideálním způsobem a tankuje pouze kvalitní palivo. Výrobci jsou tak nuceni k určitým kompromisům ve výkonech motorů tak, aby uspokojili co nejširší trh bez nutnosti vyrábět jeden motor s mnoha softwarovými verzemi pro každou zemi zvlášť. Nabízí tak velmi konzervativní program řídicí jednotky se slabším výkonem. Řídicí funkce jsou zpravidla tvořené s dostatečnými rezervami tak, že nevyužívají celý potenciál motoru. Zároveň si výrobce nemůže dovolit udávat nižší výkon než je reálný a ponechává si proto rezervu. V praxi to vypadá tak, že motory mají ve skutečnosti až o 10% vyšší výkon než udává výrobce.

1.2 Přínosy chiptuningu

Zásadní přínos této metody i hlavní důvod, proč se chiptuning provádí, je zvýšení výkonu a točivého momentu motoru, pokud možno v celém rozsahu otáček. To má za následek zlepšení pružnosti motoru. U přeplňovaných motorů uvádí výrobci nárůst výkonu a točivého momentu o přibližně 20 – 30 % (a to díky vyššímu tlaku turbodmychadla), u atmosférických zážehových motorů pak nárůst výkonu okolo 6 - 10 % a nárůst točivého momentu okolo 10 – 13 %. Výhody vycházející z tohoto poznání jsou jasné: bezpečnější předjíždění, rychlejší opuštění křižovatky, plynulejší jízda s plně zatíženým vozem atd.

Někteří úpravci dokonce slibují snížení spotřeby pohonných hmot až o 3 - 8%, ale podle mého názoru to více než na čemkoliv jiném závisí na řidiči a na tom, jak „těžkou“ má pravou nohu. Lze to vysvětlit poměrně jednoduše. Motor je složený z množství součástí, které vykonávají kruhový nebo přímočarý pohyb. Pohyblivé části

motoru, jež určují životnost motoru, např. ložiska, případně pístní kroužky, jsou dimenzovány na určitý počet cyklů (otáček). Při shodných provozních podmínkách platí pro každý motor, že čím více cyklů (otáček) vykoná, tím je opotřebovanější. To znamená, že pokud chceme, aby motor vydržel co nejdéle, měl by vykonat co nejméně cyklů. Pro ilustraci uvádím příklad:

Představme si dva shodné automobily jedoucí po té samé cestě. Vozidlo A má upravený motor, vozidlo B má motor sériový. Obě dvě vozidla jedou shodnou rychlostí 100 km/hod a mají shodné otáčky 3000 ot/min na 4 převodovém stupni... V tom začne silnice stoupat a jízdní odpor stoupne natolik, že vozidlo B s neupraveným motorem musí přeřadit na nižší převodový stupeň, pokud chce jet i nadále shodnou rychlostí.

Motor vozidla A i B při rychlosti 100 km/hod na 4 převodový stupeň udělá na dráze 100 km 180.000 otáček za hodinu. Vozidlo B se sériovým motorem při podřazení na 3 rychlostí stupeň zvýšilo otáčky motoru na 4000 ot/min, a proto na dráze 100 km dlouhé jeho motor udělá 240.000 otáček za hodinu namísto 180.000 otáček.

Samozřejmě je rozdíl i ve spotřebě paliva. Při větším počtu otáček je přímo úměrné více nasávacích cyklů. Z toho vyplývá, že jestliže byl motor upravený "s rozumem" v rámci jeho konstrukčních možností (motory jsou standardně upravovány na 70 až 80% jejich možností), nemůže se snížit jeho životnost! Při stejném stylu jízdy jako před tuningem se spotřeba paliva nezvýší, naopak u většiny automobilů se ještě sníží o cca 2 - 3%, dokonce u vozidel s turbodmychadly o ještě vyšší hodnoty. Samozřejmě v režimu jízdy, kdy se využívá zvýšený výkon motoru, je spotřeba vyšší, protože platí vyšší výkon = více paliva.[2]

1.3 Negativa chiptuningu

Kvalitní chiptuning má v podstatě jedinou zásadní nevýhodu a tou je ztráta záruky výrobce na vůz. Není to však úplně jednoznačné, protože, jak většina úpravců tvrdí, se nedá žádným způsobem zjistit, jestli je automobil upravený či nikoliv. Toto tvrzení nelze s jistotou potvrdit avšak ani vyvrátit.

Pokud se jedná o chiptuning nekvalitní, negativ je zde podstatně více. Hlavními jsou možnost poškození či totální destrukce motoru. Bohužel na první pohled není rozdíl mezi kvalitním a nekvalitním úpravcem patrný.



Obr. 1.02 Poškozený píst motoru po nekvalitním chiptuningu [11]

Dalším možným negativem, které chiptuning přináší, je zhoršení emisních vlastností motoru. Téměř všichni úpravci (především ti méně kvalitní) tvrdí, že jejich úprava nemá žádný vliv na produkované emise vozidla. Výsledek snažení takovýchto „odborníků“, kdy za vozidlem je kouřová clona jako kdyby se v něm spalovalo bůhví co, o leccčem vypovídá. Právě tomuto tématu se věnuji ve své práci.

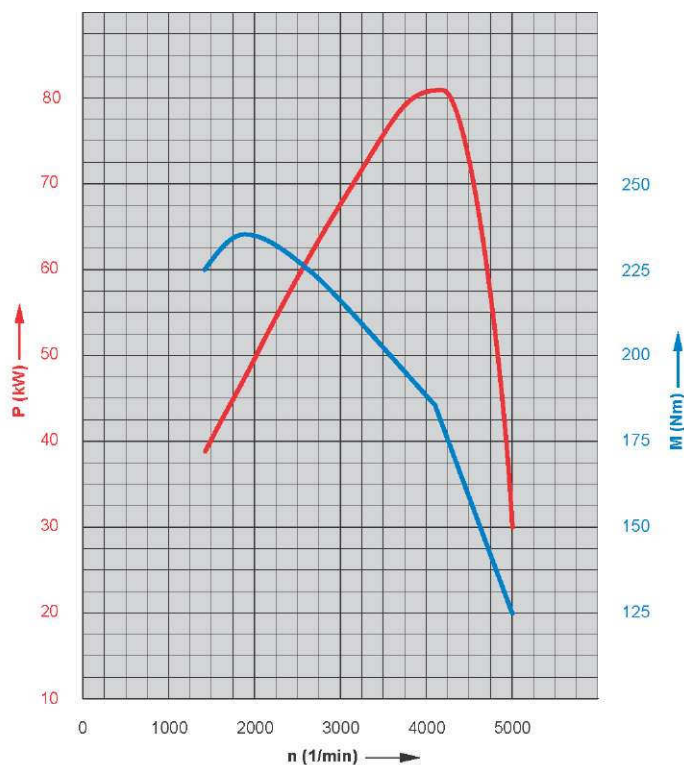
2 Konstrukční provedení motoru 1.9 TDI 81kW (AHF)

Motor vychází konstrukčně z motoru AGR (1.9 TDI 66kw). Jedná se tedy o vznětový řadový čtyřválec, uložený vpředu napříč, s přímým vstřikem paliva, přeplňovaný výfukovým turbodmychadlem. Od motoru AGR se tedy odlišuje hlavně systémem regulace plnicího tlaku. AGR používá výfukové turbodmychadlo Garrett 1544s, kde je plnicí tlak regulován pomocí tzv. wastegate, kdežto motor AHF používá turbodmychadlo Garrett 1749V, které reguluje plnicí tlak pomocí nastavitelných lopatek rozváděcího kola. Další odlišnosti jsou již jen minimální, např. trysky vstřikovačů s větším průměrem otvorů (205 μ m), jiné naladění řídicí jednotky apod.

2.1 Základní charakteristika

Objem	1896 cm ³
Vrtání x zdvih	79,5 x 95,5 mm
Kompresní poměr	19,5 : 1
Příprava směsi	Přímé vstřikování s elektronicky řízeným rozdělovacím vstřikovacím čerpadlem VP37
Pořadí vstřikování	1 – 3 – 4 – 2
Palivo	Nafta motorová, CČ min. 45
Čištění výfukových plynů	Zpětné vedení výfukových plynů a oxidační katalyzátor
Výkon	81 kW (110 koní) při 4150 1/min
Točivý moment	235 Nm při 1900 1/min

Tab. 2.01 Základní charakteristika motoru AHF

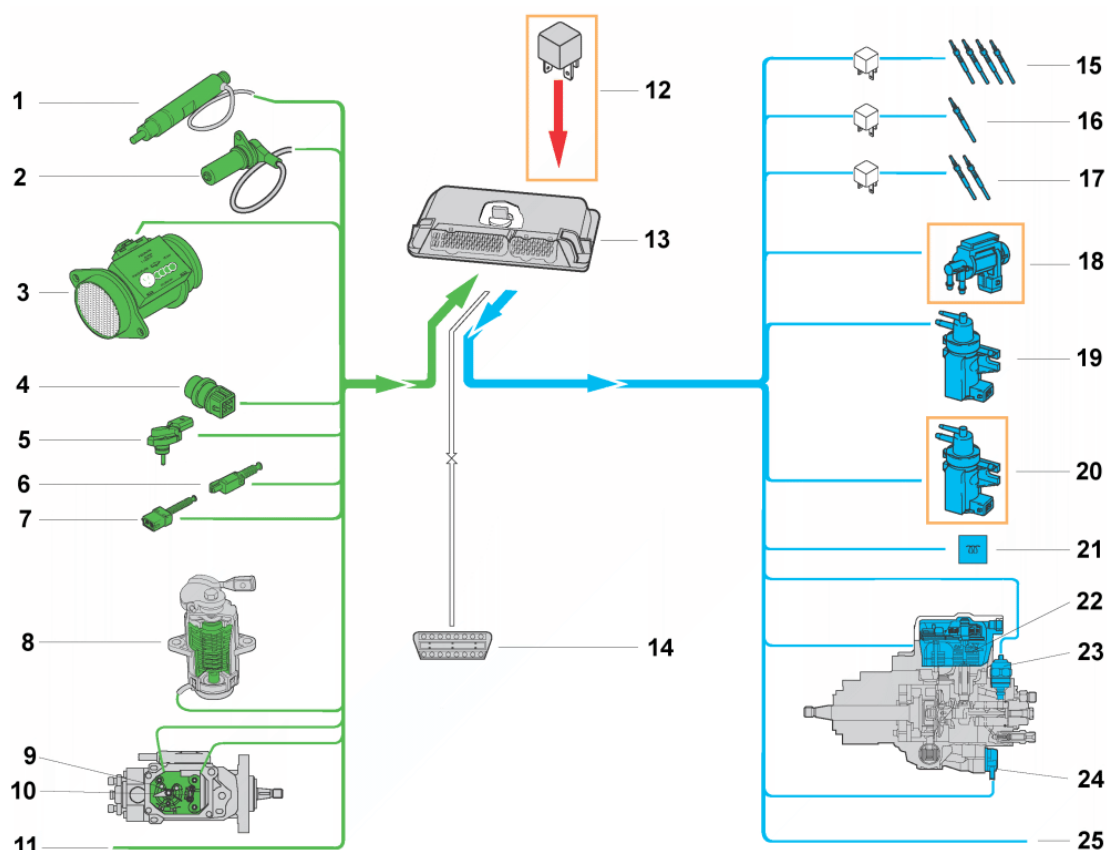


Obr. 2.01 Vnější charakteristika motoru AHF [9]

Motor je řízen elektronickou řídicí jednotkou (ECU) Bosch MSA 15 se systémem EDC 15. Tato řídicí jednotka má kontrolu nad množstvím vstřikovaného paliva, počátkem vstřiku, plnicím tlakem, zpětným vedením výfukových plynů, dobou žhavení a elektronickým vyhříváním chladicí kapaliny.

Předpokládám, že obecná konstrukce spalovacího motoru je čtenáři známa, proto se budu věnovat v této kapitole pouze konstrukci snímačů, čidel a akčních členů, které mají vliv na elektronické řízení motoru.

2.2 Přehled systému elektronického řízení motoru AHF



Obr. 2.02 Přehled systému elektronického řízení motoru AHF [9]

1. snímač zdvihu jehly G80
2. snímač otáček motoru G28
3. snímač množství nasávaného vzduchu (MAF) G70
4. čidlo teploty chladící kapaliny
5. snímač tlaku a teploty nasávaného vzduchu (T-MAP) G71, G72
6. spínač brzdového pedálu F47
7. spínač spojkového pedálu F36
8. snímač polohy pedálu akcelerace G79 s koncovým spínačem volnoběžných otáček F60 a spínač pohybu pedálu akcelerace F8
9. snímač polohy regulačního šoupátka G149
10. snímač teploty paliva G81
11. další signály (např.: klimatizace, svorka DF, ...)
12. relé řídicí jednotky J322
13. řídicí jednotka motoru J248 se snímačem atmosférického tlaku F96
14. diagnostický konektor OBD

15. žhavicí svíčky Q6 a relé J52 (pro motor)
16. žhavicí svíčka Q7 a relé J359 (pro chladící kapalinu)*
17. žhavicí svíčky Q7 a relé J360 (pro chladící kapalinu)*
18. přepínací ventil škrťící klapky N239
19. elektromagnetický ventil pro zpětné vedení výfukových plynů N18
20. elektromagnetický ventil omezování plnicího tlaku vzduchu N75
21. kontrolka doby předžhavování K29 a indikace vážných závad K29
22. nastavovač množství paliva N146
23. uzavírací ventil přívodu paliva N109
24. ventil počátku vstřiku N108
25. další výstupní signály (např.: otáčkoměr, palubní počítač, klimatizace, ...)

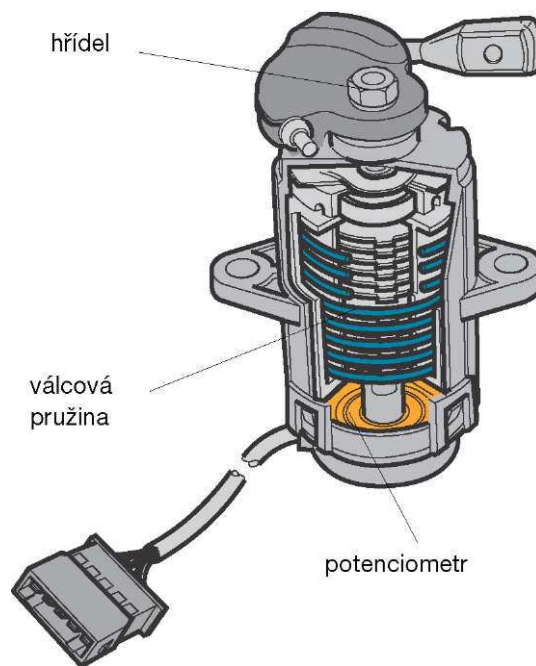
2.3 Snímače, čidla a spínače

2.3.1 Snímač polohy pedálu akcelerace G79

Realizace přání řidiče jet zvolenou rychlostí se provádí vyhodnocováním polohy pedálu akcelerace prostřednictvím snímače G79. Snímač polohy pedálu akcelerace G79 je potenciometr na pedálovém ústrojí. Přenos pohybu pedálu je proveden krátkým lankovým táhlem. Elektrický napěťový signál z potenciometru je přiveden na vstup řídicí jednotky motoru a udává přesnou polohu pedálu akcelerace. Válcová pružina, umístěná v tělese snímače, vytváří při sešlápnutí pedálu akcelerace vratný moment a tím i pocit řidiče, že ovládá mechanický pedál. Kromě potenciometru je ve snímači umístěn také koncový spínač volnoběžných otáček F60 a spínač pohybu pedálu akcelerace F8 (kick-down).

Vyhodnocování signálu: rozhodující pro výpočet vstřikovaného množství paliva je poloha pedálu akcelerace. Řídicí jednotka motoru vypočítá z tohoto signálu potřebné množství paliva pro vstřik a zároveň i počátek vstřiku. Kromě toho se tyto signály využívají k omezování plnicího tlaku vzduchu a k řízení zpětného vedení výfukových plynů.

