



TECHNICKÁ FAKULTA

KATEDRA JAKOSTI A POSLEHLIVOSTI STROJŮ

ÚDRŽBA A SEŘÍZENÍ VSTŘIKOVACÍCH ČERPADEL

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí diplomové práce: Ing. Bohuslav Peterka, Ph.D.

Autor bakalářské práce: Marek Beneš

Praha 2014

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra jakosti a spol. strojů

Technická fakulta

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Beneš Marek

Silniční a městská automobilová doprava

Název práce

Údržba a seřizování vstřikovacích čerpadel

Anglický název

Fuel pumps maintenance and diagnostics

Cíle práce

Cílem práce je formou literární rešerše popsat současný stav v oblasti údržby a seřizování vstřikovacích čerpadel.

Metodika

Student se seznámí s dostupnou literaturou a příslušnými normami k dané problematice. Student provede shrnutí běžně používaných systémů dávkování a odměřování paliva. Pro jednotlivé systémy popíše možnosti provádění údržby a diagnostiky.

Osnova práce

- Úvod
- Literární rešerše
- Diskuze a závěr
- Literatura

Rozsah textové části

30 - 40 stran textu

Klíčová slova

vstřikovací čerpadlo, palivový systém, seřizování, údržba, diagnostika, předvstřík, dodávka paliva, vstřikovač

Doporučené zdroje informací

MOTEJL, Vladimír. Vstřikovací zařízení vznětových motorů: Učební text pro učební obor 23-68-4/001 automechanik. 1. vyd. České Budějovice: PROTISK, 2001. 181 s. ISBN 80-7232-142-0

INDRA, Jaromír. Palivové soustavy vozidlových vznětových motorů, 1. Vyd. Praha: SNTL, 1984. 292 s. L13-E1-IV-31/22749
Příslušné normy

Vedoucí práce

Peterka Bohuslav, Ing., Ph.D.

Termín zadání

listopad 2011

Termín odevzdání

duben 2013

prof. Ing. Josef Pošta, CSc.

Vedoucí katedry



prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

Děkan fakulty

V Praze dne 6.2.2012

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „**Údržba a seřízení vstřikovacích čerpadel**“ vypracoval samostatně a použil jsem jen pramenů, které cituji a uvádím v přiloženém seznamu bibliografie.

V Praze dne :

Vypracoval:

Podpis studenta

PODĚKOVÁNÍ

Touto cestou bych rád poděkoval panu Ing. Bohuslavu Peterkovi, Ph.D. za odbornou pomoc, připomínky a cenné rady při psaní této práce.

Dále bych poděkoval firmě Autodiesel – Pavel Kassl za možnost nahlédnout do procesu údržby a seřízení vstříkovacích čerpadel.

V neposlední řadě bych rád poděkoval panu Mgr. Miroslavu Surovi za poskytnuté rady a materiály.

ABSTRAKT

Bakalářská práce „*Údržba a seřízení vstřikovacích čerpadel*“ se zabývá možnostmi údržby a seřízení vstřikovacích čerpadel nejpoužívanějších vstřikovacích systémů vznětových motorů.

V kapitole „*Části vstřikovacích systémů*“ jsou popsány základní části vstřikovacích soustav vznětových motorů

V kapitole „*Používané vstřikovací systémy u vznětových motorů*“ jsou popsány vstřikovací systémy, které se běžně používají v automobilovém průmyslu. Dále je popsán způsob ovládání vstřikované dávky.

Kapitola „*Diagnostika*“ se zabývá diagnostikou přes řídicí jednotku či způsoby diagnostiky s pomocí univerzálních diagnostických testerů.

Kapitola „*Mechanická kontrola a údržba*“ popisuje způsob provádění testů vstřikovačů a vstřikovacích čerpadel, které se běžně provádějí při poruše či pravidelných servisních kontrolách.

Klíčová slova: Vstřikovací čerpadlo, palivový systém, seřizování, údržba, diagnostika, předvstřík, dodávka paliva, vstřikovač

SUMMARY

Bachelor's thesis "*Maintenance and Setup of Injection Pumps*" deals with the possibilities of injection pumps' maintenance and their setup within the most common diesel engines' injection-systems.

The chapter "*Parts of Injection Systems*" describes the elementary parts of injection systems in diesel engines.

The chapter "*Used injection systems in diesel engines*" deals with the injection systems commonly used in the automobile industry. Further, the chapter describes the control of injected fuel.

The chapter "*Diagnostics*" is concerned with the diagnostics over a controlling unit and with diagnostics methods using universal diagnostic testers.

The chapter "*Mechanic Control and Maintenance*" describes the injector- and injection pump tests commonly executed in case of defect or during regular service checks.

Keywords: Injection pump; fuel system; setup, maintenance; diagnostics; pre-injection; fuel supply; injector.

Obsah

1. ÚVOD.....	1
2. Části vstřikovacích systémů.....	2
2.1. Požadavky na vstřikovací čerpadlo.....	2
2.2. Vysokotlaké potrubí.....	2
2.3. Vstřikovač.....	3
2.3.1. Uložení.....	5
2.3.2. Vstřikovací trysky.....	6
3. Používané vstřikovací systémy u vznětového motoru.....	7
3.1. Vstřikovací čerpadlo s vlastním pohonem – řadové čerpadlo.....	7
3.2. Rotační čerpadlo.....	9
3.2.1. Rotující čerpadlo s rozdělovačem Bosch VE.....	9
3.2.1. Radiální čerpadlo se dvěma protiběžnými písty LUCAS DPC.....	11
3.3. Sdružené vstřikovače PD (Pumpe Düse).....	12
3.4. Akumulační vstřikování.....	13
4. Diagnostika.....	15
4.1. Vnitřní (sériová) diagnostika.....	15
4.1.1. Univerzální diagnostické testery.....	16
4.2. Vnější diagnostika.....	17
4.2.1. Statický režim.....	17
4.2.2. Dynamický režim.....	18
5. Mechanická kontrola a údržba.....	19
5.1. Vstřikovací čerpadlo.....	19
5.1.1. Seřizování rovnoměrnosti dávek.....	19
5.1.2. Seřizování do kruhu.....	20
5.1.3. Zkouška těsnosti.....	20
5.1.4. Odvzdušňování vstřikovací soustavy.....	20
5.2. Vstřikovač a vstřikovací tryska.....	21