Náhradní funkce: při poruše snímače běží motor se zvýšenými otáčkami volnoběhu, asi 1300 1/min. Zákazník tak může dojet do nejbližšího servisu. Snímač polohy pedálu akcelerace G79 je přitom vyřazen z funkce.



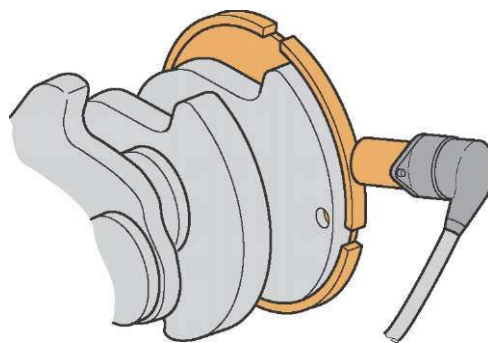
Obr. 2.03 Snímač polohy pedálu akcelerace G79 [8]

2.3.2 Snímač otáček motoru G28

Údaj o počtu otáček je jedním z nejdůležitějších parametrů pro výpočet vstřikovaného množství paliva a počátku vstřiku. Induktivní snímač otáček motoru G28 sleduje úhel natočení klikového hřídele. Na klikovém hřídeli je připevněn speciální kotouč (se čtyřmi výřezy). Jeho přesná poloha je fixována lícovaným kolíkem. Na vstupu řídicí jednotky motoru se měří odstup mezi dvěma po sobě následujícími impulzy. Okamžitá hodnota polohy klikového hřídele se vypočítává vyhodnocením čtyř impulzů.

Vyhodnocování signálu: signál slouží k výpočtu vstřikovaného množství a počátku vstřiku. Aby bylo možno provádět funkce zpětné vedení výfukových plynů, předžhavování a signál ke kontrolce předžhavování, vyhodnocuje se signál snímače otáček motoru.

Náhradní funkce: při poruše snímače otáček motoru se řídicí jednotka motoru přepne do nouzového režimu, kde se jako náhradní signál používá signál ze snímače zdvihu jehly G80. Počátek vstřiku se řídí údaji předem danými v datovém poli. Sníží se plnicí tlak vzduchu a vstřikované množství paliva. Sledování otáček volnoběhu, odpojování při setrvačném chodu je odpojeno, tím při brzdění nepatrně poklesnou otáčky motoru.



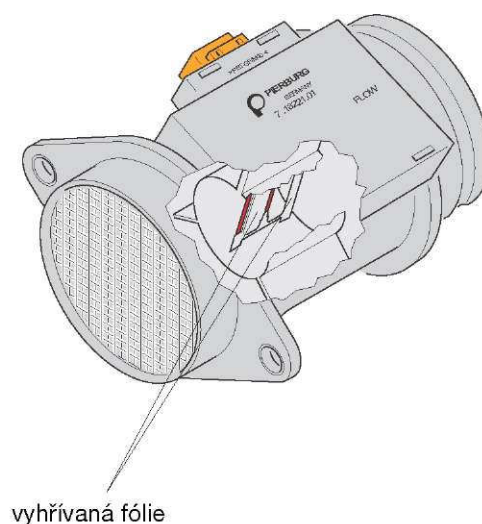
Obr. 2.04 Snímač otáček motoru G28 [8]

2.3.3 Snímač množství nasávaného vzduchu G70

Úlohou snímače množství nasávaného vzduchu je určovat množství přiváděného čerstvého vzduchu k motoru. Snímač je umístěn v sacím potrubí hned za vzduchovým filtrem. Množství nasávaného vzduchu se určuje pomocí senzoru v podobě fólie, která je vyhřívána 12 V. Vzduch, který kolem ní proudí, ochlazuje její povrch. Ochlazením fólie klesá její odpor. Změna proudu je vyhodnocována řídicí jednotkou motoru jako ekvivalent teploty a množství nasávaného vzduchu.

Vyhodnocování signálu: výsledek měření snímače množství nasávaného vzduchu slouží k regulaci procentuálního množství zpětného vedení výfukových plynů a korekci vstřikovaného množství paliva. Datové pole s údaji o kouřivosti, které je uloženo v řídicí jednotce motoru, omezí vstřikované množství paliva v okamžiku, když by nasáté množství vzduchu bylo tak malé, že by vedlo ke spalování za vzniku kouře.

Náhradní funkce: při výpadku tohoto snímače dojde ke snížení tlaku v turbodmychadle. Pro zajištění optimálního chodu motoru v rozsahu částečného zatížení se nastaví konstantní hodnoty. Dojde také ke snížení výkonu motoru.



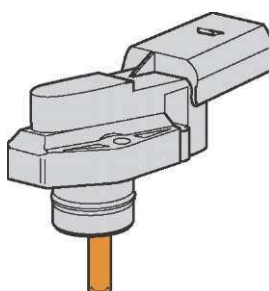
Obr. 2.05 Snímač množství nasávaného vzduchu G70 [8]

2.3.4 Snímač tlaku a teploty nasávaného vzduchu (T-MAP) G71, G72

Čidlo tlaku a snímač teploty nasávaného vzduchu se nacházejí v potrubí za chladičem nasávaného vzduchu. Dodávají signál o tlaku a teplotě nasávaného vzduchu. Hodnotou tlaku a teploty se pak dále koriguje plnicí tlak vzduchu.

Vyhodnocování signálu: signály čidla G71 a snímače G72 se používají k omezování plnicího tlaku vzduchu a k řízení vyhřívání chladicí kapaliny.

Náhradní funkce: při výpadku čidla G71 používá řídicí jednotka motoru předem stanovenou pevnou hodnotu plnicího tlaku. Při výpadku snímače G72 stanoví řídicí jednotka motoru pro výpočet mezní hodnoty plnicího tlaku vzduchu a pro funkci vyhřívání chladicí kapaliny náhradní teplotu asi 20 °C



Obr. 2.06 Snímač tlaku a teploty nasávaného vzduchu (T-MAP) G71, G72 [8]

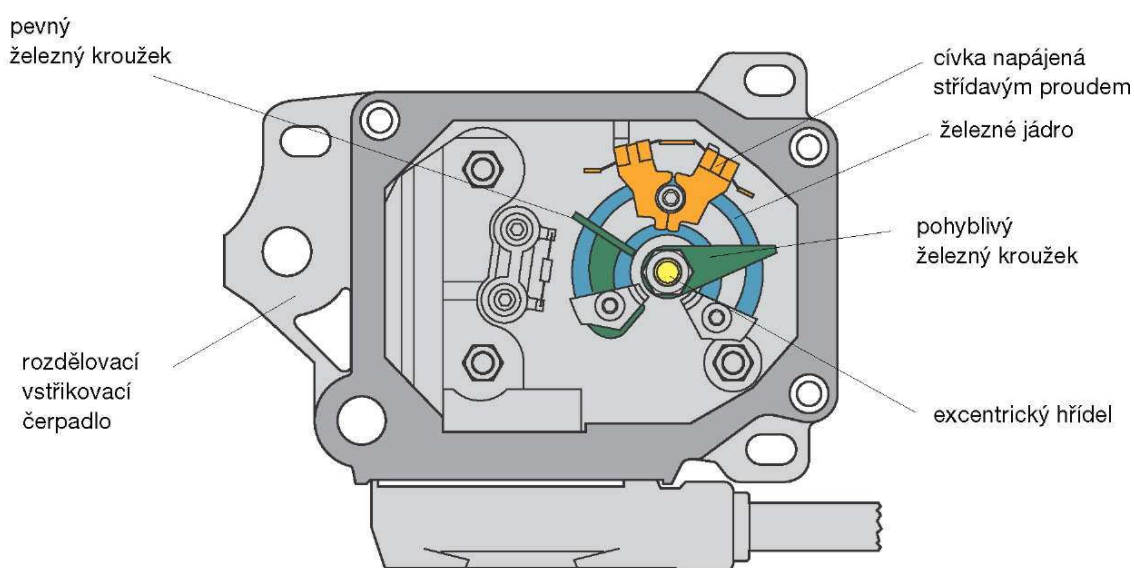
2.3.5 Snímač polohy regulačního šoupátka G149

Snímač regulačního šoupátka G149 sleduje úhel natočení excentrického hřídele dávkovače vstřikovacího čerpadla. Snímač pracuje bezdotykově. Jeho signály jsou

přenášeny přímo do řídicí jednotky motoru. G149 se skládá ze dvou induktivních snímačů, kde jeden je použit jako referenční a druhý snímá skutečnou polohu hřídele dávkovače. Použitím bezdotykového snímání je jeho funkce zajišťována nezávisle na okolním médiu tak, že ani voda, která by se případně nacházela v palivu, by nevedla ke zkreslení výsledků měření. Podél speciálně tvarovaného železného jádra se vytváří vlivem střídavého napětí střídavé magnetické pole. Na excentrickém hřídeli je upevněn pohyblivý železný kroužek, kterým lze pohybovat podél železného jádra. Tím se v cínce indukuje střídavé napětí. Fázové posunutí indukovaného napětí vůči požadovanému napětí je mírou pro nastavení dávkovače. Vlivy teploty lze zanedbat, protože obě napětí pocházejí od téhož zdroje a jsou přenášena tímž vedením.

Vyhodnocování signálu: signál snímače se používá k porovnávání skutečné polohy dávkovače s polohou vypočtenou. Nastavení dávkovače se provádí nastavovačem množství paliva N146.

Náhradní funkce: nedostane-li řídicí jednotka motoru signál od snímače polohy regulačního šoupátka G149, dojde z bezpečnostních důvodů k zastavení motoru.



Obr. 2.07 Snímač polohy regulačního šoupátka G149 [8]

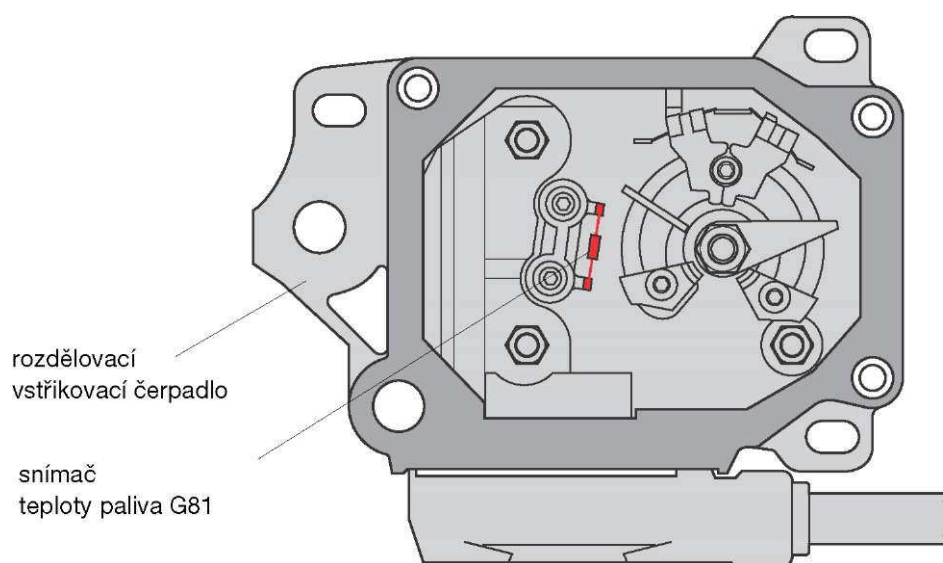
2.3.6 Snímač teploty paliva G81

Snímač teploty paliva měří teplotu paliva v rozdělovacím vstřikovacím čerpadle. Výsledek měření se předává jako změna napětí do řídicí jednotky motoru. Teplota paliva je velmi důležitá, neboť na ní je přímo závislá hustota paliva. Palivo je malým

pístkem vstřikovacího čerpadla protlačováno pod vysokým tlakem vstřikovacími tryskami. K přesnému určení vstřikovaného množství paliva a počátku vstřiku je nutno teplotu paliva znát. Na základě známé závislosti hustoty na teplotě lze vypočítat přesné hodnoty.

Vyhodnocování signálu: ze signálu snímače teploty paliva se vypočítává konec a počátek vstřiku paliva.

Náhradní funkce: při poruše snímače stanoví řídicí jednotka motoru pro výpočet náhradní konstantní hodnotu.



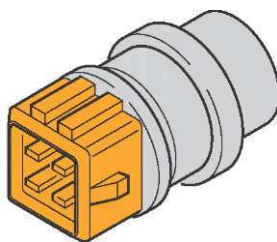
Obr. 2.08 Snímač teploty paliva G81 [8]

2.3.7 Čidlo teploty chladicí kapaliny G62

Čidlo teploty chladicí kapaliny se nachází v hlavě válců v hrdle výstupního potrubí chladicí kapaliny. Čidlo je provedeno jako odpor s negativním teplotním koeficientem (NTC). Poklesem napětí se okamžitá hodnota teploty chladicí kapaliny předává do řídicí jednotky motoru.

Vyhodnocování signálu: signál čidla teploty chladicí kapaliny se používá k výpočtu počátku vstřiku, doby předžhavování, k řízení zpětného vedení výfukových plynů a k řízení vyhřívání chladicí kapaliny.

Náhradní funkce: v případě výpadku signálu se použije náhradní hodnota teploty paliva. Pro dobu předžhavování se použije maximální hodnota doby. Vyhřívání chladicí kapaliny je přerušeno.



Obr. 2.09 Čidlo teploty chladicí kapaliny G62 [8]

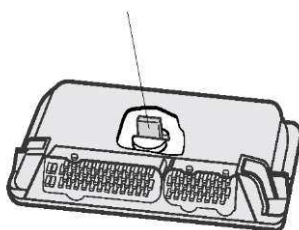
2.3.8 Snímač atmosférického tlaku F96

Snímač je umístěn v řídicí jednotce motoru. Měření se provádí přímo uvnitř řídicí jednotky. Snímač obsahuje piezokeramický prvek. Působením síly uvolňuje piezokrystal napětí. Toto napětí je mírou tlaku vzduchu. Tlak vzduchu je závislý na nadmořské výšce; s přibývajícím výškou klesá. Sníží-li se atmosférický tlak, dojde k deregulaci plnicího tlaku vzduchu a zpětného vedení výfukových plynů.

Vyhodnocování signálu: řídicí jednotka vypočítává podle signálu snímače atmosférického tlaku plnicí tlak vzduchu.

Náhradní funkce: dojde-li k výpadku snímače atmosférického tlaku, dojde ke snížení plnicího tlaku vzduchu podle předem dané hodnoty.

snímač atmosférického tlaku F96



Obr. 2.10 Snímač atmosférického tlaku F96 [8]

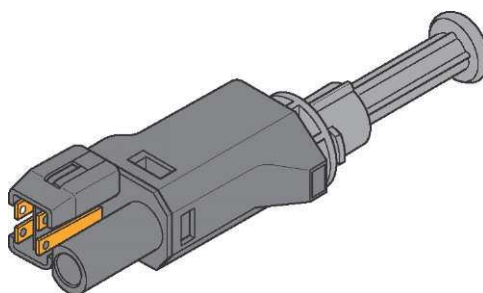
2.3.9 Spínač brzdových světel F a spínač brzdového pedálu F47

Oba spínače jsou integrovány v jedné součásti a připevněny přímo na brzdovém pedálu. Spínač F spíná, jak už sám název napovídá, brzdová světla. Spínač F47 dává signál řídicí jednotce motoru „brzdový pedál sešlápnutý“. Tím se například vylučuje možnost současně brzdit i akcelarovat. Oba spínače pracují v opačných režimech, tzn.

spínač F je sepnut jen tehdy, je-li sešlápnut brzdový pedál, zatímco spínač F47 je sepnut, jestliže je brzdový pedál v klidové poloze a naopak.

Vyhodnocování signálu: oba spínače přenášejí do řídicí jednotky motoru signál „brzdový pedál sešlápnutý“. Vyhodnocování obou signálů zajišťuje celkovému systému dvojnásobnou jistotu. Vyhodnocený signál se používá pro uzavření dodávky paliva při setrvačném chodu vozidla (deceleraci), zlepšení chodu motoru a kontrolu přijatelnosti signálů ze snímače polohy pedálu akcelerace G79 a koncového spínače volnoběžných otáček F60.

Náhradní funkce: v případě výpadku jednoho nebo obou spínačů pracuje řídicí jednotka motoru v nouzovém režimu a upraví vstřikované množství paliva.



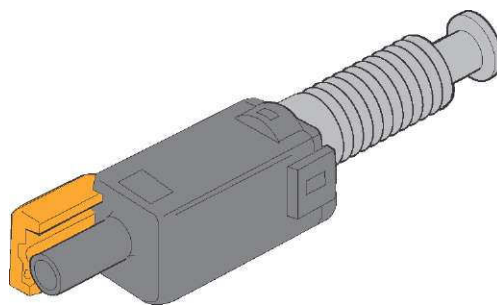
Obr. 2.11 Spínač brzdových světel F a spínač brzdového pedálu F47 [8]

2.3.10 Spínač spojkového pedálu F36

Spínač F36 je namontován přímo na pedálu spojky. Prostřednictvím tohoto spínače se přenáší informace o okamžité poloze spojkového pedálu do řídicí jednotky motoru. V klidové poloze je spínač sepnut a rozpojí se při sešlápnutí pedálu spojky.

Vyhodnocování signálu: signál spínače spojkového pedálu ovlivňuje regulaci vstřikovaného množství paliva. Při řazení rychlostí se na krátkou dobu vstřikované množství sníží, aby došlo k vylepšení hladkosti chodu motoru.

Náhradní funkce: bude-li signál od spojkového pedálu chybět, nedojde k výše uvedenému snížení vstřikovaného množství během řazení.



Obr. 2.12 Spínač spojkového pedálu F36 [8]

2.3.11 Svorka DF alternátoru

Signál ze svorky DF alternátoru se vyhodnocuje jen ve spojitosti s vyhříváním chladicí kapaliny. Na svorce DF je k dispozici signál o volné proudové kapacitě alternátoru pro nabíjení akumulátoru.

Vyhodnocování signálu: signál svorky DF se snímá pro regulaci vyhřívání chladicí kapaliny. Je totiž potřeba zajistit dostatečný proud pro nabíjení akumulátoru, aby se zabránilo jeho vybití.

Náhradní funkce: v případě výpadku signálu dojde k odpojení vyhřívání chladicí kapaliny, aby se předešlo vybití akumulátoru.

2.3.12 Rychlost (kontakt 43)

Tento signál je potřebný pro sledování klidného chodu motoru. Řídicí jednotka motoru určuje vstříkované množství paliva v závislosti na rychlosti. Tím se dosahuje vyššího jízdního komfortu, zejména při častých změnách zatížení.

2.3.13 Vedení W (kontakt 45)

Vedení W spojuje řídicí jednotku motoru s procesorem panelu přístrojů J218, ve kterém je integrován imobilizér. Signál tohoto kontaktu slouží imobilizéru k tomu, aby zabránil rozjetí vozu nepovolané osobě. Kód řídicí jednotky motoru se musí po každé její výměně v procesoru panelu přístrojů obnovit.

2.3.14 Signály klimatizace (kontakt 48)

Signál kontaktu 48 řídí provoz kompresoru klimatizace. Současně se jím zvyšuje počet volnoběžných otáček, aby při zapnutí kompresoru klimatizace nebyly příliš nízké.

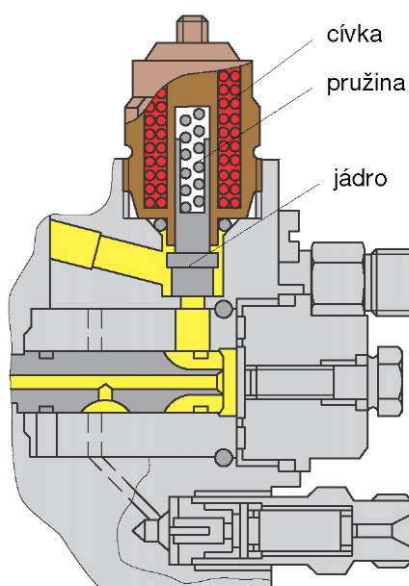
2.4 Akční členy

2.4.1 Uzavírací ventil přívodu paliva N109

Chod vznětového motoru lze přerušit jen uzavřením dodávky paliva. Přeruší-li uzavírací ventil přívodu paliva N109 jeho přívod, motor se zastaví. Ventil je namontován v horní části rozdělovacího vstřikovacího čerpadla. Jestliže jím proud neprochází, je přívod paliva do rozdělovacího vstřikovacího čerpadla přerušen. Uzavírací ventil přívodu paliva je elektromagnetickým ventilem. Jádru slouží zároveň jako ventil. Je-li cívka napájena proudem, překoná jádro odpor pružiny a přitáhne se. Tím dojde k uvolnění přívodu paliva.

Aktivace: uzavírací ventil přívodu paliva je spínán kontaktem řídicí jednotky motoru. Rozepne-li se kontakt, dojde k přerušení napájení a motor se ihned zastaví.

Náhradní funkce: v případě poruchy je vozidlo vyřazeno z provozu, neboť se přeruší dodávka paliva.



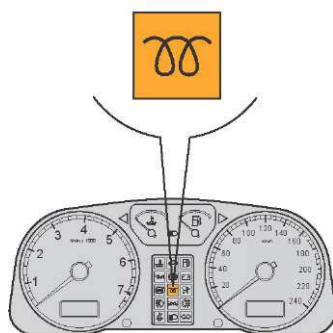
Obr. 2.13 Uzavírací ventil přívodu paliva N109 [8]

2.4.2 Kontrolka předžhavování K29

Kontrolka plní dva úkoly, signalizuje předžhavování a upozorňuje na vzniklou závadu, blikáním. Na závadu je upozorňováno jen v případě, když hrozí nebezpečí, že nebude možno pokračovat v jízdě.

Aktivace: kontrolka je aktivována řídicí jednotkou motoru, jestliže je systém předžhavování v provozu, nebo vyskytla-li se závada na následujících dílech:

- snímač zdvihu jehly G80
- snímač otáček motoru G28
- snímač polohy regulačního šoupátka G149
- snímač polohy pedálu akcelerace G79
- spínač brzdových světel F nebo spínač brzdového pedálu F47
- nastavovač množství paliva N146
- ventil počátku vstřiku N108

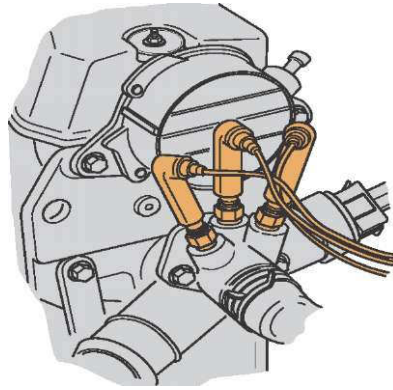


Obr. 2.14 Kontrolka předžhavování K29 [8]

2.4.3 Žhavicí svíčky pro vyhřívání chladicí kapaliny Q7

Vzhledem k tomu, že vznětový motor TDI je velmi účinný, je chladicí kapalině předáváno jen velmi málo tepla. Aby se však zajistil dostatečný přívod tepla do prostoru pro cestující, je chladicí kapalina podle potřeby vyhřívána. Vyhřívání se skládá ze tří žhavicích svíček a je přišroubováno na spojovacím hrdle chladicí kapaliny na hlavě válců.

Aktivace: je-li teplota v sacím potrubí v době startu motoru nižší než 5 °C, aktivuje přes relé J359 a J360 řídicí jednotka motoru žhavicí svíčky pro vyhřívání chladicí kapaliny Q7. Teplota při startu se uloží do paměti. Aby se zabránilo vybíjení akumulátoru, lze napájet tři, dvě nebo také jen jednu žhavicí svíčku. Proto je z alternátoru vyvedena svorka DF k řídicí jednotce motoru. Vyhřívání se při dosažení určité teploty chladicí kapaliny opět přeruší. Tato teplota je závislá na teplotě při startu. Čím je teplota při startu nižší, tím vyšší je teplota, při které se vyhřívání chladicí kapaliny přeruší.

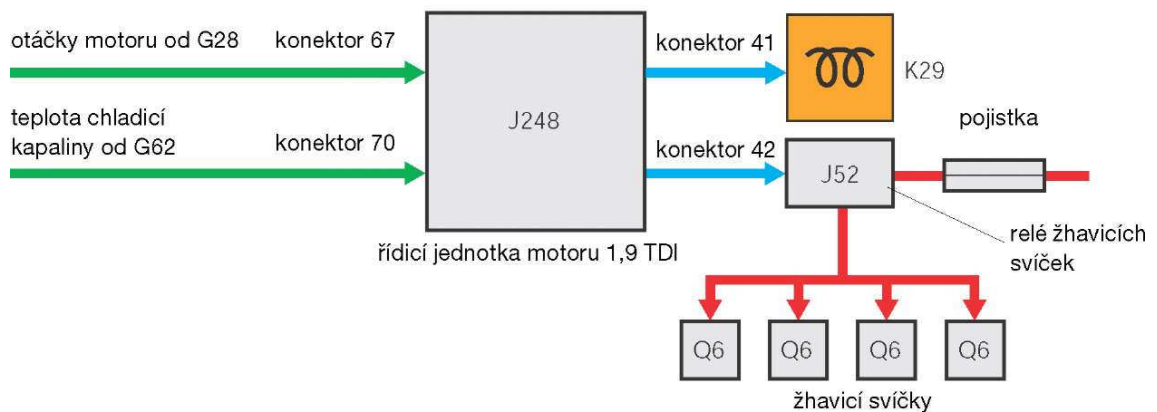


Obr. 2.15 Žhavicí svíčky pro vyhřívání chladicí kapaliny Q7 [8]

2.4.4 Žhavicí svíčky (pro motor) Q6

Vzhledem k tvaru spalovacího prostoru jsou pro vznětový motor TDI charakteristické dlouhé žhavicí svíčky. Žhavicí svíčky jsou umístěny tak, že do spalovacího prostoru vyčnívají pouze jejich špičky. Díky rychlouzávěru je možno žhavicí svíčky rychle zkontrolovat, případně vyměnit.

Aktivace: relé žhavicích svíček je spínáno prostřednictvím řídicí jednotky motoru. Ta stanoví délku předžhakování, žhavení a dožhakování.

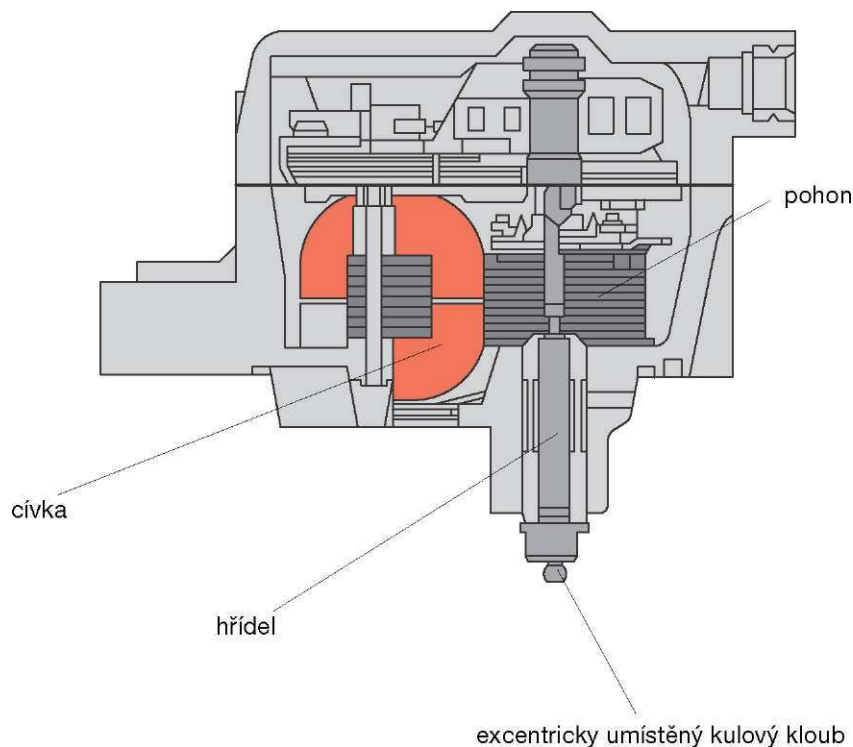


Obr. 2.16 Schéma systému řízení žhavení [8]

2.4.5 Nastavovač množství paliva N146

Nastavovač množství paliva je připevněn v horní části rozdělovacího vstřikovacího čerpadla. Mění signály přicházející z řídicí jednotky motoru na změnu polohy regulačního šoupátka. Signály, které nastavovač obdrží od řídicí jednotky motoru, se přeměňují podle elektromotorického principu v definovaný pohyb poháněného hřídele s excentricky umístěným kulovým kloubem. Poháněný hřídel se

může otáčet v úhlu 60°. Vratná pružina vytváří trvale moment, kterým je poháněný hřídel vracen do výchozí pozice. Kulový kloub pohybuje šoupátkem, které se posouvá na rozdělovacím válci sem a tam. Při tom může být řídicí průřez zcela otevřen (dodávka paliva přerušena) a zcela uzavřen (plný plyn).



Obr. 2.17 Nastavovač množství paliva N146 [8]

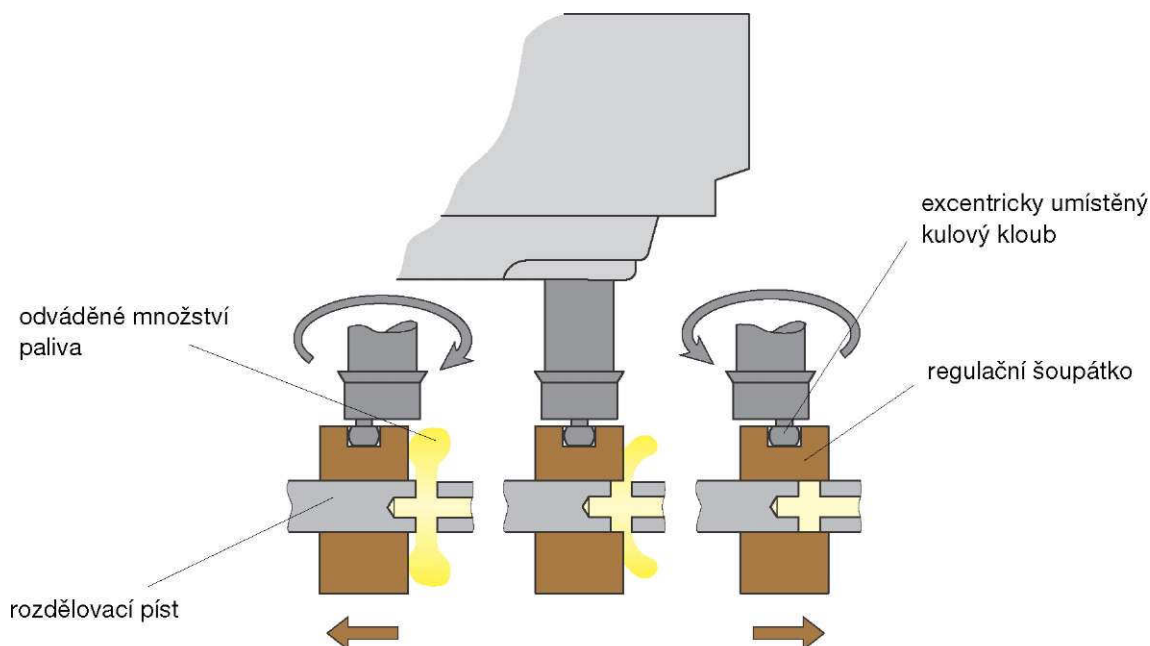
Aktivace: signál o poloze pedálu akcelerace a signál o otáčkách motoru, které přicházejí do řídicí jednotky motoru, se využívají jako parametry pro regulaci vstřikovaného množství paliva. Kromě toho, přicházejí do řídicí jednotky motoru následující korekční hodnoty:

- teplota chladicí kapaliny
- množství nasávaného vzduchu
- poloha pedálu spojky
- poloha pedálu akcelerace

Z těchto údajů vypočítá řídicí jednotka motoru velikost nastavení, která se přenáší v podobě napětí na nastavovač množství paliva.