5.2.1.	Otvírací tlak trysky	21
5.2.2.	Těsnost trysky	21
5.2.3.	Činnost trysky	22
5.2.4.	Test množství vstřikovaného paliva	22
5.2.5.	Test množství paliva jdoucího do přepadu	23
5.2.6.	Kontrola kvality tvaru vstřikovaného paprsku	23
5.2.7.	Kontrola ventilu	23
5.2.8.	Čištění vstřikovacích trysek	24
5.2.9.	Párování vstřikovačů	25
5.3.	Mechanicky ovládané vstřikovací čerpadla	25
5.3.8.	Zkouška řadových vstřikovacích čerpadel	25
5.3.9.	Rotační vstřikovací čerpadla s rozdělovačem	31
5.4.	Elektronicky ovládaná vstřikovací čerpadla	32
5.4.1.	Rotační radiální čerpadlo s protiběžnými pístky	33
5.4.2.	Sdružené vstřikovače (PD)	35
5.4.3.	Common railu	36
	Závěr	38
	Seznam použité literatury	40
	Seznam obrázků	42
	Seznam zkratk a pojmů	43
	Seznam příloh:	44

1. ÚVOD

V posledních letech jsme svědky velkého pokroku ve vstřikovacích systémech vznětového motoru. Jelikož kvalita vstřikovacího systému přímo souvisí s množstvím emisí, dochází k nejrůznějším vylepšením (viz. IV. generace systému common rail). S narůstající složitostí ovládání vstřikovacího systému je potřeba implementovat do tohoto systému více elektroniky, než tomu bylo u dřívějších typů vstřikovacích soustav.

S narůstající složitostí systémů je i náročnější nalézt případnou chybu na vstřikovací soustavě. Je nutná větší odborná kvalifikace techniků a nutnost mít vybavení specifické pro daný typ kontroly a vstřikovací systém. Dříve postačující dělicí hlava a manometr nestačí k určení defektu a je třeba investovat nemalé finanční prostředky do zkušebních a seřizovacích zařízení. Rozdíl je taktéž v možnosti provedení oprav.

Vstřikovací systém má i hlavní vliv na spotřebu paliva a výkon motoru. Pokud máme špatnou buď jen jednu součástku v palivovém čerpadle či vstřikovači, může toto ohrozit správnou funkci celé palivové soustavy. Proto je nezbytné jezdit na servisní prohlídky doporučené dle výrobce automobilu.

Cílem mé bakalářské práce je seznámit čtenáře s možnostmi údržby a seřízení vstřikovacího čerpadla a s možnostmi kontroly vstřikovače vstřikovacích systémů vznětového motoru.

2. Části vstřikovacích systémů

2.1. Požadavky na vstřikovací čerpadlo

- a) Stlačení paliva a vytvoření vysokotlaké směsi v krátkém čase.
- b) Píst čerpadla musí dokonale těsnit a nepropustit palivo pod vysokým tlakem. Toho se dá dosáhnout vysokou přesností, která se realizuje přesným broušením a lapováním. Tolerance výroby počítá i s těsnícím efektem nafty.
- c) Musí být zajištěna dodávka stejného množství paliva do spalovacího prostoru motoru, aby byl výkon motoru na všech válcích stejný.
- d) Regulační mechanismus pro všechny vstřikovací jednotky musí být stejný.
- e) Před palivové čerpadlo se řadí až 4 palivové čističe.
- f) Používané palivo by nemělo obsahovat částice větší než 0,002 až 0,003 mm.
- g) Musí být možnost seřídít předvstřík čerpadla (základní předvstřík)
- h) V případě že je vyžadován proměnlivý předvstřík, musí být schopen se měnit plynule za provozu. [4]

2.2. Vysokotlaké potrubí

Tlaková vlna v potrubí se šíří stejnou rychlostí, jako rychlost zvuku. Proto musíme mít stejnou délku vysokotlakého potrubí, jinak by docházelo k rozdílnému vstříku, i když by čerpadlo bylo nastaveno správně. Též musí mít potrubí stejnou světlost bez místního zúžení v celé své délce. Tloušťka stěn je volena s ohledem na její elasticitu, která by měla být „téměř“ nulová. Světlost bývá 1,5 až 5 mm a vnější průměr je 5 – 15 mm.

Potrubí se vyrábí z bezešvých ocelových trubek s vysokou pevností vzhledem k velkým vnitřním tlakům působících na potrubí. Potrubí spojíme s výtlačným hrdlem čerpadla pomocí těsnícího kužele a přesuvné matice. Těsnící kužel se lisuje na trubku, nebo je pájen mosazí. Občas se vkládá i železná podložka mezi kužel a potrubí. [3]

2.3. Vstřikovač

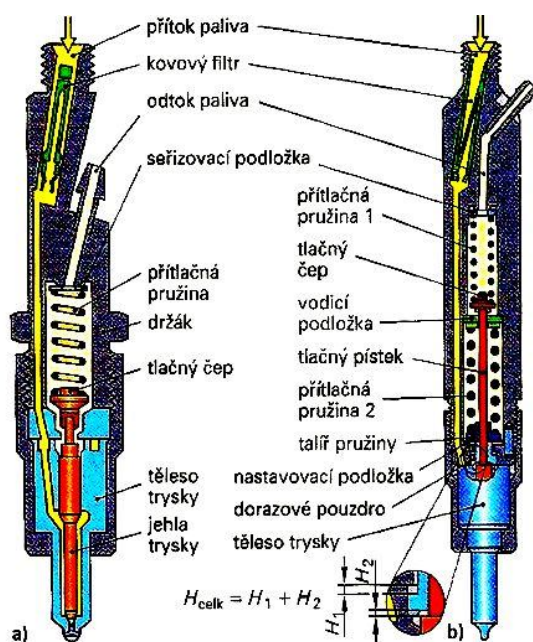
Hlavní funkce vstřikovače je vstřik dávky paliva do spalovacího prostoru buď přímo nebo do předkomůrky. Je vyžadováno, aby vstřikovací paprsek měl charakteristický tvar, jemnost rozprášeného paliva a počet vstřiků. Základní dělení je dle způsobů ovládní - elektronicky řízené a řízené tlakem. Vstřikovače řízené tlakem se dále skládají z [4,2]

- a) držáku vstřikovací trysky.
- b) Vstřikovací trysky.

Pomocí držáku vstřikovací trysky je upevněn vstřikovač do hlavy válce motoru. Jeho velikost, způsob přívodu paliva a odvod přebytečného paliva včetně uložení vlastní vstřikovací trysky se liší konstrukcí motoru, hlavy válců a způsobu vstřikování (přímé, nepřímé) [4,2]

Držáky trysek se rozdělují na (viz. Obrázek 1) :

- a) Jednoprůžinové držáky trysek se snímačem a bez snímače pohybu jehly.
- b) Dvupružinové držáky trysek se snímačem a bez snímače pohybu jehly.