Náhradní funkce: dojde-li na nastavovači množství paliva k závadě, motor se zastaví. Při výpadku proudu se vratná pružina postará o navrácení poháněného hřídele

do polohy „0“. Tím dojde k úplnému uvolnění řídicího průřezu rozdělovacího pístu a motor se zastaví.



Obr. 2.18 Činnost nastavovače množství paliva N146 [8]

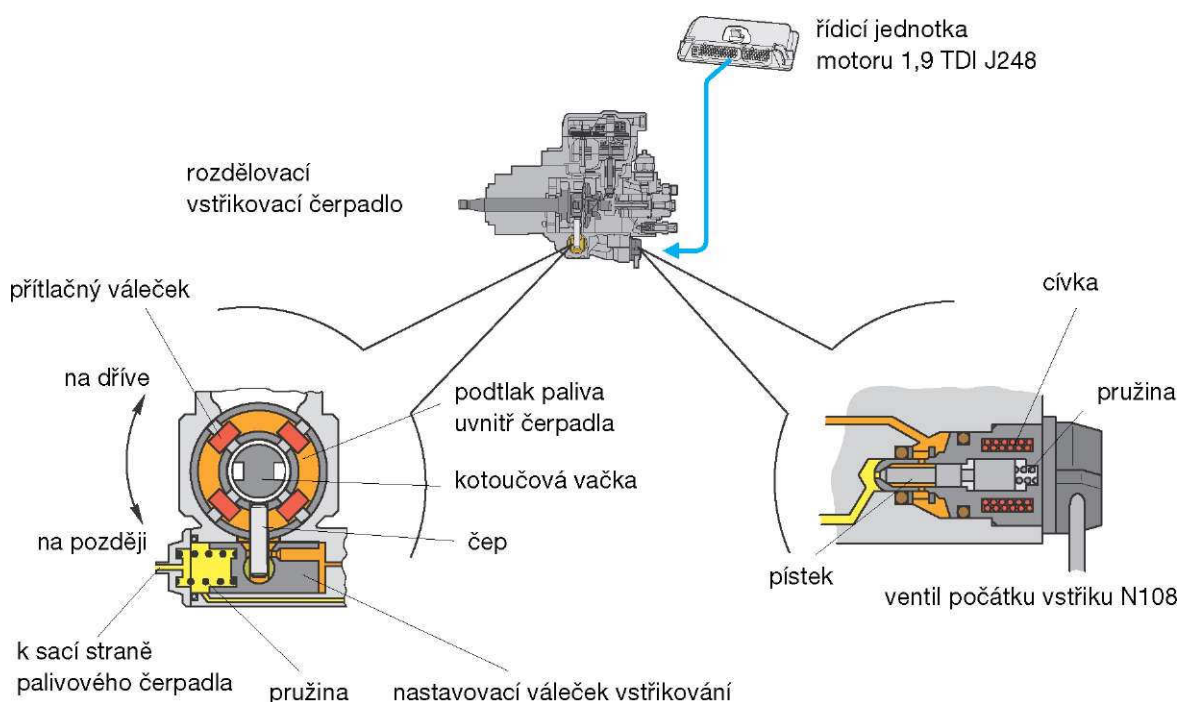
- poloha 1 (na obr. vlevo) – dodávka paliva přerušena
- poloha 2 (na obr. vprostřed) – částečné otevření
- poloha 3 (na obr. vpravo) – plný plyn

2.4.6 Ventil počátku vstřiku N108

Ventil je namontován v dolní části vstřikovacího čerpadla. Přeměňuje střídu ve změnu řídicího tlaku. Tato změna působí na tu část nastavovacího válečku, která právě není namáhána. Ventil N108 je elektromagnetickým ventilem. Skládá se z pístku, pružiny a cívky. V klidovém stavu uzavírá pístek působením pružiny zpětný tok paliva. Ten se otevře teprve aktivací elektromagnetického ventilu prostřednictvím řídicí jednotky motoru. Tlak paliva, který působí na pístek proti smyslu síly vyvíjené pružinou, způsobuje, přesouvání pístku do rovnovážné polohy, a to při každém tlaku paliva. Rovnovážná poloha zajišťuje definovanou pozici nastavovacího válečku vstřikování, a tím posunutí počátku vstřiku paliva. Poloha nastavovacího válečku vstřikování se přenáší pomocí čepu na kotoučovou vačku ve vstřikovacím čerpadle. Kotoučová vačka mění dráhu čepu v úhel natočení. Tím se kotoučová vačka pootočí ve směru „na dříve“ nebo „na později“ a počátek vstřiku paliva se změní v závislosti na jejím natočení.

Aktivace: pro výpočet hodnoty signálu elektromagnetického ventilu se používá signál snímače zdvihu jehly jako skutečná hodnota parametru. Na elektromagnetický ventil se přenáší řada impulzů o konstantní frekvenci a rozdílném fázovém úhlu.

Náhradní funkce: v případě poruchy se přestane regulace počátku vstřiku paliva provádět. Aktivací nouzového režimu dojde k omezení plnicího tlaku vzduchu a ke snížení vstřikovaného množství paliva, aby se zabránilo poškození mechanických částí.



Obr. 2.19 Ventil počátku vstřiku N108 [8]

2.4.7 Ventil omezování plnicího tlaku vzduchu N75

Elektromagnetický ventil je ovládán řídicí jednotkou motoru. Změnou střídy se nastavuje v podtlakovém ventilu podtlak. Pomocí podtlakového ventilu pak dojde k nastavení rozváděcích lopatek. Signály řídicí jednotky motoru odpovídají datovému poli plnicího tlaku.

Náhradní funkce: ventil N75 se otevře. V podtlakovém ventilu je tím pádem atmosférický tlak, což odpovídá nouzovému postavení. V případě poruchy dojde k aktivaci nouzového režimu a N75 zůstává v klidové poloze (plně otevřen). Díky tomu je omezen plnicí tlak na minimum.

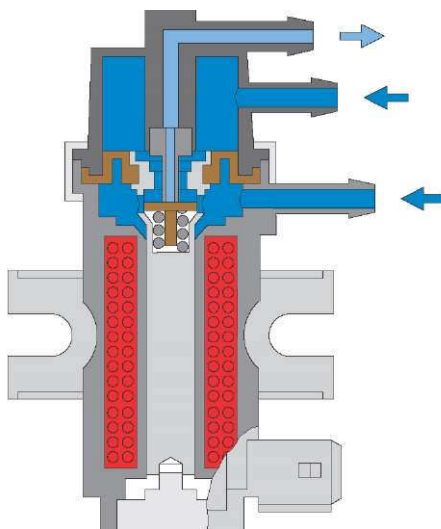
2.4.8 Ventil pro zpětné vedení výfukových plynů N18

Elektromagnetický ventil přeměňuje signály, které přicházejí od řídicí jednotky motoru, a ovládá pomocí podtlaku mechanický ventil pro zpětné vedení výfukových plynů.

Elektromagnetický ventil pro zpětné vedení výfukových plynů se nachází v motorovém prostoru na příčné stěně pod její horní částí. Skládá se z cívky a jádra, na kterém jsou umístěny dvě membrány (vnější a vnitřní). V klidové poloze je přívod podtlaku k mechanickému ventilu pro zpětné vedení výfukových plynů uzavřen. Po přivedení napětí se přívod podtlaku otevře. Elektromagnetickým ventilem N18 lze velmi přesně regulovat mechanický ventil pro zpětné vedení výfukových plynů EGR.

Aktivace: na cívku ventilu je přiváděno napětí s konstantním kmitočtem. Impulzy, které přicházejí od řídicí jednotky motoru, jsou přeměňovány v mechanický pohyb jádra.

Náhradní funkce: v případě poruchy se zpětné vedení výfukových plynů přeruší. Závada se na vozidle nijak viditelně neprojeví.

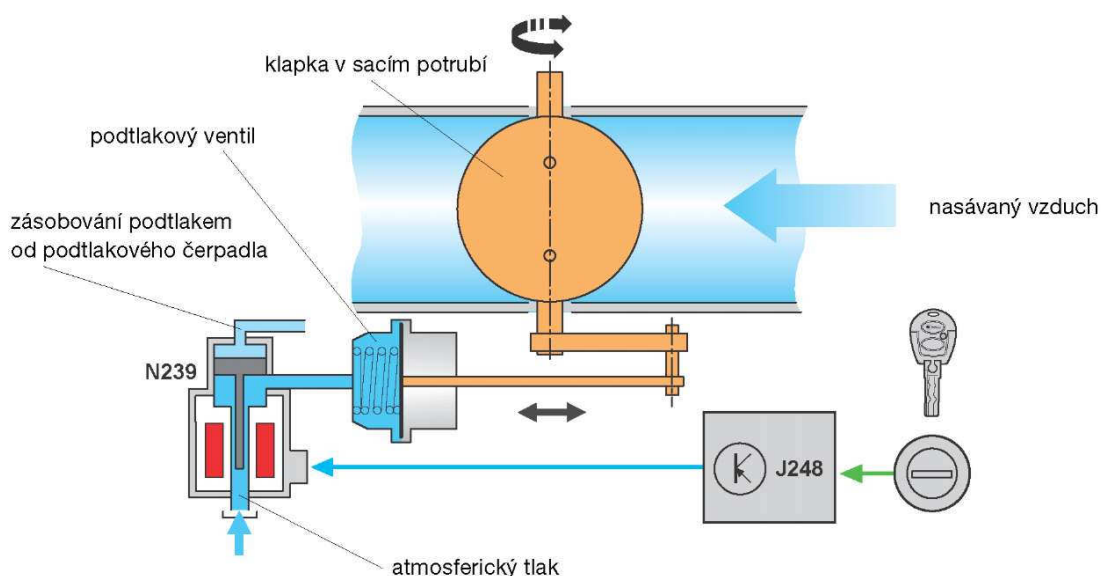


Obr. 2.20 Elektromagnetický ventil pro zpětné vedení výfukových plynů N18 [8]

2.4.9 Přepínací ventil škrťací klapky N239

Při vypnutí motoru má vysoký kompresní tlak nasávaného vzduchu za následek vznik trhavých pohybů. Klapka v sacím potrubí v okamžiku vypnutí motoru přívod vzduchu přeruší, čímž dojde ke kompresi menšího množství vzduchu. Motor „doběhne“ měkčeji.

Aktivace: klapka v sacím potrubí má jen dvě pracovní polohy „otevřeno“ a „zavřeno“. V poloze „otevřeno“ působí na membránu v podtlakovém ventilu atmosférický tlak. Při vypnutí motoru, dostane řídicí jednotka motoru ze spínací skříňky impuls. Řídicí jednotka motoru potom vyšle do přepínacího ventilu škrticí klapky N239 elektrický proud. Působením proudu se přitáhne kotva, čímž se uvolní přívod podtlaku do podtlakového ventilu. Vliv podtlaku na membránu zajistí mechanické uzavření sacího potrubí natočením klapky do polohy „zavřeno“. V této poloze zůstane klapka asi 3 sekundy, pak se vrátí zpět do výchozí pozice



Obr. 2.21 Přepínací ventil škrticí klapky N239 [9]

2.4.10 Spotřeba (konektor 18)

Řídicí jednotka motoru vysílá signál o spotřebě do panelu přístrojů. Spotřeba se naprosto přesně vypočítává na základě polohy regulačního šoupátka. Vícefunkční ukazatel analyzuje tento signál a zobrazuje jej jako spotřebu paliva v litrech na 100 km.

2.4.11 Otáčky motoru (konektor 6)

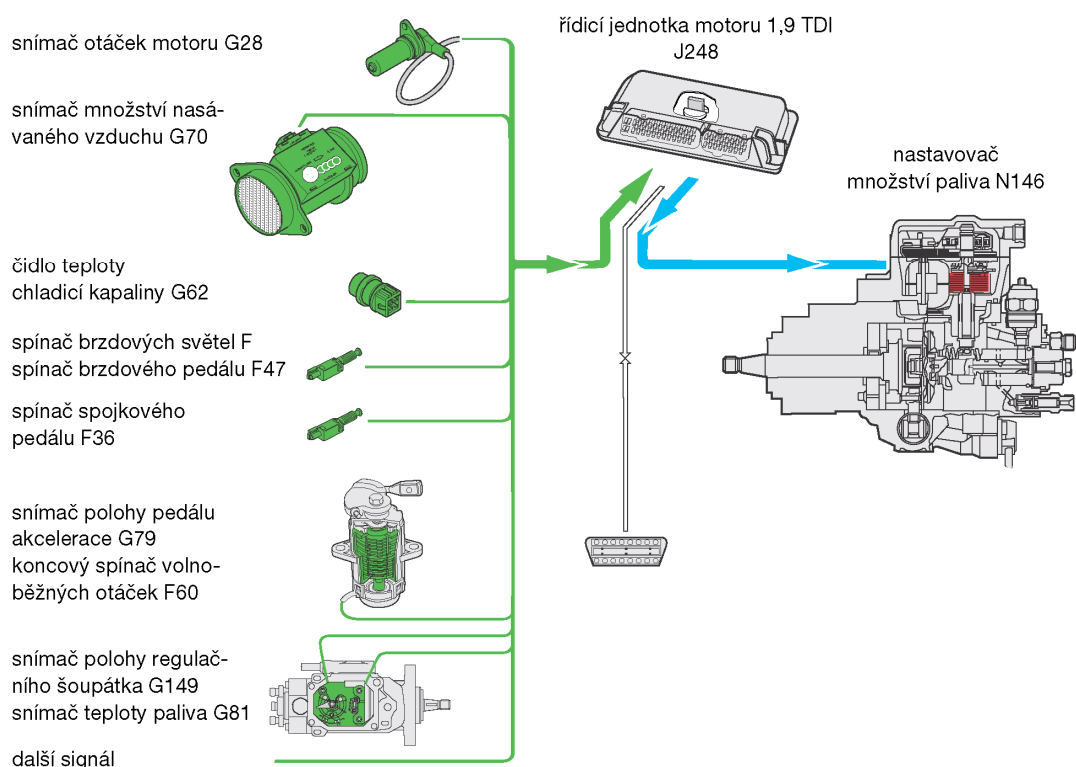
Řídicí jednotka motoru předává signál o otáčkách motoru do procesoru panelu přístrojů. Tento signál se využívá např. pro zobrazení otáček motoru, dynamického tlaku oleje atp.

3 Popis systému vstřikování a řízení motoru elektronickými prvky

Abychom mohli chiptuningu porozumět, je nezbytně nutné vědět jakým způsobem je motor ovládán, jaké veličiny mají na chod motoru vliv, jaké akční členy a jakým způsobem motor ovládají.

Množství vstřikovaného paliva a okamžik vstřiku jsou, z důvodů nároků na malou spotřebu paliva a co nejmenší množství emisí, řízeny elektronicky EDC (Electronic Diesel Control). To zajišťuje řídicí jednotka motoru (ECU) s označením MSA 15. Ta určuje množství vstřikovaného paliva, počátek vstřiku paliva, plnicí tlak vzduchu, zpětné vedení výfukových plynů, dobu předžhavování a elektronické vyhřívání chladicí kapaliny.

3.1 Řízení vstřikovaného množství



Obr. 3.01 Přehled systému řízení vstřikovaného množství [8]

Řídicí jednotka motoru reguluje nastavovač množství paliva v závislosti na parametrech vstřikovaného množství, otáček motoru, točivého momentu, jízdního

komfortu a startování. Výchozí hodnota vstříkovaného množství paliva, která je uložena v datovém poli se dále upřesňuje pomocí následujících hodnot: poloha pedálu akcelerace, poloha koncového spínače volnoběžných otáček, teplota chladicí kapaliny, teplota paliva, otáčky motoru, množství nasávaného vzduchu, poloha regulačního šoupátka, brzdový pedál, poloha pedálu spojky, signál o rychlosti. Následující pevné hodnoty se použijí k regulaci vstříkovaného množství a paliva:

- hodnota datového pole pro vstříkované množství
- regulace volnoběžných a maximálních otáček
- zastavení dodávky paliva při setrvačném chodu
- nastavení množství při startu
- aktivní potlačení cukavého chodu
- omezení kouřivosti
- řízení počátku vstříku (předvstříku)

3.1.1 Hodnota datového pole pro vstříkované množství

Základem pro signál, který je přenášen na nastavovač množství paliva, je hodnota z datového pole. Tento signál datového pole je upraven jednotlivými korekčními faktory, aby se množství paliva, které má být vstříknuto stanovilo co nejpřesněji. Signál pro dráhu regulačního šoupátka slouží jako potvrzení a korekční hodnota provedení.

3.1.2 Regulace volnoběžných a maximálních otáček

V řídicí jednotce motoru jsou hodnoty volnoběžných a maximálních otáček předem stanoveny. Maximální otáčky se mění s teplotou motoru, připojením dalších elektrických spotřebičů a kompresoru klimatizace. Regulace volnoběžných otáček začíná převzetím hodnoty otáček motoru z datového pole; je přitom brána v úvahu také teplota chladicí kapaliny.

Hodnota převzatá z datového pole se porovnává se skutečnými otáčkami motoru. Na základě zjištěného rozdílu se vypočítá potřebné vstříkované množství paliva. Maximální otáčky motoru jsou stále konstantní a mají hodnotu asi 4900 1/min. Dosáhne-li se této hodnoty, vstříkované množství paliva se progresivně sníží. Jakmile otáčky poklesnou, vstříkované množství paliva se opět zvýší.

Při setrvačném chodu motoru (deceleraci) dojde k úplnému přerušení dodávky paliva ke vstřikovacím ventilům. Tato funkce se provede vždy, když volnoběžné otáčky vystoupí nad 1300 1/min, aniž by byl sešlápnut pedál akcelerace, popřípadě brzdový pedál.

3.1.3 Nastavení množství při startu

Řídicí jednotka motoru zvyšuje při startu vstřikované množství paliva. Jeho hodnota, převzatá z datového pole, se zvyšuje v závislosti na teplotě chladicí kapaliny.

3.1.4 Aktivní potlačení cukavého chodu

Při náhlém sešlápnutí nebo uvolnění akceleračního pedálu vzniká velká změna v zadáních pro vstřikovanou dávku a tím také změna užitečného točivého momentu. Hnací ústrojí pružně uložené je vlivem této skokové změny zatížení motoru vybuzeno k nepříjemnému šubání (kolísání otáček), obr. 2.62. Aktivní tlumení šubání zabraňuje tomuto nežádoucímu jevu následovně. Při rostoucích otáčkách motoru je vstřikováno méně paliva, při klesajících otáčkách motoru je vstřikováno více paliva. Škubavý pohyb je tím silně utlumen.

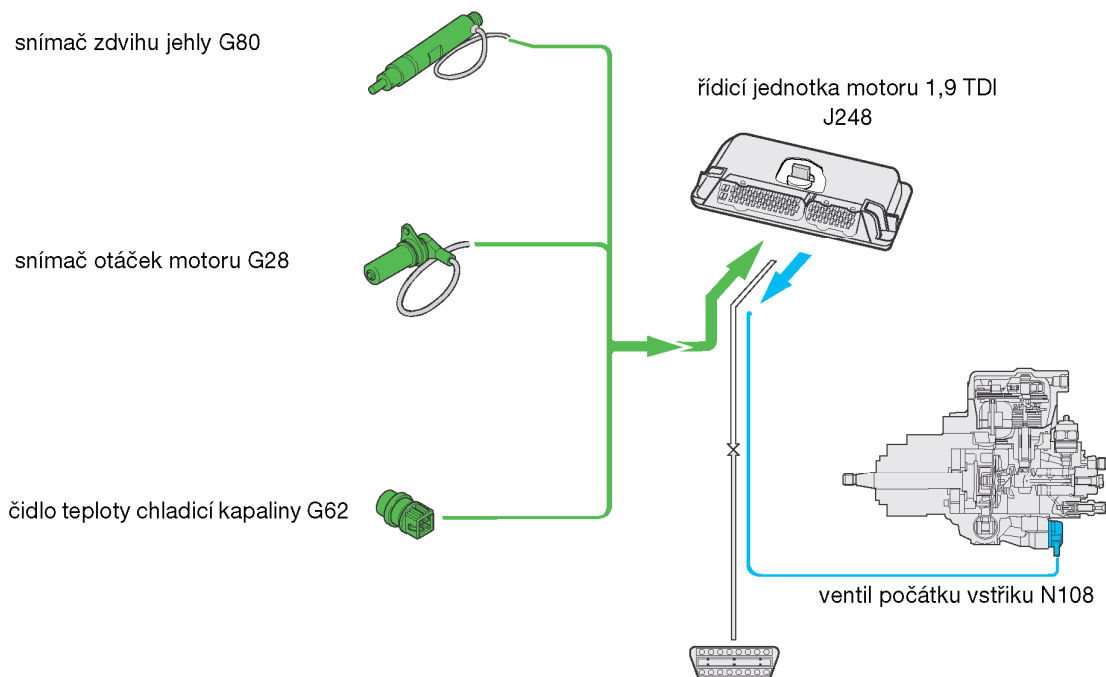
3.1.5 Omezení kouřivosti

Podle hodnoty datového pole pro kouřivost se určuje vstřikované množství paliva. Je-li množství nasávaného vzduchu příliš malé, sníží se vstřikované množství paliva natolik, aby nevznikal černý kouř.

3.1.6 Řízení počátku vstřiku (předvstřiku)

Počátek vstřiku ovlivňuje mnoho vlastností motoru, jakými jsou chování při startu, spotřeba paliva a množství emisí ve výfukových plynech. Naprogramovaná pole počátků vstřiku berou tuto závislost v úvahu.

Účelem regulace počátku vstřiku je, stanovit správný okamžik dodání paliva ke vstřikovacím tryskám. Potřebná vysoká přesnost počátku vstřiku je zajišťována regulačním okruhem.



Obr. 3.02 Přehled systému řízení počátku vstříku (předvstříku) [8]

Následující funkce se provádějí regulací počátku vstříku:

- výpočet počátku vstříku podle hodnot datového pole
- korekce počátku vstříku ve fázi ohřívání motoru
- regulace počátku vstříku při startu a při setrvačném chodu

3.1.6.1 Výpočet hodnoty datového pole pro počátek vstříku

Naprogramované datové pole slouží jen jako základ pro výpočet počátku vstříku. Skutečný počátek vstříku se zjišťuje přímo na snímači zdvihu jehly. Tato změřená hodnota se porovnává s hodnotou z datového pole. Rozdíl má za následek změnu v aktivaci elektromagnetického ventilu na přesuvníku vstříku. Aktivace se bude provádět tak dlouho, dokud nebude regulační odchylka rovna nule.

3.1.6.2 Regulace pevných hodnot ve fázi ohřevu

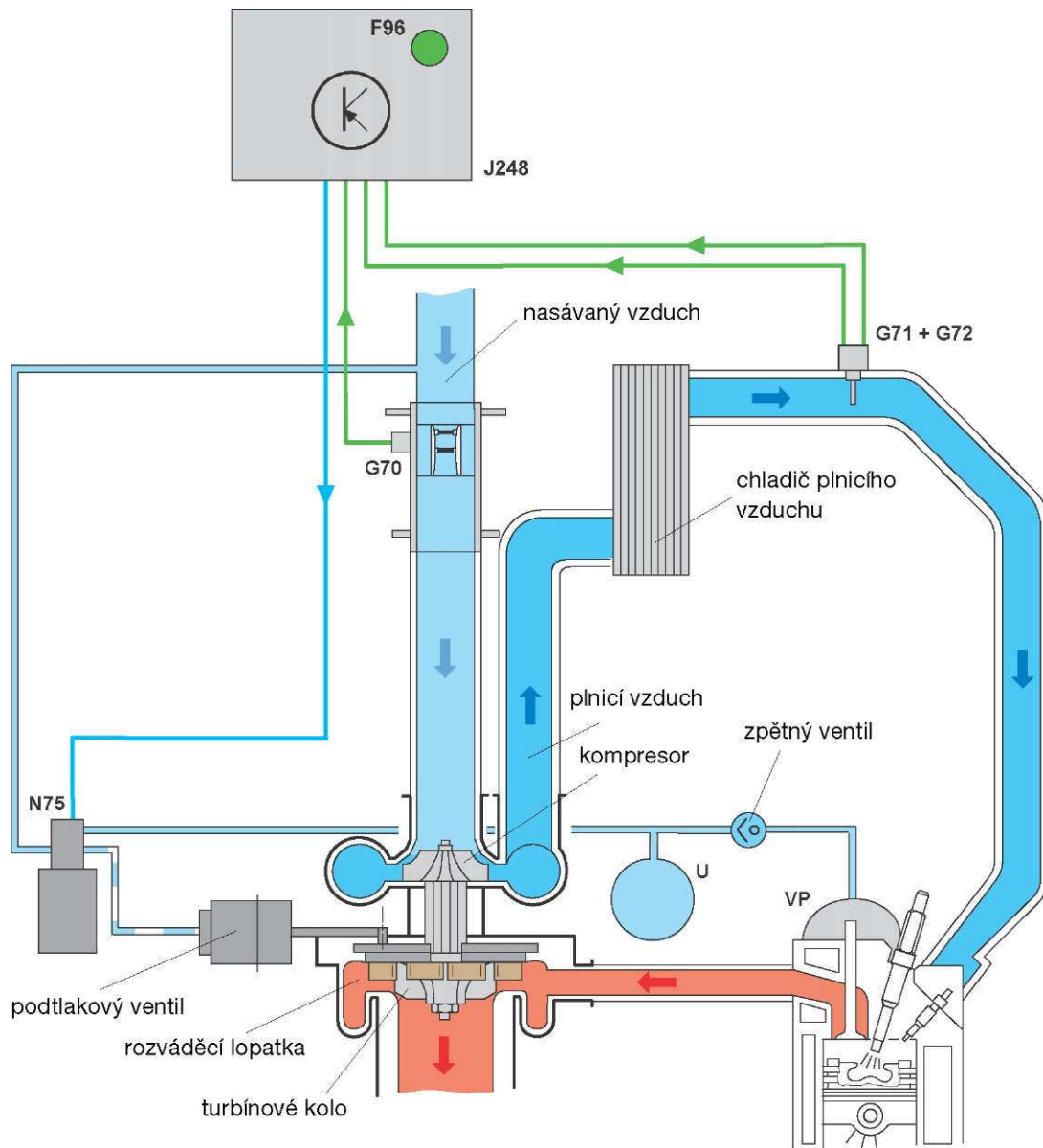
V průběhu startu a ohřevu se počátek vstříku řídí pevnými hodnotami. Řídící jednotka motoru koriguje počátek vstříku v závislosti na teplotě chladicí kapaliny.

Počátek vstříku se s klesající teplotou chladicí kapaliny posouvá „na později“. Se zvyšující se teplotou chladicí kapaliny se počátek vstříku přesouvá „na dříve“. Tím se zlepšuje vznětlivost paliva při nižší teplotě.

3.1.6.3 Regulace počátku vstřiku při startu

Počátek vstřiku při startu se rovněž reguluje v závislosti na teplotě chladicí kapaliny. Počátek vstřiku je nastaven „na dříve“, aby se start usnadnil.

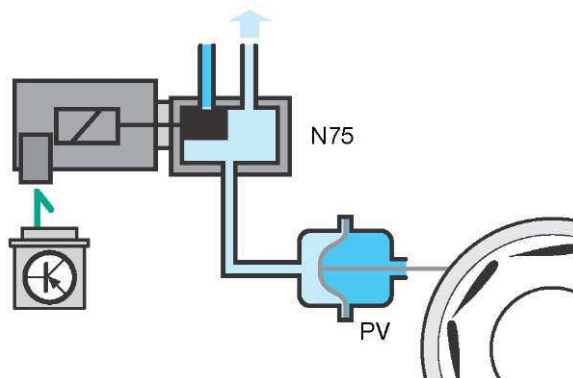
3.1.7 Přehled systému regulace plnicího tlaku



Obr. 3.03 Přehled systému regulace plnicího tlaku [9] (U = zásobník podtlaku, VP = vakuová pumpa)

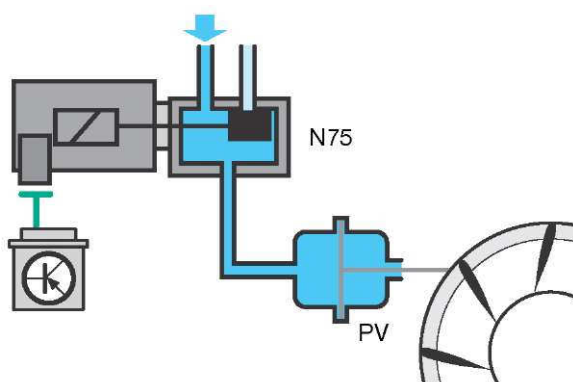
Tlak turbodmyhadla je regulován nastavitelnými rozváděcími lopatkami v turbíně. Ty ovlivňují proud výfukových plynů, který směřuje k turbínovému kolu. Pohyb nastavitelných rozváděcích lopatek zajišťuje podtlakový ventil N75.

Při malém natočení rozváděcích lopatek je elektromagnetický ventil omezování plicního tlaku N75 neustále aktivován řídicí jednotkou motoru. V podtlakovém ventilu je maximální podtlak. Natočení rozváděcích lopatek je malé. Dosahuje se rychle maximálního plicního tlaku.



Obr. 3.04 Situace při maximálním plicním tlaku [9]

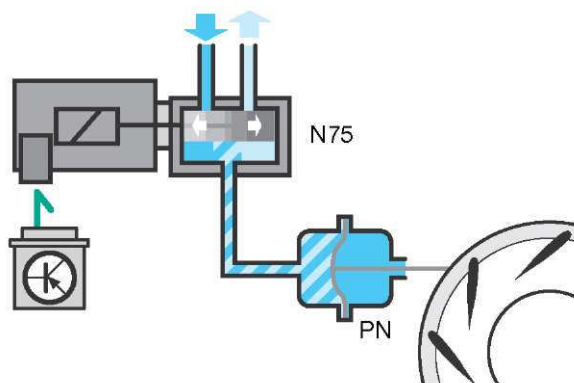
Při velkém natočení rozváděcích lopatek je elektromagnetický ventil omezování plicního tlaku N7S bez proudu. V podtlakovém ventilu je atmosférický tlak. Natočení rozváděcích lopatek je velké. Toto nastavení lopatek je zároveň i nastavením nouzovým.



Obr. 3.05 Situace při minimálním plicním tlaku [9]

Při natočení rozváděcích lopatek do mezipolohy je elektromagnetický ventil omezování plicního tlaku N7S je aktivován v souladu s podmínkami jízdy. Dojde k nastavení podtlaku, jehož úroveň leží mezi atmosférickým tlakem a maximálním podtlakem. Podtlak musí vyvolat takové natočení rozváděcích lopatek, které je potřebné pro určitý počet otáček motoru a pro určitý rozsah zátěže. Natočení rozváděcích lopatek

se vlivem neustálého regulačního procesu průběžně mění tak, aby se stále dosahovalo požadovaného plnicího tlaku.