Obrázek 1, a) Jednoprůžinový vstřikovač; b) dvupružinový vstřikovač [10]

Jednoprůžinové vstřikovače

Zvedací síla jehly je vyvozená tlakem paliva, který překoná přítlačnou sílu pružiny a vstříkne palivo do spalovacího prostoru motoru. Při každém zdvihu unikne mezi jehlou a tělesem trysky malé množství paliva potřebné k mazání a chlazení uložení jehly do prostoru s pružinou, pak přes odvod paliva a zpětné vedení do palivové nádrže. Poklesne-li tlak paliva, vtlačí pružina jehlu zpět do sedla a uzavře ústí trysky se vstřikovacími otvory.[10]

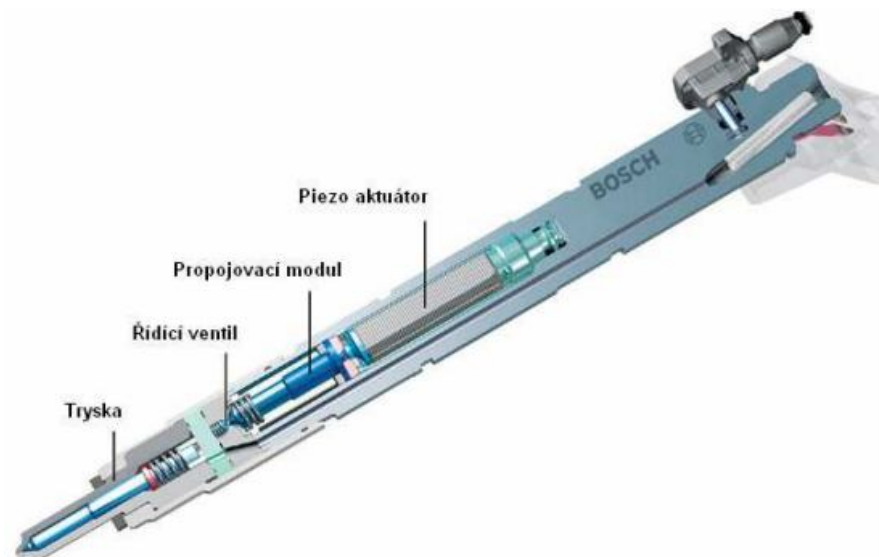
Dvoupřůžinové vstřikovače

Používají se pro snížení hluku při spalování. Skládají se ze dvou pružin uložených za sebou. První pružina působí na jehlu trysky a určuje otvírací tlak. Druhá pružina vymezuje dobu vstřiku podle poklesu tlaku. [8]

Vstřikovače ovládané elektrickým signálem od řídicí jednotky jsou již zcela běžnou součástí na současných vznětových motorech. Akční člen vstřiku je ovládán pomocí elektromagnetického ventilu, který dávkuje palivo nebo pomocí piezoelektrického členu (viz. Obrázek 2).

Piezoelektrický vstřikovací ventil

Vlivem tlaku se deformuje krystalová mřížka krystalu s kladně a záporně nabitými ionty. Když se ionty posunou ze své původní polohy, tak vznikne proudový impuls, tj. v krystalu vznikne elektrické napětí a krystal se velkou rychlostí deformuje. Touto deformací se docílí rychlého pohybu jehly vstřikovače. Na materiál krystalu se používá keramický materiál namísto křemíkového krystalu. Keramický materiál má rovněž piezoelektrické vlastnosti a s přidávkou oxidu olovnatého nebo zirkoničitého odolává i tepelným podmínkám ve spalovacím prostoru motoru.[8]



Obrázek 2, Piezoelektrický vstřikovač

Tloušťka piezoelektrického prvku je přímo závislá na požadovaném zdvihu jehly vstřikovací trysky. Piezoelektrický prvek tvoří asi 400 vrstev velmi tenkých plátek keramické folie uspořádaných do válcového stavěcího členu výšky cca 30 mm. Přivedeným napětím o velikosti 150 V se krystaly protáhnou přibližně o 0,04 mm. Pohyb krystalů složeným mechanismem z pístků a pružinek převede zdvih jehly na 0,08 mm. Tato velikost dráhy stačí k přesnému otevření a zavření vstřikovače. Tímto mechanismem je možno učinit vstřík už od 1 mm³. [8]

Přednosti piezoelektrických vstřikovačů je až 4x rychlejší reakce oproti elektromagnetickým ventilům. Také je možno provést až 7 vstříků paliva během jednoho pracovního cyklu. Rozdělením vstříku do více dílčích vstříků se sníží jak hlučnost, tak množství emisí. Nové piezoelektrické ventily pracují zatím s jedním předvstříkem a hlavním vstříkem. [8]

2.3.1. Uložení

Pomocí držáku vstřikovací trysky je upevněn vstřikovač do hlavy válce motoru. Jeho velikost, způsob přívodu paliva a odvod přebytečného paliva včetně uložení vlastní vstřikovací trysky se liší konstrukcí motoru, hlavy válců a způsobu vstřikování (přímé, nepřímé) [8].

2.3.2. Vstřikovací trysky

Slouží k dokonalému rozprášení paliva do spalovacího prostoru. Rozdělují podle výstupního otvoru na zavřené a otevřené, nebo podle počtu výstupních otvorů na jednootvorové a víceotvorové.[9]

Zavřená vstřikovací tryska je řízena samočinně tlakem, který stoupá a odkrývá vstupní otvor nebo elektronicky, např. v případě piezoelektrického vstřikovače či elektromagnetického ventilu. Při poklesu tlaku začne protisíla vratné pružiny vracet jehlu zpět do vstupního otvoru trysky. [9]

Otevřená vstřikovací tryska má výstupní otvor trvale otevřený – používá se zřídka kvůli mnoha konstrukčním nevýhodám.

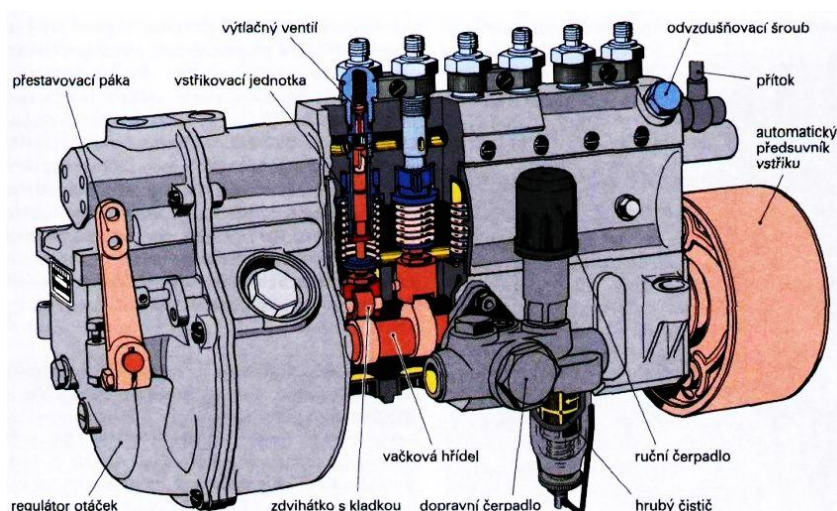
Nejpoužívanějším konstrukčním provedením bývají uzavřené vstřikovací trysky. Podle počtu otvorů je dělíme na jednootvorové a víceotvorové pro přímé vstřikování paliva do spalovacího prostoru. Pro motory s nepřímým vstřikování paliva, kdy je palivo vstřikováno do komůrky vytvořené v hlavě válce motoru, se používají trysky zavřené čepové, které se již ale v této době v moderním automobilovém průmyslu téměř nevyrábějí. [9]

Uzavřené vstřikovací trysky vstřikují dávku palivové směsi do spalovacího prostoru - vybrání na dně pístu. Jednootvorové se používají u konstrukčního řešení, kde je potřeba malý úhel rozptylu paliva. Víceotvorové trysky mají pod těsnícím jehlovým kuželem kanálek, ve kterém jsou vytvořeny výstupní otvory. Ty svírají vrcholový úhel, pod nímž je palivo rozprašováno do spalovacího prostoru. Vrcholový úhel, počet otvorů, velikost vrtání otvorů a jejich umístění v trysce závisí na konstrukčním řešení spalovacího prostoru. Ne vždy musí být otvory vrtány souměrně. Vždy záleží na tvaru spalovacího prostoru. Počet otvorů je 1 ÷ 12, jejich průměr 0,2 ÷ 0,05 mm, úhel vrcholového kužele od 15° do 180°, odstupňováno po 5°.[9]

3. Používané vstřikovací systémy u vznětového motoru

3.1. Vstřikovací čerpadlo s vlastním pohonem – řadové čerpadlo

Řadové čerpadlo (viz Obrázek 3) je součástí vysokotlakého okruhu paliva spolu s vysokotlakým potrubím a vstřikovači. Vysokotlaké vstřikovací čerpadlo je zásobeno palivem z nízkotlakého okruhu a mění tlak na $250 \div 1200$ barů (tlaky se liší provedením či konstrukčními řešeními výrobce), které se dále vysokotlakým potrubím vede ke vstřikovačům. Palivo, které se nevyužije a palivo, které se vlivem vůle (netěsnosti) dostane do horní části vstřikovače, se vrací zpětným potrubím do palivové nádrže nízkotlakého okruhu.[1]



Obrázek 3, Řadové vstřikovací čerpadlo [10]

Konstrukce

Řadová vstřikovací čerpadla mají pro každý válec motoru jeden čerpadlový element. Element čerpadla se skládá z pístku a válce čerpadla. Pístek čerpadla vykonává přímočarý vratný pohyb ve válci a slouží k vytvoření vysokotlaké směsi. Pohyb pístku je vyvozen od vačkového hřídele, který je zabudován ve stokovacím čerpadle a je jeho součástí. Pohyb vačkového hřídele je vyvolaný motorem automobilu a je závislý na otáčkách motoru -> přímý. Čerpadlové elementy jsou v řadě vedle sebe a odtud název řadová (bloková) čerpadla.[2]

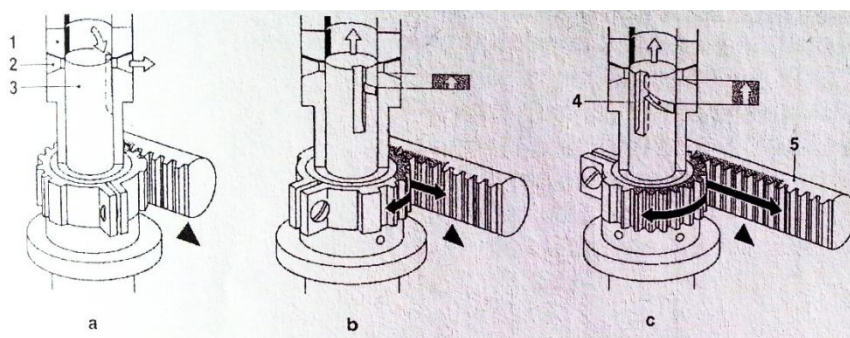
Tvorba vysokotlaké palivové směsi započne, když pístek čerpadla překryje (uzavře) při pojezdu vzhůru sací otvor. Směs paliva, která dosáhne požadovaného tlaku, je dopravována vysokotlakým potrubím ke vstřikovači, přes který dochází k rozptýlení do spalovacího prostoru motoru a může začít nový zdvih. Stav mezi uzavřením a vstřikem paliva se nazývá tvorba nové směsi [2].

Regulace dodávaného množství paliva

Vstřik se dá regulovat natočením regulační hrany uložené šikmo v pístu. Uvolní-li regulační hrana otvor dříve, tlak poklesne a palivová směs se nedostane přes vstřikovač do spalovacího prostoru a končí vstřik. Regulační hranu je možno ovládat pomocí regulační tyče, která natáčí pístek/regulační hranu, tím i ovládat množství a dobu vstřiku. Regulační tyče mají ovládání pomocí mechanického odstředivého regulátoru nebo pomocí automatického elektronického regulátoru.[2]

Jsou možné tři pracovní regulační stavy (viz Obrázek 4)

- a) Nulová dodávka paliva – provede se natočením pístku tak, že svislá drážka spojuje prostor nad pístkem s přepouštěcím kanálem. Důsledkem této regulace se nedostane palivo do vstřikovače
- b) Částečná dodávka paliva – provede se natočením pístku tak, že regulační hrana odkryje přepouštěcí kanálek v okamžiku, kdy je pístek více vzdálen od horní úvratě
- c) Plná dodávka paliva – provede se natočení pístku tak, že regulační hrana odkryje přepouštěcí kanálek v okamžiku, kdy je pístek blíže horní úvratě.[2,4]



Obrázek 4, Regulace dodávaného množství paliva natáčením pístku pomocí regulační tyče[2]

Popis obrázku č.5 : a) - nulová dodávka , b) - částečná dodávka, c) - plná dodávka, 1- válec čerpadla, 2 - přívodní otvor, 3 - pístek čerpadla, 4 - řídicí hrana, 5 - regulační tyč

Regulace pomocí mechanických regulátorů

- Omezovací regulace – Omezuje/udržuje předepsané volnoběžné otáčky motoru a zamezuje překročení nejvyšších přípustných otáček a brání přetížení a destrukci motoru důsledkem narůstajících otáček. Regulátor není v činnosti mezi volnoběžnými a maximálními otáčkami.
- Výkonnostní (otáčková) – Udržuje předepsaný/nastavený počet otáček při změně zatížení motoru.[2]