Obr. 3.06 Situace při provozním plnicím tlaku (mezipoloha) [9]

3.1.8 Přehled systému žhavení

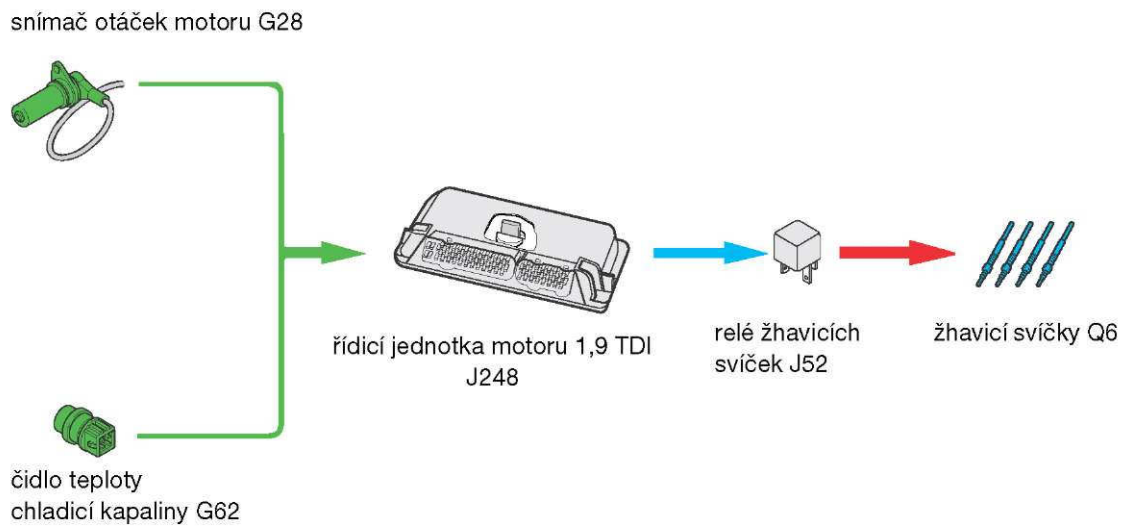
Pro kvalitní spalování je ve spalovacím prostoru ve fázi komprese potřeba vysoký tlak a teplota, aby se mohlo vstřikované palivo vznítit a prohořet co možná nejlépe. Těmito faktory se značně ovlivňuje proces hoření. Proto je nutné při nižší teplotě motoru spalovací prostor dostatečně zahřát. K tomuto účelu se používají žhavicí svíčky K předžhavování dochází jen při nižších teplotách. Principiálně se rozlišují tři fáze žhavení:

- předžhavování
- hlavní žhavení
- dožhavování

Předžhavování je regulováno řídicí jednotkou motoru a je aktivováno, je-li teplota chladicí kapaliny nižší než $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Čím nižší je teplota chladicí kapaliny, tím déle bude předžhavování probíhat.

Po předžhavování následuje 5 sekundová čekací doba, ve které pokračuje hlavní žhavení.

Dožhavování se provádí, je-li teplota chladicí kapaliny nižší než $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ při startu po dobu asi 30 sekund. Celkově možná doba žhavení je 90 s, v závislosti na teplotě chladicí kapaliny. Při otáčkách větších než 2500 1/min se dožhavování vypíná.



Obr. 3.07 Přehled systému žhavení [8]

4 Požadavky na hardwarové vybavení pro chiptuning.

4.1 Požadavky na hardware podle typu paměťového obvodu

Chování motoru je přesně definované v ECU v podobě tzv. map vstřikovaného množství paliva. Slovem „chiptuning“ vlastně definujeme úpravu těchto map. Tyto mapy jsou uloženy v ECU v paměťovém obvodu. Existuje mnoho typů paměťových obvodů.

4.1.1 ROM, PROM, EPROM, EEPROM

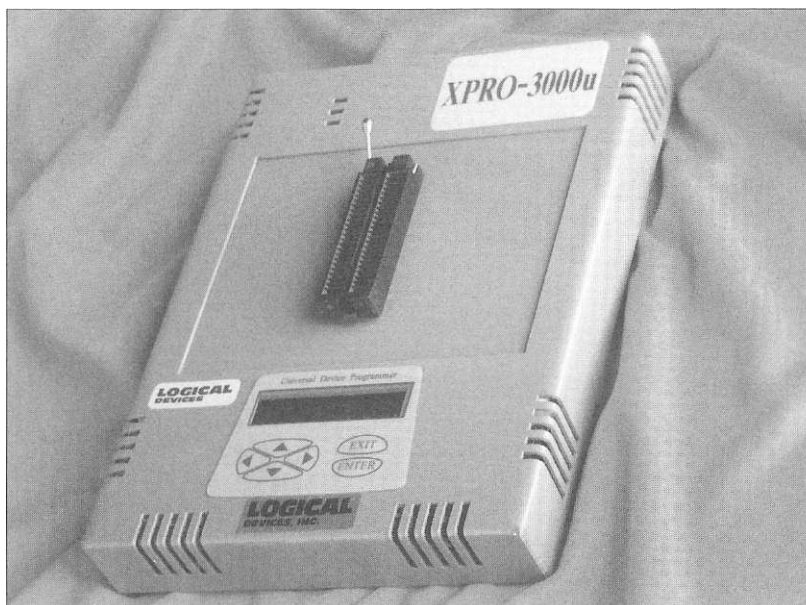
Prvním typem je paměť typu ROM (Read only memory). Tento typ paměti je určen jen pro čtení, zápis dat se provádí již při jeho výrobě. To je v automobilovém průmyslu nevhodné a to z důvodu nákladů na výrobu, protože by bylo pro každý motor, nebo jeho verzi, nutné objednávat u dodavatele paměťových obvodů specifický obvod s daty pro konkrétní motor.

Druhým typem paměti je PROM (Programmable ROM). Paměť PROM je z výroby bez jakýchkoli dat a pomocí speciálního zařízení (programátoru) se naprogramuje až v automobilce. Tento obvod však není využitelný v automobilové praxi z důvodu nemožnosti změny dat v paměti uložených.

Třetím typem paměti je EPROM (Eraseable PROM). Tato paměť se dá vymazat speciálním zařízením (např. UV zářením). Toto řešení ale není zrovna moc praktické, proto se ve větší míře neujalo.

Dalším typem paměti je EEPROM (Electric Eraseable PROM), která se od EPROM odlišuje v možnosti smazat data v ní uložená elektronickou cestou a poté je do ní znovu nahrát. Mazání však probíhá pomocí elektrického impulsu, maže se buňka po buňce, ovšem ale celá paměť najednou. Životnost je omezena na cca 100 000 zápisů. Tento typ pamětí se běžně používal ve vozidlech cca do r.v. 2000. Nevýhodou ovšem stále zůstává, že pro úpravu dat je nutno ho vyjmout z PCB a vložit ho do speciálního zařízení (programátoru). Což je po jeho připájení do PCB velmi komplikované a může dojít k jeho poškození nebo poškození PCB. Po vyjmutí paměti z PCB se často připájí na původní místo tzv. patice, ze které lze paměťový obvod snadno vyjmout bez použití páječky, což značně ulehčí práci při „chiptuningu“. Programátor EEPROM pamětí lze pořídit už od cca. 3000,-Kč, ovšem takovýto programátor je určen pro konkrétní typ

paměťového obvodu. Univerzální programátory se pohybují v řádech desítek tisíc korun.



Obr. 4.01 Programátor paměťových obvodů EEPROM [4]

4.1.1.1 Emulátory

Programování paměti typu EEPROM se provádí mimo vozidlo – tzv.: „off-line“. Jenže to pro úpravu vstříkovaných map je v celku nevýhodné. Protože po každé změně je nutno úpravu ověřit nejlépe na motorové brzdě a neustálé rozebírání ECU a vyndávání paměťového obvodu není zrovna moc příjemné. K tomuto účelu se používá tzv. emulátorů, které se připojí do ECU místo paměťového obvodu a mají výstup přes programátor rovnou do PC. Možnost upravovat mapy „on-line“, za chodu motoru, dovoluje doladit nejrůznější přechodové stavy a odhalit funkční problémy.

Emulátory se používají především v motorsportu, ale jeho služeb využívají i někteří špičkoví „chiptuneři“. Emulátor propojený s PC musí vykazovat potřebné technické parametry, z nichž velmi důležitá je jeho rychlost, zvážíme-li nutnost práce v reálném čase, kdy běžící motor vyžaduje okamžitý přístup k datům. Firmy, které se zabývají produkty a softwarem pro modifikaci dat v ECU, nabízejí v mnoha případech emulátory vyvinuté přímo pro tyto účely. Jejich pořízení je ideálním řešením, protože odpadne mnoho problémů s adaptací softwaru a jejich funkce je optimalizována přímo pro tyto účely. Připojení k ECU se provádí stejným postupem jako záměna chipu, pouze s tím rozdílem, že je nutno vyřešit vývod kabeláže ven z řídicí jednotky. Emulátor slouží pouze ve fázi ladění motoru, kdy je připojen k počítači. Až se odladí správná

funkce motoru, data se uloží a následně naprogramují do paměťového obvodu, který se vloží zpět do ECU. Tento postup je mnohem efektivnější než metoda neustálého vyměňování chipu. Nevýhodou tohoto řešení jsou velmi vysoké náklady na pořízení emulátoru. Software určený přímo k editaci motorových dat je většinou součástí kompletu dodávky s emulátorem.

4.1.2 Flash EPROM

Dalším a zatím poslední typem paměti je Flash EPROM. Vylepšením oproti EEPROM je, že mazání probíhá po blocích buněk a tudíž lze mazat pouze konkrétní bloky a ne celou paměť najednou. Její hlavní předností je, že pro zápis není nutné ji extrahovat z PCB, ale lze do ní vstupovat pomocí OBD. Nevýhodou je výrazně omezený počet zápisů - cca 1000, což je ale pro použití v automobilech zcela dostatečné.

4.1.2.1 Rozhraní OBD

Běžné počítače nejsou na rozdíl od specializovaných diagnostických přístrojů vybaveny rozhraním, které by umožňovalo přímou komunikaci přes diagnostický port. V tomto případě je tedy nutno použít převodník umožňující propojení USB nebo sériového (RS 232) portu počítače a diagnostické zásuvky vozidla. Komunikace s ECU může probíhat prostřednictvím těchto protokolů (a jejich modifikací):

- PWM – Pulse Wide Modulation (s pulzní šířkovou modulací)
- VPW – Variable Pulse Width (s proměnnou šířkou pulzu)
- ISO 9141/14230 – evropská norma ISO, přičemž ISO 14230 je také známa pod označením KWP2000

Nejlepší variantou je však univerzální převodník, který dokáže komunikovat prostřednictvím různých protokolů. Jako obvykle hlavní nevýhodou je opět velmi vysoká cena.

4.2 Požadavky na software k chiptuningu

Originální data uložená v paměťovém modulu jsou značně „surová“. Jednoduchým zobrazením se z nich těžko něco vyčte. Už z důvodu, že jsou v hexadecimálním tvaru a současně jsou uspořádána v tabulce, což je jako trojrozměrná

mapa pro člověka obtížně představitelné. Pro komfortnější práci je tedy potřeba odpovídající software. Ten dokáže vizualizovat datové pole do tabulek závislostí jednotlivých parametrů, ale i ve formě 2D a 3D grafů. Samozřejmě dokáže i přímou editaci údajů jednotlivých závislostí. Data se poté dají uložit v samostatném souboru a nahrát zpět do paměti řídicí jednotky.

Aby software mohl takto jednoduše pracovat, vyžaduje jistou klíčovou informaci, která tvoří hlavní část jeho „know-how“. Tou je část zdrojového kódu ECU, který určuje proces ukládání čísel do datového pole. Tato informace není univerzální pro všechny typy řídicích jednotek a proto je nutno ji zahrnout pro každý typ ECU zvlášť. Čím více typů jednotek je na výběr, tím je užitečnost daného softwaru vyšší.

Pokud je software určen také pro editaci dat v ECU u běžícího motoru (emulátory, OBD), je vhodné, aby dokázal poskytovat také funkci „trasování“ dat. Jedná se o zvýraznění dat v mapě nebo tabulce, které odpovídají oblasti momentálního režimu motoru (např. okamžité otáčky a tomu odpovídající zatížení). Tato funkce umožňuje mnohem lepší zpětnou vazbu pro úpravce, který tak dokáže identifikovat problémové místa v dané motorové mapě.

Možnost srovnání mezi originálními a upravenými daty je další z možností, kterou by kvalitní software pro „chiptuning“ měl nabízet. Pomáhá především udržet přehled o postupu prací při úpravě dat a vyhnout se tak chaosu, který by mohl celou záležitost výrazně zkomplikovat.

4.2.1 Checksum

Velmi důležitým prvkem je tzv. funkce checksum (Struktura datových polí paměti). Každá řídicí jednotka totiž provádí kontrolu pomocí kontrolního součtu (checksum), který má za úkol rozpoznat narušení integrity dat. Je tím zaručena jednak bezpečnost přenosu dat i jejich originalita. Každý zásah a změna v datech kontrolní součet pozmění a řídicí jednotka vyhodnotí situaci jako poruchu v systému s patřičnými opatřeními. Protože chiptuning je přímo zaměřený na změnu dat, každý kvalitní software by měl umět provést finální korekci tak, aby checksum odpovídal původní hodnotě před operací. Plusem je pochopitelně opět možnost výběru hodnoty checksum pro více typů řídicích jednotek. Celá záležitost ovšem nemusí být tak jednoduchá, jak se může zdát na první pohled. Snaha výrobce je totiž vždy vytvořit takový algoritmus, aby kontrolní součty nebyly jednoduché a zajistila se tak ochrana proti zásahům do dat.

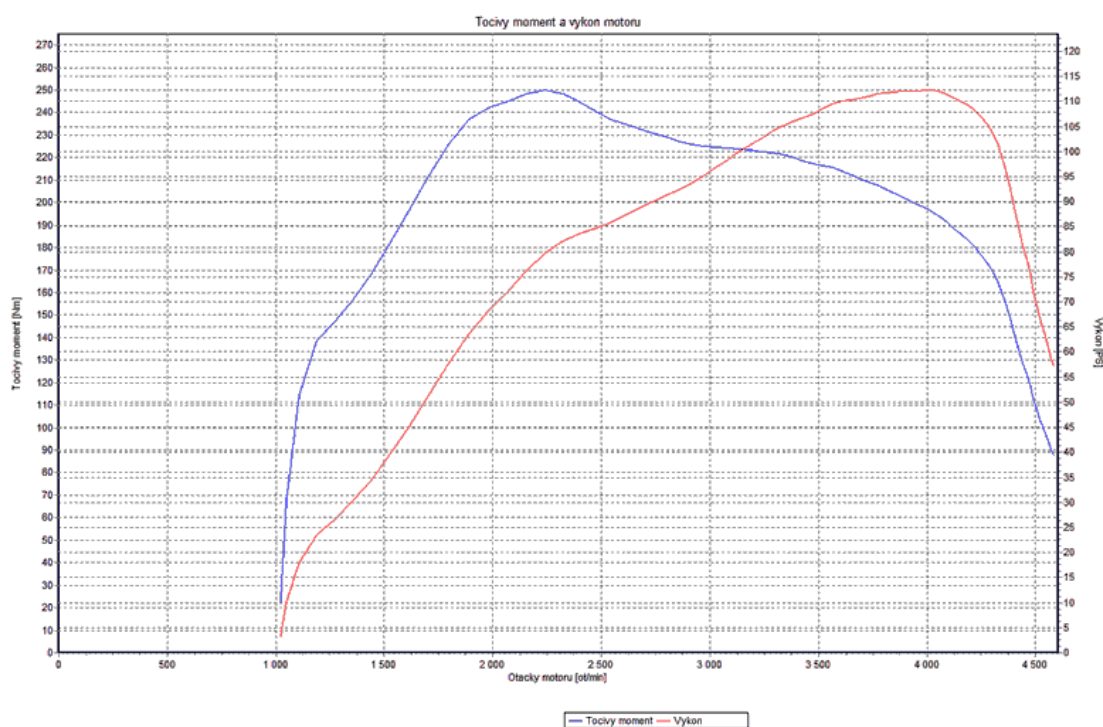
Proto je nutno upozornit u vyloženě amatérských zásahů bez kvalitního softwaru na značné riziko v tom, že může dojít k naprostému kolapsu a zhroucení ECU.

Programů pro chiptuning je na trhu nepřehledné množství a záleží na úpravci, který mu bude vyhovovat nejvíce. Mezi nejznámější (a také nejpoužívanější) patří WinOLS a ECM 2001.