3.2. Rotační čerpadlo

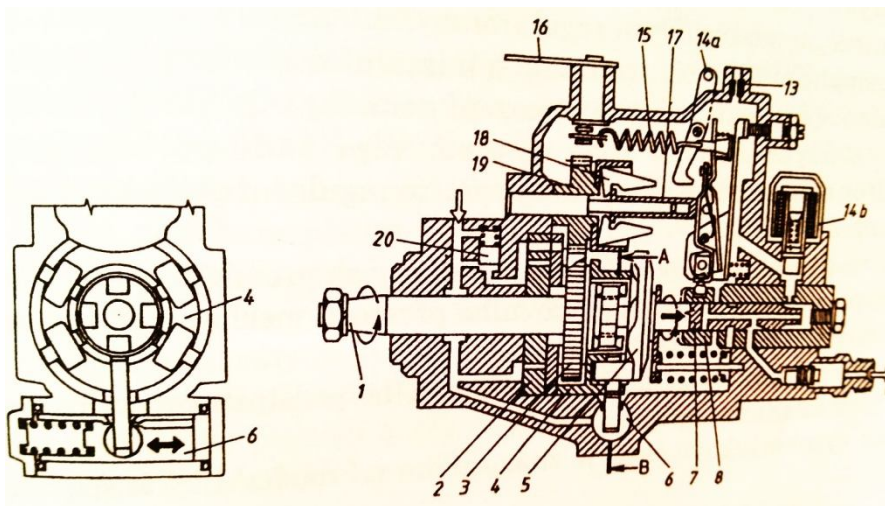
Rotační čerpadla mají jednu výtlačnou jednotku na všechny válce motoru. Výtlačná jednotka je tvořena kotoučem, který je tvořen čelními vačkami v počtu stejném, jako je počet válců motoru. Velikost dodávky paliva pro jednotlivé válce motoru určuje a rozděluje rotační pístek. V dnešní době se používají převážně dvě technická provedení a to

- Rotující rozdělovač, který vykonává pohyb čelní vačkou a současně zajišťuje funkci elementu čerpadla a rozdělovače v jednom. Nazýváme ho AXIÁLNÍ ROTAČNÍ ČERPADO.
- Čerpadla se dvěma protiběžnými písty, které jsou ovládány vnitřní radiální vačkou. Nazýváme je RADIÁLNÍMI ČERPADLY. [6]

3.2.1. Rotující čerpadlo s rozdělovačem Bosch VE

Každá otáčka dodává konstantní množství paliva do středotlakého prostoru. Ve středotlakém prostoru je umístěn přetlakový ventil a nevyužitě palivo jde zpět do nádrže přes škrtící trysku. Stálý tlak odpovídá otáčkám motoru. Se vzrůstajícími otáčkami vzrůstající tlak působící na pístek přesuvníku vstříku. Tlak překonává sílu přitlačné pružiny

a posouvá pístek, který pomocí kolíku natáčí regulační objímku. Tento píst je zároveň rozdělovačem paliva (viz Obrázek 5). Pohyb natáčení se provádí v opačném směru pohybu, než je otáčení vačky a pístku. Proto platí, že se vzrůstajícími otáčkami je zvyšován samotný předvstřík (předstih). Pístek je spojen s pohonem čerpadla pomocí zubové spojky[4]



Obrázek 5. Schéma činnosti rotačního vstřikovacího čerpadla Bosch VE [2]

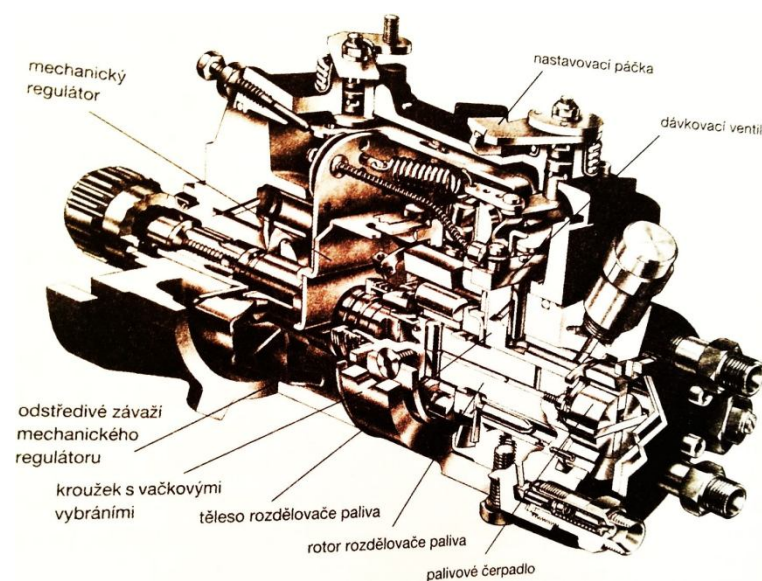
Popis obrázku č.6: 1 - pohon čerpadla; 2 – křídlové podávací čerpadlo; 3- ozubené soukolí; 4 objímka; 5 – kotouč s čelními vačkami; 6 – přesuvník vstřiku; 7 pístek; 8 – regulační objímka; 13 škrtkící tryska; 14a – páka; 14b – ventil; 15 – pružina; 16 – páka s excentrem; 17- šoupátko regulátoru; 18 – mechanický odstředivý regulátor; 19 – ozubené soukolí; 20 – přetlakový ventil

Regulace dodávaného množství paliva

„Přesné dávkování paliva v závislosti na zatížení motoru je řízeno regulační objímkou, posuvnou po rotujícím pístku (rozdělovače). Posuvem vlevo se dávka snižuje. Pohyb regulační objímky je určen nastavením regulačních pák objímky, ovládaných řidičem (páka s excentrem, viz. Obrázek 5, položka 16) a nezávisle na poloze i mechanickým odstředivým regulátorem. [3]

3.2.1. Radiální čerpadlo se dvěma protiběžnými písty LUCAS DPC

Čerpadlo firmy Lucas (viz. Obrázek 6) pracuje s pomocí mechaniky kroužku s vačkovými vybráními. Nízkotlaké lamelové podávací čerpadlo je součástí vstřikovacího čerpadla. Dopravuje palivo přes čistič paliva a dávkovací ventil paliva, který je spojen s nastavovací pákou a mechanickým regulátorem. Tělo rozdělovače tvoří dva proti sobě ležící pístky a spolu s válečky na obvodu tvoří soustavu, která rotují uvnitř kruhu s vačkovým vybráním.[4]



Obrázek 6. Rotační čerpadlo LUCAS DPC [2]

Začátek vstřiku a konec vstřiku je ovlivněn vačkovým vybráním a jejím profilem, který tvoří automatický přesuvník vstřiku ovládaný hydraulicky. Vysokotlaká směs se dále rozděluje v tělese rozdělovače do jednotlivých kanálků a je přiváděna do jednotlivých částí motoru. Pojištění proti zpětnému toku paliva je provedeno pomocí tlakových ventilů ve vývodech vysokotlaké části.[4]

Regulace a dodávané množství paliva

Odměrování a dávkování paliva podle provozního stavu motoru, podle polohy akceleračního pedálu a přizpůsobené nadmořské výšce se provádí přes ventil N 108 a N