5 Popis chiptuningu

Vozidlo Škoda Octavia 1.9 TDI 81kW (AHF), které bylo použito pro měření, je vybaveno starším typem řídicí jednotky, která neumožňuje změnu datových map prostřednictvím OBD portu automobilu. Tato ECU používá paměťový obvod typu EEPROM, tudíž pro jakoukoliv úpravu se musí tento obvod vymontovat z řídicí jednotky. Tato operace je velmi náročná na přesnost a pokud se provádí neodborně, je zde velké riziko trvalého poškození řídicí jednotky.

Ještě před úpravou si majitel nechal změřit výkon vozidla, aby měl porovnání s následnou úpravou. Měření bylo provedeno na dynamické měřicí stoličce (motorové brzdě). Vozidlo připevní k měřicí stoličce, výkon je prostřednictvím kol přenášen na válec a naměřená data vyhodnotí počítač. Ve výsledném grafu je znázorněn průběh výkonu a točivého momentu v celém spektru otáček.



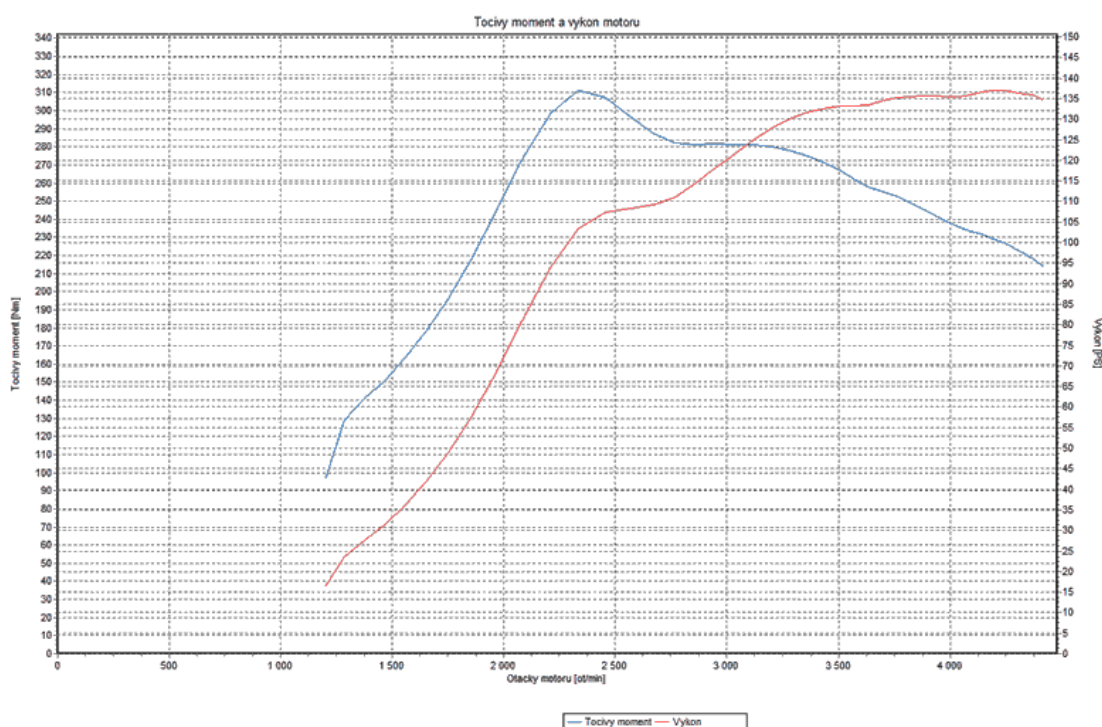
Obr. 5.01 Vnější charakteristika sériového motoru 1.9 TDI 81kW (AHF)

Detailnímu popisu postupu úpravy dat se ve své práci věnovat nebudu. Důvodem je fakt, že získat potřebné znalosti a zkušenosti k úpravě map bylo finančně i časově značně náročné. Mohu jen dodat, že jsem se snažil zbytečně se nepřibližovat ke kritickým hodnotám veličin, např. příliš vysokého plnicího tlaku. Upravená mapa se nahraje pomocí čtečky na nový paměťový obvod a tento již stačí připájet zpět do řídicí

jednotky. Pro zjednodušení další výměny (úpravy) paměťového obvodu jsem připájel do ECU vozidla místo paměťového obvodu patice pro rychlejší výměnu chipu bez nutnosti pájení. Takto zkompletovaná jednotka se připojí zpět do vozidla a tím je úprava hotova.

Hlavní výhodou tohoto řešení je možnost kdykoliv vrátit úpravu zpět vložením původního paměťového obvodu do patice v řídicí jednotce.

Nevýhodou je velká pracnost provedení této úpravy, zvláště pak složité vypájení obvodu s rizikem jeho poškození.



Obr. 5.01 Vnější charakteristika motoru 1.9 TDI 81kW (AHF) po úpravě

Z grafu je patrné, že po úpravě má vozidlo výkon 100kW (137koní) při 4240 1/min a točivý moment 311 N.m při 2330 1/min. Maximální výkon se tedy zvedl o významných 24%. Ovšem do cca 1800 1/min jsou hodnoty nepatrně nižší oproti originálnímu stavu. Na to může mít vliv řada faktorů, například stav některých komponentů, nejen turbodmychadla, ale i zanesení vstříkovacích trysek apod. Další zvyšování výkonu je samozřejmě možné, ale už ne s použitím sériových komponentů. Např. použitím pístů z motoru ASZ/ARL, vstříkovacích trysek DSLA150P764, turbodmychadla GT1749VB, většího mezichladiče stlačeného vzduchu a opětovnou úpravou map v ŘJ je možné dosáhnout výkonu cca. 140kW.

6 Vliv chiptuningu na kouřivost motoru 1.9 TDI 81kW (AHF)

6.1 Měření emisí vznětových motorů

U vznětových motorů se měří pouze kouřivost. Na rozdíl od plynných škodlivin je kouření vznětového motoru pozorovatelné i bez měřících přístrojů a proto se stalo předmětem zájmu jako první ze skupin jevů, kterými spalovací motor působí negativně na okolí.

První metoda na zjišťování kouřivosti motoru je založena na zachycení částic kouře na filtračním papírku, přes který se prosaje vzorek výfukových plynů definovaného objemu definovanou rychlostí. Množství zachycených částic se vyhodnocuje opticky podle zčernání filtru měřitelného jako množství světla pohlceného kontaminovaným filtrem ve srovnání s pohlcením světla nepoužitým filtrem. Takto měřená veličina se nazývá kouřivost stanovená filtrační metodou. Filtrační metoda je dvoufázová - v definovaném režimu běhu motoru se uskuteční odběr vzorku, který se dodatečně vyhodnotí v optickém vyhodnocovacím zařízení.

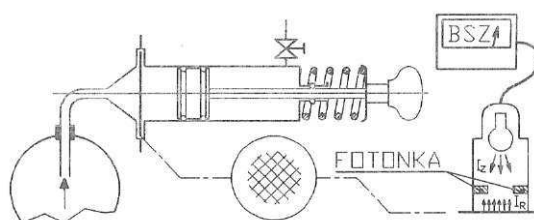
Jednoetapové je přímé zjišťování pohltivosti světla sloupcem výfukových plynů definované délky (tj. definovaná je optická dráha). Měřená veličina se nazývá opacita (= pohltivost světla, převratná hodnota je průhlednost neboli transparence) spalin a příslušný měřící přístroj je opacimetr. Pro tuto veličinu se též používá opisné označení emise viditelného kouře.

Společnou nevýhodou měření kouřivosti filtrační metodou a opacimetrie je nemožnost vztažení naměřených hodnot k výkonovým vlastnostem motoru. Pro oblast emise pevných částic se upravila filtrační metoda zavedením vyhodnocování zachyceného množství částic jako rozdílu hmotnosti kontaminovaného a čistého filtru. Pro zajištění dostatečné citlivosti (dost velké zachycené množství částic) se oproti filtračnímu měření kouřivosti musí zvětšit objem spalin prosátých filtrem a v tomto smyslu se upravila metodika odběru a odpovídající příslušenství. Úsady na filtru sestávají kromě sazí (těch je ovšem výrazně nejvíce) ještě z dalších látek v pevném, případně v kapalném skupenství. Proto se výsledek měření popsanou metodikou nazývá emise částic (PE - Particulates Emission). Pro účely dalšího roztřídění částic podle složení zavedli chemici podílející se na tvorbě této metodiky specifikaci částic na

rozpustné (soluble) a nerozpustné. Toto rozlišení se prakticky provede vystavením úsady působení konvenčního organického rozpouštědla (dichlormetan, isopropylalkohol).

6.1.1 Měření kouřivosti filtrační metodou

Schéma sestavy zařízení pro měření kouřivosti filtrační metodou s ruční sondou vyvinuté firmou BOSCH je na obrázku č 6.01. Před odběrem vzorku se ručně posune píst sondy doleva a zajistí, do příslušné štěrbině se umístí čistý papírek a nátrubek sondy se zavede do výfukového potrubí. Po odblokování pístnice vykoná stlačená pružina sací zdvih, rychlost pohybu pístu je přitom nastavena seškrcením odtoku vzduchu z prostoru za. zadní stranou pístu. Kontaminovaný papírek se vyhodnotí reflektivním fotometrem, který je citlivý na množství světla odražené od plochy papírku v místě povlečeném vrstvou zachycených sazí. Výsledkem je stupeň zčernání Bn v jednotkách SZ (Schwarzungszahi).



Obr. 6.01 Filtrační kouřoměr Bosch

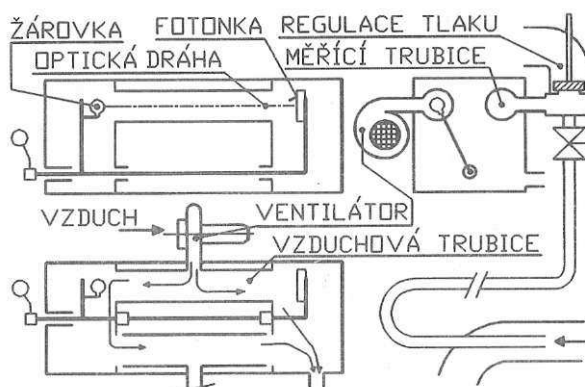
Vliv odrazivosti podložky pod papírkem se eliminuje podložení 5 vrstvami čistých papírků, stejným způsobem se nastavuje nula stupnice. Pro nastavení plné výchylky stupnice (10 SZ) se optický snímač zasune do speciálního pouzdra napodobujícího absolutně černé těleso.

V modernějším provedení pracuje ruční kouřoměr s kontinuálním pásem papíru namísto jednotlivých kroužků. Vrcholem automatizace této metody je pseudokontinuální kouřoměr s pásem papíru, vestavěnou pumpou a přívodní hadicí trvale připojenou k výfukovému traktu. Na povel obsluhy se solenoidovým ventilem otevře přívod vzorku a po prosátí příslušného objemu se kontaminovaná plocha papíru posune k fotoelektrickému vyhodnocení.

6.1.2 Opacimetrie

Samotné prosvícení sloupce spalin viditelným světlem a zjištění prošlého podílu záření nepředstavuje zvláštní problém. Nutno se ovšem vypořádat s nebezpečím pokrytí povrchu zdroje a čidla povlakem částic, jehož opacita by zkreslila údaje přístroje.

Na obrázku č 6.02 je uvedeno schéma uspořádání přístroje HARTRIDGE, který je v laboratorní třídě opacimetrů nepsaným (někdy i deklarovaným) standardem. Za provozu přístroje je optická dráha většinou souosá se vzduchovou trubicí a přívod spalin do přístroje je uzavřen na vstupu. Pouze při ustalování údaje se překlápí optická dráha do osy měřicí trubice, do které se současně vpouští vzorek spalin. Po uskutečnění odečtu hodnoty se opět držák se žárovkou a fotonkou překlápí do polohy, kde intenzivní omývání čistým vzduchem udržuje povrch rozhodujících prvků přístroje prostý úsad (a přísun výfukových plynů se opět uzavře). Při vlastním měření brání pouze dostatečný tlak spalin pronikání vzduchu do měřicí trubice. Při příliš kvalitním provedení výfukového traktu zkušebny (pokud jde o průtokové odpory) se musí výfukový protitlak uměle zvyšovat umístěním škrťacího orgánu do výfukového potrubí za místo odběru pro opacimetr (přístroj nemá žádné příslušenství pro nucenou dopravu vzorku). Při nadměrném zvýšení tlaku se nadzvedává pojistný ventil zatížený vahou vlastního talířku. Světlost přívodu je 24 mm, průtok se nepředepisuje.



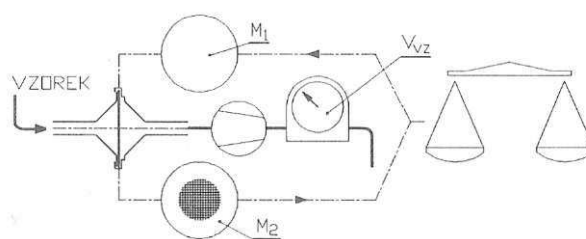
Obr. 6.02 Opacimetr Hartridge

Přístroj nemá žádnou elektroniku, napětí fotoelektrického článku se přivádí na svorky ukazovacího přístroje přes odporový dělič, kterým se nastavuje nulová výchylka při uzavřeném přívodu vzorku a optické dráze překlopené do osy vzduchové trubice.

Stupnice ukazovacího přístroje je lineárně rozdělená na 100 dílků (HSU - Hartridge Smoke Unit). Z údaje stupnice se vypočítá absorpční koeficient k (v m^{-1}):

6.1.3 Měření emise pevných částic

Vlastní princip gravimetrického stanovení obsahu pevných částic ve výfukových plynech je jednoduchý. Filtrační element je ze skelných vláken potažených teflonem (Pallflex). Jeho hmotnost se zjistí na přesných laboratorních vahách, pak se instaluje do příslušného držáku a pumpou se přes něj prosává vzorek spalin. Po ukončení měření se filtr i se zachycenými částicemi opět zváží a stanoví se hmotový obsah částic v analyzovaném vzorku.



Obr. 6.03 Gravimetrické měření obsahu částic

Na rozdíl od situace při zjišťování koncentrace plynných složek je koncentrace pevných částic přímo stanovena v hmotnostních jednotkách na jednotku objemu spalin tedy g.m^{-3} , nebo mg.m^{-3} . Celková absolutní produkce pevných částic je součinem koncentrace c_{PE} a průtoku spalin Q_{exh} .

Problémem gravimetrického hodnocení je vlastní zjištění hmotnosti filtru. Zejména je nutno přijmout zvláštní opatření, které zabrání kondenzaci atmosférické vlhkosti na filtru při manipulaci. V přípravě je metodika využívající filtr z nehořlavého materiálu, množství úsady se vyhodnotí jejím spálením za definovaného přívodu vzduchu a změřením koncentrace CO_2 na výstupu z příslušného spalovacího zařízení.

6.2 Předpisy pro hodnocení emisních parametrů spalovacích motorů

Legislativní ošetření problematiky emise škodlivin ze spalovacích motorů je projevem snahy společnosti chránit zdraví svých členů a další hodnoty. Ve vyspělých státech existují pověřené orgány administrativního dozoru, které vydávají oprávnění k provozu po podání důkazu, že předmětné zařízení je postaveno s nasazením přiměřeného úsilí v oblasti minimalizace negativních dopadů na životní prostředí. V ČR je pro motorová vozidla orgánem administrativního dozoru Správa pro dopravu

Ministerstva dopravy ČR; pro obor stacionárních (průmyslových) motorů je kompetentním orgánem Česká inspekce životního prostředí. Přiměřená emise škodlivin se prokazuje provedením měření emisních hodnot na pracovišti pověřeném technickým dozorem, nebo pod dohledem pověřeného příslušníka takového pracoviště (např. na zkušebně výrobce motoru). V ČR je pro zkoušení exhalací motorových vozidel autorizovaná zkušebna Ústavu pro výzkum motorových vozidel v Praze. Měření probíhá podle metodiky přesně specifikované v příslušném emisním předpisu, ve kterém jsou rovněž uvedeny limity, se kterými se porovnají dosažené výsledky. V textu příslušného předpisu se specifikují další administrativní náležitosti jako je rozsah požadované dokumentace, forma protokolu, doba platnosti, způsob periodické kontroly rozptylu kvality sériové výroby a pod.