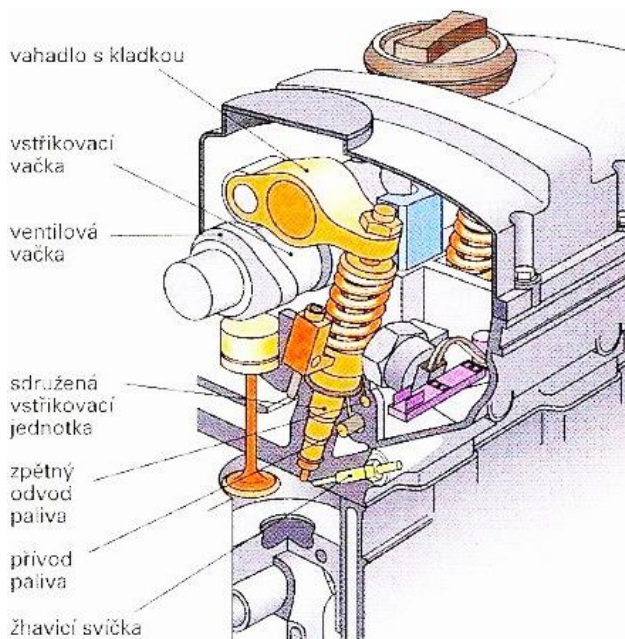
194. Jejich činnost řídí elektronická regulační řídicí jednotka. Vlastní dávkování se provádí hydraulicky. [8]

3.3. Sdružené vstřikovače PD (Pumpe Düse)

Každý válec motoru je vybaven jedním sdruženým vstřikovačem. Sdružené vstřikovače (viz Obrázek 7) vytvářejí vysoký tlak potřebný k vstříknutí paliva do spalovacího prostoru motoru. Tím odpadne původní vstřikovací vedení a vstřikovací čerpadlo, což se pozitivně projevuje na vlastnosti vstřikování (minimalizace kolísání tlaku). Řídicí jednotka motoru řídí sdružené vstřikovače tak, že palivo je vstřikováno do spalovacího prostoru se správným množstvím a ve správném okamžiku. Sdružený vstřikovač slučuje do jednoho dílu[8]

- a) vstřikovací čerpadlo
- b) ovládací jednotku
- c) vstřikovací trysku.

Sdružené vstřikovače jsou poháněny vačkovým hřídelem. Vačkový hřídel u čtyřválcových motorů má k pohonu sdružených vstřikovačů čtyři přídavné vačky. Ovládání zajišťuje kladkové vahadlo. Vstřikovací vačka má strmý náběžný bok a plochý úběžný bok. Strmý náběžný bok způsobuje, že píst čerpadla je tlačěn vysokou rychlostí dolů a tím rychle vznikne vysoký vstřikovací tlak. Plochý úběžný bok nechá píst čerpadla pomalu přejít zpět nahoru do výchozí polohy, aby mohla začít nová dodávka paliva.[9]



Obrázek 7, Sdružené Vstřikovače [10]

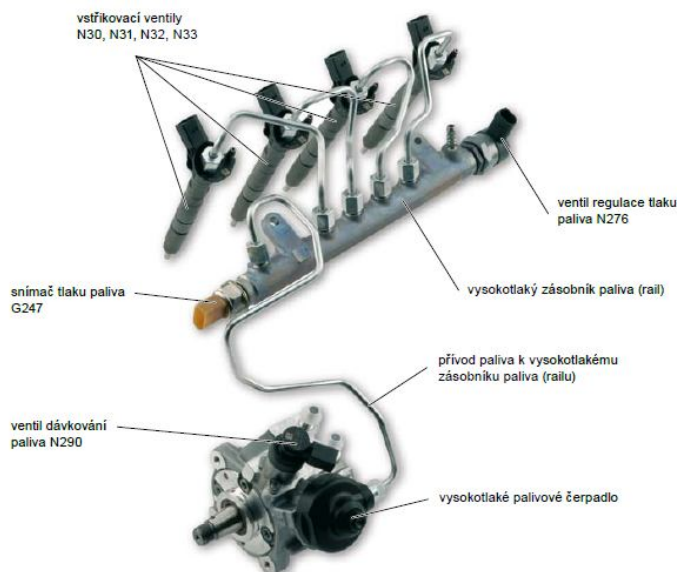
Regulace a dodávané množství paliva

Dodávka paliva je řízená elektronickou regulací vstřikování a pracuje podobně jako u systému s tlakovým zásobníkem. Zpracovává výstupní signály ze snímačů (polohy akceleračního pedálu, snímače otáček, snímač polohy vačkového hřídele, ...).[17]

3.4. Akumulační vstřikování

U vstřikovacího systému s tlakovým zásobníkem (viz Obrázek 8) je odděleno vytváření tlaku a vstřikování. Vstřikovací tlak je vytvářen nezávisle na otáčkách motoru a vstřikované dávce paliva.

Palivové čerpadlo vytváří vysokotlakou směs, která je vedena a uložena ve vysokotlakém zásobníku paliva (railu). Vstřikovaná dávka je řízena řidičem a je vedena vysokotlakým potrubím stejné délky ke vstřikovačům. Okamžik vstřiku a vstřikovací tlak jsou vypočteny z uložených datových polí hodnot v elektronické řídicí jednotce a realizovány vstřikovačem každého válce prostřednictvím řízeného elektromagnetického ventilu či piezoelektrického vstřikovače.[5]



Obrázek 8, SCHÉMA SYSTÉMU COMMON RAIL [18]

Přednosti vstřikovacího systému Common- Rail

- a) Vyšší vstřikovací tlak (liší se generací – 4 generace akumulčního vstřikování).
- b) Na každý provozní stav přizpůsobené vstřikované množství, tlak paliva ve vysokotlakém zásobníku a počátek vstřiku dávky.
- c) Variabilní předvstřikování k optimalizaci kvality spalování ve všech provozních stavech.
- d) Malé odchylky a vysoká přesnost během celé životnosti.

Regulace a dodávané množství paliva

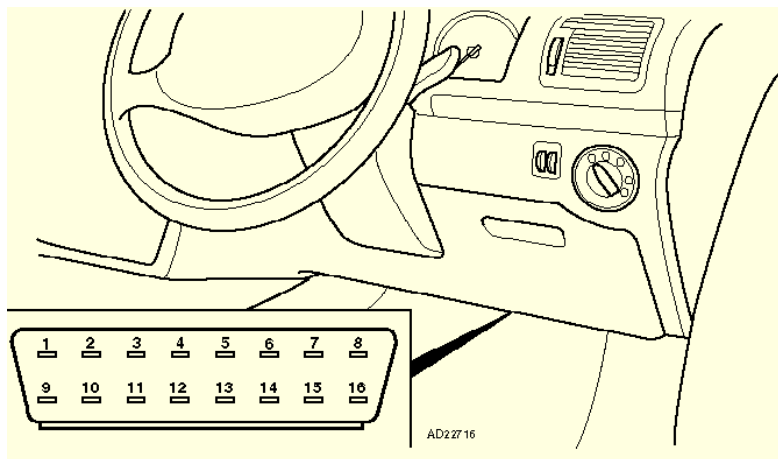
Počátek vstřiku a vstřikované množství jsou nastavovány elektronicky ovladatelným vstřikovačem. Ten nahrazuje vstřikovač (trysku a držák trysky) tradičních vstřikovacích zařízení vznětových motorů. Podobně jako u dosavadních držáků trysek vznětových motorů s DI jsou vstřikovače do hlavy válců přednostně montovány pomocí upínacích příložek. Proto jsou vstřikovače common-railu vhodné pro zástavbu do vznětových motorů s přímým vstřikem bez podstatných změn hlavy válců. Vstřikovač může být rozdělen do rozdílných funkčních celků. [5]

4. Diagnostika

Diagnostika palivových soustav nejen vznětového motoru se rozděluje na souhrnnou a detailní. Souhrnná diagnostika slouží k hodnocení soustavy jako celku. Hodnotí se například průměrná spotřeba [$l/100\text{ km}^{-1}$] či měrná spotřeba paliva [$g.kWh^{-1}$]. Detailní diagnostika je zaměřena především na měření a zkoušení funkcí jednotlivých komponentů v palivové soustavě.[13]

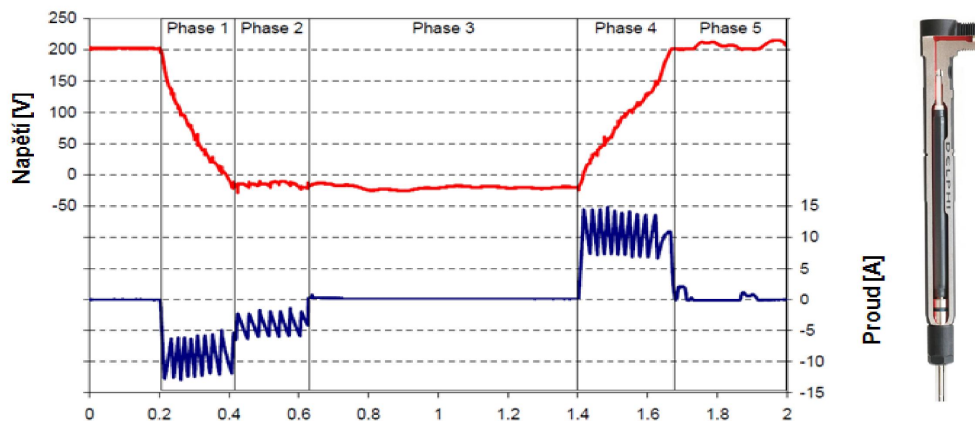
4.1. Vnitřní (sériová) diagnostika

Jde o diagnostiku přes sériové rozhraní, kterým je normovaná 16-ti pinová zásuvka (viz Obrázek 9). K zásuvce se připojí příslušné diagnostické zařízení, které komunikuje s řídicí jednotkou a umožní testovat elektronické systémy vozidla. Velikost, tvar, počet pinů a umístění je v současné době již normalizováno dle protokolu OBD-II, který obsahuje normy ISO9141, J1962, J1850 a ISO-15765.[13]



Obrázek 9, Umístění diagnostické zásuvky

Připojením diagnostického zařízení do diagnostické zásuvky začíná proces inicializace. Po inicializaci je možné číst z paměti závad, testování akčních členů či zobrazení okamžitých hodnot atd (viz. Obrázek 10).



Obrázek 10, Kontrola ovládání vstřikovače delphi DF13 [19]

Popis obrázku č.10 : Phase 1 - Regulace max. zdvihu jehly a rychlosti otevření, Phase 2 - Kompenzace ustávajícího účinku z Phase 1, Phase 3 - Zdvih jehly konstantní, Phase 4 - Regulace rychlosti zavírání jehly trysky, Phase 5 - Jehla trysky je držena zavřená

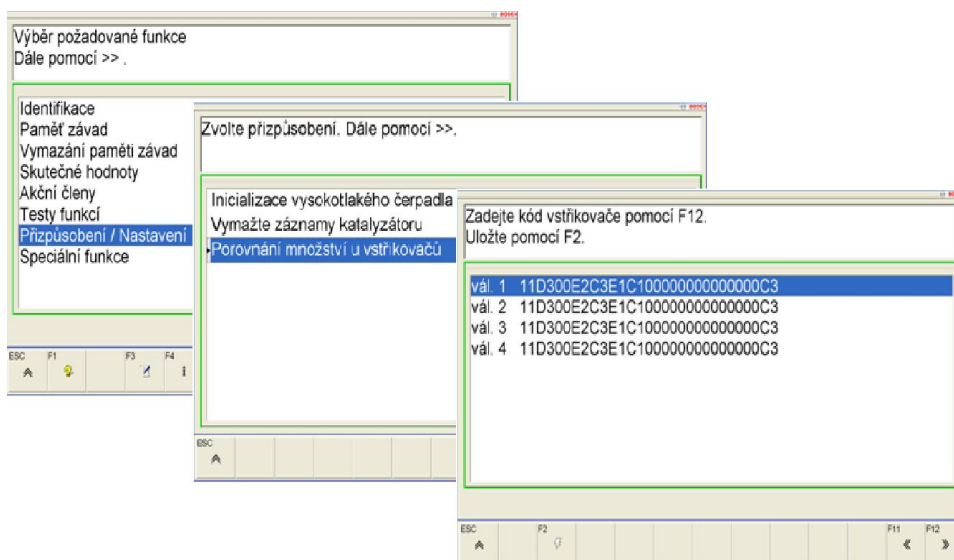
Vyhodnotí se data získaná ze snímačů a čidel v palivové soustavě, které se po vyhodnocení řídicí jednotkou nahrávají do paměti. Řídicí jednotka vyhodnotí data, která se mají zapsat do paměti srovnáním s daty uloženými v počítači řídicí jednotky. Hodnoty, které neleží v intervalu dobrých hodnot, se vyhodnotí jako chyby a uloží se do paměti závad.[13]

Mechanik se může lépe dle diagnostiky orientovat v oblasti, kde by se závada mohla vyskytovat. Diagnostický přístroj zobrazí chybové kódy, jejich význam a grafy. Ve většině případů se však diagnostika ověřuje osciloskopem, či multimetrem.[13]

4.1.1. Univerzální diagnostické testery

Univerzální diagnostické testery slouží jako doplněk diagnostickým přístrojům, jako např. VAS 5051, který obsahuje dvoukanalový digitální osciloskop s pamětí a integrovaný multimetr. Hlavní výhodou je velké množství automobilů, na které je lze implementovat a s kterými komunikuje. Měření se provádí u vstřikovacích systémů, které mají ovládaný vstřiky, tlaky a množství paliva elektronickou řídicí jednotkou. U starších vstřikovacích systému ovládaných mechanicky je zapotřebí mechanické zkoušky.[13]