Znění předpisu je zpravidla výsledkem složitého jednání mezi zástupci orgánů státní správy (případně nadnárodního orgánu), výrobců a potenciálních uživatelů. Zvláštní protokol se týká otázky vzájemného uznávání výsledku zkoušek podle různých předpisů, resp. nominálně stejné zkoušky provedené orgány technického dozoru různých států (důležité při exportu výrobků). Situace se dále komplikuje provázaností daňové a ekologické legislativy, když např. ve státě s obecně mírnějšími předpisy se poskytují daňové úlevy na výrobky (automobily) splňující přísnější předpisy (např. platné v zemi výrobce). Aby komplikacím nebyl konec, v souvislosti s náměty na vytvoření společného trhu v rámci ES (Evropské společenství - tzv. dvanáctka, anglické označení EC = European Community) se učinil pokus o harmonizaci emisních předpisů. S unifikací se od začátku nepočítalo pro předpokládanou neochotu některých členských států ke změnám v nastoupeném trendu (pokud jde o razantnost ekologické legislativy). Nicméně se podařilo vnést jistý chaos (minimálně) do systému slovního a číselného označování jednotlivých předpisů.

S jistou dávkou zjednodušení lze ve vývoji ekologické legislativy vysledovat jako iniciátora tvorby předpisové báze americký federální stát Kalifornie, kde je v důsledku superpozice specifických atmosférických podmínek a vysokého rozvoje motorizace situace obzvláště kritická (a díky vysokému životnímu standardu nová technická řešení nabývají v krátké době rozhodujícího významu). S jistým zpožděním a/nebo s mírnějšími limity a případně jednoduššími procedurami se kalifornské předpisy přebírají pro ostatní státy USA, Kanadu, Austrálii, Nový Zéland a pro

evropské státy s nejrozvinutější ekologickou legislativou (Japonsko udržuje tradici vlastní tvorby předpisové báze).

Evropský standard pro automobilové motory je vytvářen (s inspirací v Kalifornii, i když se to případně nepřiznává, aby se nevyvolával dojem závislosti) Evropskou hospodářskou komisí Organizace spojených národů (EHK OSN = ECE UN) se sídlem v Ženevě v rámci Dohody o přijetí jednotných podmínek pro schvalování a vzájemném uznávání schválení výbavy a dílů motorových vozidel. K signatářským státům této dohody se přidružila i tehdejší CSSR. Jednotlivé předpisy pro schvalování typu z hlediska jisté skupiny okolností (předpisy se týkají i bezpečnostních systémů, osvětlení vozidel atd.) a pro konkrétní třídu vozidel se vydávají jako příloha této dohody bez číselného třídění podle předmětu (číslování je chronologické). Úpravy předpisů (např. zpřísnování limitů) se označují jako revize pořadovým číslem pro každý předpis počínaje "00" (= původní znění). V ČR jsou všechny vydané předpisy EHK závazné a české výrobky opatřené značkou pověřené zkušebny jsou akceptovány v ostatních signatářských státech. Prakticky to znamená, že každý nový typ výrobku (podléhajícího schvalování podle některého předpisu EHK) musí být přihlášen ke schvalovacímu procesu. Po zavedení nového předpisu nebo revize musí být všechny (dříve schválené) výrobky do určité doby (zpravidla 1 rok) podrobeny zkoušce podle nového znění předpisu.

6.3 Vlastní měření kouřivosti vozidla Škoda Octavia

Měření bylo provedeno na opacimetru Bosch ESA/RTM 430. Bohužel z důvodu bezpečnosti jsem nemohl být přítomen přímo při měření. Byli mi předány pouze výsledky v podobě protokolů.

6.3.1 Měření kouřivosti motoru před a po úpravě

Měření číslo:	1	2	3	4
Kouřivost před úpravou [1/m]	0,01	0,02	0,01	0,01
Kouřivost po úpravě [1/m]	0,57	0,50	0,51	0,62

Tab. 6.01 Hodnoty kouřivosti čtyř po sobě jdoucích měření



SME č.
44.09.14

L a B AUTO universal s.r.o.
Dr.Kocourka 2100
SOKOLOV
356 01

Tel.:352626626

Fax.:352605605

PROTOKOL č.: 490/9N o měření emisí vozidla se vznětovým motorem

Značka vozidla: ŠKODA	Druh vozidla: osobní automobil
Typ vozidla: OCTAVIA	Kategorie vozidla: M1
Typ motoru: AHF	Registrační značka:
Výr. č. motoru:	Rok výroby (1.registrace): 1999
Stav poč. ujeté vzdálenosti: 181212 km	Druh paliva: Nafta
Typ emisního systému: řízený	Identif. č. vozidla:

Provozovatel vozidla (jméno, adresa):

KONTROLA:

VÝSLEDEK VIZUÁLNÍ KONTROLY: O.K. #

VÝSLEDEK KONTROLY ZÁVAD ŘÍDÍCÍ JEDNOTKOU: O.K. #

VÝSLEDEK KONTROLY TĚSNOSTI PLYNOVÉHO ZAŘÍZENÍ: ----

MĚŘENÉ PARAMETRY	PŘEDEPSANÉ HODNOTY		NAMĚŘENÉ HODNOTY	VOL.AKCELERACE				VÝSLEDEK
	min.	max.		1.	2.	3.	4.	
Teplota oleje [°C]	Alternativní příprava #			1.	2.	3.	4.	O.K.
Volnoběžné otáčky [1/min]	835	910	872	864	885	862	877	O.K.
Maximální otáčky [1/min]	4800	5200	5129	5138	5120	5132	5124	O.K.
Kouřivost [1/m]				0.01	0.02	0.01	0.01	
Doba zrychlení [s]				0.70	0.70	0.70	0.70	
Korigovaný součinitel absorpce (ze štítku)						[1/m]	0.70	
Hodnota kouřivosti			-dovolená			[1/m]	1.50	
			-naměřená			[1/m]	0.01	O.K.
Rozeptí hodnot kouřivosti čtyř po sobě jdoucích měření			-dovolené			[1/m]	0.25	
			-naměřené			[1/m]	0.01	O.K.
Použitý opacimetr (výrobce, typ)	BOSCH ESA/RTM 430			V 2.30 CZ				
Naměřené hodnoty jsou přímým on-line záznamem měření kouřoměru								

Poznámky: #

Vozidlo z hlediska měření emisí: VYHOVUJE	Čís. osvědčení o ME: ECD059198
Příští měření emisí v termínu do: 06.05.2011	Kontrolní nálepka: PŘIDĚLENA#
Měření emisí provedl: František Velát	osvědčení ev. číslo: BNA2486

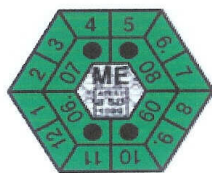
Datum a čas provedení měření emisí: 06.05.2009 16:11

Za správnost:



Podpis:

Obr. 6.04 Výstupní protokol z měření emisí před chiptuningem



SME č.
44.09.14

L a B AUTO universal s.r.o.
Dr.Kocourka 2100
SOKOLOV
356 01

Tel.:352626626

Fax.:352605605

PROTOKOL č.: o měření emisí vozidla se vznětovým motorem

Značka vozidla: ŠKODA	Druh vozidla: osobní automobil
Typ vozidla: OCTAVIA	Kategorie vozidla: M1
Typ motoru: AHF	Registrační značka:
Výr. č. motoru:	Rok výroby (1.registrace): 1999
Stav poč. ujeté vzdálenosti: 182027 km	Druh paliva: Nafta
Typ emisního systému: řízený	Identif. č. vozidla:

Provozovatel vozidla (jméno, adresa):

KONTROLA:

VÝSLEDEK VIZUÁLNÍ KONTROLY:

O.K. #

VÝSLEDEK KONTROLY ZÁVAD ŘÍDÍCÍ JEDNOTKOU:

O.K. #

VÝSLEDEK KONTROLY TĚSNOSTI PLYNOVÉHO ZAŘÍZENÍ:

MĚŘENÉ PARAMETRY	PŘEDEPSANÉ HODNOTY		NAMĚŘENÉ HODNOTY	VOL.AKCELERACE				VÝSLEDEK
	min.	max.		1.	2.	3.	4.	
Teplota oleje [°C]	Alternativní příprava #			1.	2.	3.	4.	O.K.
Volnoběžné otáčky [1/min]	835	910	886	882	891	889	879	O.K.
Maximální otáčky [1/min]	4800	5200	5130	5127	5134	5116	5124	O.K.
Kouřivost [1/m]				0.57	0.50	0.51	0.62	
Doba zrychlení [s]				0.71	0.69	0.70	0.70	
Korigovaný součinitel absorpce (ze šířtku)						[1/m]	0.70	
Hodnota kouřivosti			-dovolená		[1/m]	1.50		
			-naměřená		[1/m]	0.54		O.K.
Rozpětí hodnot kouřivosti čtyř po sobě jdoucích měření			-dovolené		[1/m]	0.25		
			-naměřené		[1/m]	0.12		O.K.

Použitý opacimetr (výrobce, typ)

BOSCH ESA/RTM 430

V 2.30 CZ

Naměřené hodnoty jsou přímým on-line záznamem měření kouřoměru

Poznámky: #

Vozidlo z hlediska měření emisí:

VYHOVUJE

Čís. osvědčení o ME:

Příští měření emisí v termínu do:

Kontrolní nálepka:

Měření emisí provedl:

František Velát

osvědčení ev. číslo:

Datum a čas provedení měření emisí:

26.05.2009 10:43

Za správnost:



Podpis:

Obr. 6.04 Výstupní protokol z měření emisí před chiptuningem

7 Závěr

Z výstupních protokolů o měření emisí je patrné že u upraveného motoru došlo k razantnímu zvýšení kouřivosti. Zároveň však z dostupných grafů z měření výkonu na vyplývá, že úpravce skutečně zvýšil výkon motoru podle původního předpokladu. Odchylka cca. 9N.m od hodnoty slibované úpravcem může být způsobena např. zanesenými tryskami, nebo zatuhlou regulací naklápění lopatek, což je poměrně častá závada u tohoto motoru. Při nárůstu 76N.m lze ale tuto odchylku považovat za zanedbatelnou. Měření spotřeby jsem z důvodu složitosti a nákladnosti měření neprovedl.

Přestože došlo u upraveného motoru k razantnímu zvýšení kouřivosti, motor stále plní s velkou rezervou emisní limity pro toto vozidlo platné. Jelikož je limitní hodnota 1,5 l/m a výsledná průměrná hodnota u sledovaného vozu po úpravě byla 0,54 l/m, je zde ještě dostatečný prostor pro další úpravy motoru v rámci platných emisních norem. Současně se nepotvrdilo tvrzení úpravců motorů, že se emise produkované vozidlem po úpravě nezmění.

Seznam tabulek

Tab. 2.01 Základní charakteristika motoru AHF	15
Tab. 6.01 Hodnoty kouřivosti čtyř po sobě jdoucích měření.....	55

Seznam obrázků

Obr. 1.01 Datová (vstřikovací) mapa [1].....	11
Obr. 1.02 Poškozený píst motoru, včetně zničeného válce po nekvalitním chiptuningu	14
Obr. 2.01 Výkonová charakteristika	16
Obr. 2.02 Přehled systému elektronického řízení motoru AHF	17
Obr. 2.03 Snímač polohy pedálu akcelerace G79.....	19
Obr. 2.04 Snímač otáček motoru G28	20
Obr. 2.05 Snímač množství nasávaného vzduchu G70	21
Obr. 2.06 Snímač tlaku a teploty nasávaného vzduchu (T-MAP) G71, G72	21
Obr. 2.07 Snímač polohy regulačního šoupátka G149	22
Obr. 2.08 Snímač teploty paliva G81	23
Obr. 2.09 Čidlo teploty chladicí kapaliny G62.....	24
Obr. 2.10 Snímač atmosférického tlaku F96	24
Obr. 2.11 Spínač brzdových světel F a spínač brzdového pedálu F47	25
Obr. 2.12 Spínač spojkového pedálu F36.....	26
Obr. 2.13 Uzavírací ventil přívodu paliva N109	27
Obr. 2.14 Kontrolka předžhavování K29.....	28
Obr. 2.15 Žhavicí svíčky pro vyhřívání chladicí kapaliny Q7.....	29
Obr. 2.16 Schéma systému řízení žhavení.....	29
Obr. 2.17 Nastavovač množství paliva N146	30
Obr. 2.18 Činnost nastavovače množství paliva N146.....	31
Obr. 2.19 Ventil počátku vstříku N108.....	32
Obr. 2.20 Elektromagnetický ventil pro zpětné vedení výfukových plynů N18.....	33
Obr. 2.21 Přepínací ventil škrťící klapky N239	34
Obr. 3.01 Přehled systému řízení vstřikovaného množství	35
Obr. 3.02 Přehled systému řízení počátku vstříku (předvstříku)	38
Obr. 3.03 Přehled systému regulace plnicího tlaku	39
Obr. 3.04 Situace při maximálním plnicím tlaku.....	40
Obr. 3.05 Situace při minimálním plnicím tlaku	40
Obr. 3.06 Situace při provozním plnicím tlaku (mezipoloha)	41
Obr. 3.07 Přehled systému žhavení	42
Obr. 4.01 Programátor paměťových obvodů EEPROM.....	44
Obr. 5.01 Vnější charakteristika sériového motoru 1.9 TDI 81kW (AHF).....	48
Obr. 5.01 Vnější charakteristika motoru 1.9 TDI 81kW (AHF) po úpravě.....	49

Obr. 6.01 Filtrační kouřoměr Bosch	51
Obr. 6.02 Opacimetr Hartridge	52
Obr. 6.03 Gravimetrické měření obsahu částic.....	53

Seznam použité literatury

- [1] *Motortuning Evolution* [online]. 2009 [cit. 2009-09-11]. Ponuka chiptuningu. Dostupné z WWW: <<http://www.motortuning.sk/chiptuning/22-ponuka-chiptuningu-ecu-tuning.html>>.
- [2] TAKÁTS, Michal. *Měření emisí spalovacích motorů*. Praha : Vydavatelství ČVUT, 1994. 26 s. ISBN 80-01-01053-8.
- [3] VLK, František. *Automobilová elektronika 3 : Systémy řízení motoru a převodů*. 1 vydání. Brno : Nakladatelství a vydavatelství František Vlk, 2006. 355 s. ISBN 80-239-7063-1.
- [4] RŮŽIČKA, Bronislav. *Jak na chiptuning : motormanagement, datová pole paměti, programování chipu*. Vydání první. Brno : Computer Press, a.s., 2007. 184 s. ISBN 978-80-251-2096-5.
- [5] GREGORA, Stanislav; MAŠEK, Zdeněk. *Elektronické a mechatronické systémy v konstrukci silničních vozidel*. Pardubice : Univerzita Pardubice, 2008. 225 s. ISBN 978-80-7395-082-8.
- [6] CEDRYCH, René Mario. *Automobily Škoda Octavia a Octavia Combi*. Druhé, doplněné a rozšířené vydání. Praha : Grada Publishing, a.s., 1999. 389 s. ISBN 80-247-0657-1..
- [7] KONRÁD, Milan. *Chiptuning motorů TDI*. Pardubice, 2007. 52 s. Bakalářská práce. Univerzita Pardubice.
- [8] *Studijní příručka č.16 : 1.9 TDI 66kW*. Mladá Boleslav : Škoda Auto, a.s., 1998. 59 s.
- [9] *Studijní příručka č.22 : 1.9 SDI 50W a 1.9 TDI 81kW*. Mladá Boleslav : Škoda Auto, a.s., 1998. 26 s.
- [10] *Dieselpower* [online]. 2009 [cit. 2010-03-10]. Dostupné z WWW: <<http://race.dieselpower.cz/>>.
- [11] JANDA, Zdeněk. *Cimbu Autosport* [online]. 2007 [cit. 2010-02-14]. Jak může dopadnou čipování... podruhé. Dostupné z WWW: <<http://www.cimbu.cz/index.php?page=whole&lng=cze&item=3>>.