Nejpoužívanějším testerem jsou například přístroje řady KTS od firmy Bosch (viz. Obrázek 11). Lze jimi kontrolovat, diagnostikovat a odstraňovat některé elektronické závady elektronických systémů vozidla. Ovšem je zde i možnost nainstalovat diagnostický software do počítače (např. WAG – COM, SuperVAG komfort,...) a propojením VAG kabelem s diagnostickou zásuvkou kontrolovat jednotlivé systémy vozidla.[11]



Obrázek 11, Univerzální tester řady KTS Bosch [19]

4.2. Vnější diagnostika

Principem vnější diagnostiky je porovnávání naměřených hodnot s hodnotami předepsaných fyzikálních veličin pomocí měřících přístrojů. Naměřené hodnoty se porovnávají s hodnotami předepsanými výrobcem dílu, součástí. Jde o veličiny přímo elektrické nebo veličiny převedené z čidel a snímačů. Ani zde se neobejdeme bez digitálních multimetrů a osciloskopů. Vnější diagnostika by měla následovat za diagnostikou vnitřní, jako nezbytná kontrola závěrů vnitřní diagnostiky. Vnější diagnostika se provádí ve dvou režimech.[14]

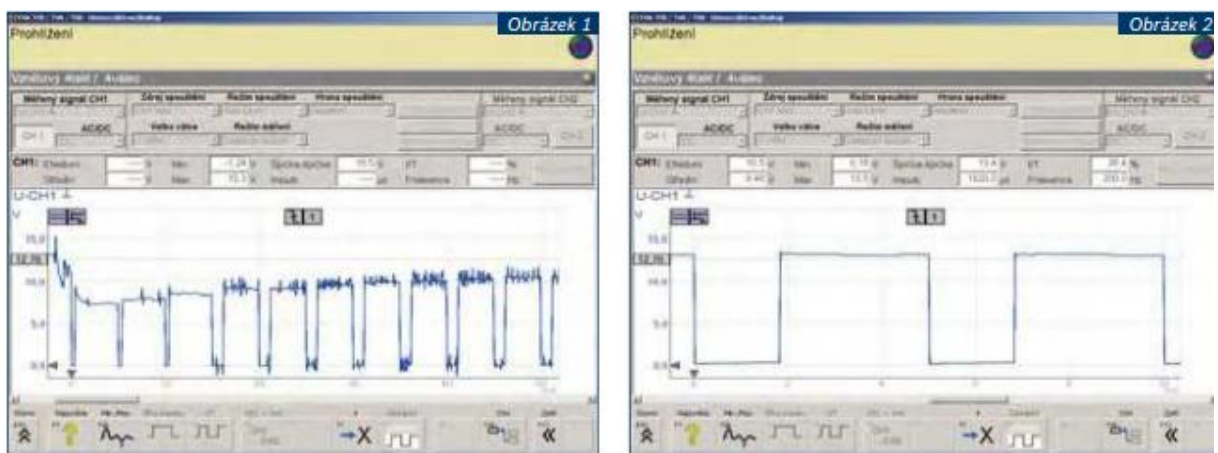
4.2.1. Statický režim

Metoda se provádí v klidu, ve statických podmínkách a měřená hodnota se s časem nemění. Slouží ke stanovení napětí, proudu a odporu. Měří se pomocí multimetru.[14]

4.2.2. Dynamický režim

Měření probíhá za provozního režimu pomocí přístroje s osciloskopem. Výstupem je oscilogram, dle kterého se hodnotí možná porucha.[14]

Na Obrázek 12 jsou záznamy dvou aut a signály jejich řídicích prvků ovládaných elektromagnetem převedeny do oscilogramu. Jedno z nich má problém se startem motoru. Signál na oscilogramech patří dávkovací jednotce systému common rail. Velký rozdíl je vidět na ose x, která patří času – délce otevření ventilu. Na přiložených oscilogramech je porucha vzniklá zavzdušněním palivové soustavy.[12]



Obrázek 12, Diagnostika pomocí osciloskopu [12]

5. Mechanická kontrola a údržba

Provádí se při zkouškách funkčnosti systému, které by nešli provést elektronickou diagnostikou. Kontrolní nastavení a nastavování základních technických parametrů vstřikovacích soustav se u jednotlivých částí provádí na zkušebních zařízeních a na motoru se obvykle seřizuje jen mechanické nastavení vstřikovacího čerpadla ve vztahu k motoru, tj. základní předstřík (dle konstrukce čerpadla).[16]

Základní kontrolované parametry u vstřikovací soustavy jsou pro vstřikovací čerpadlo např.:

- a) Dávka paliva.
- b) Regulace dávky.
- c) Těsnost.
- d) Další.

Kontroly pro vstřikovací trysky (vstřikovače) jsou např.:

- a) Otvírací tlak.
- b) Těsnost.
- c) Další.

5.1. Vstřikovací čerpadlo

5.1.1. Seřizování rovnoměrnosti dávek

Kontroluje se s přesností ± 2 % při jmenovitých otáčkách. Jmenovité množství je průměrná hodnota dávek všech elementů. Při maximální dodávce paliva je tolerance až ± 4 %. Velikost množství paliva pro chod naprázdno bývá asi $1/5$ dávky jmenovité.[6]

5.1.2. Seřizování do kruhu

Jde o kontrolu úhlových odstupů a pořadí vstříků. Je potřebné vždy nastavit před měřením velikost dávek jednotlivých elementů a seřizování začít vždy od prvního válce čerpadla. Pokud např. u řadového šestiválcového čerpadla nejsou odstupy výstříků v toleranci $60^\circ \pm 0,5^\circ$ a nelze je seřizovat, musíme vyměnit celé čerpadlo nebo vačkový hřídel. Seřizuje se u řadových vstříkových čerpadel. [6]

5.1.3. Zkouška těsnosti

Měření sestává ze dvou operací. Z měření těsnosti podávacího čerpadla paliva z nádrže a z měření vysokotlakého čerpadla, které se ovšem liší konstrukčním řešením u každého čerpadla jinak. Těsnost pístku čerpadla, dána vůlí mezi válcem a pístkem podle velikosti čerpadla $0,003 \div 0,008$ mm, se zajistí tak, že nad pístek v poloze udané výrobcem, se přečerpá ruční zkoušečkou palivo pod určitým tlakem a kontroluje se pokles tlaku za časovou jednotku.[6]

5.1.4. Odvzdušňování vstříkové soustavy

Postupně se odvzdušňuje nejdříve nízkotlaká a poté vysokotlaká část vstříkové soustavy.

- 1) Povolit odvzdušňovací šroub na jemném čističi paliva a ručně čerpat na podávacím čerpadle (nebo protáčet motor spouštěčem) tak dlouho, dokud nevytéká čisté palivo (bez bublinek vzduchu).
- 2) Šroub na čističi paliva utáhnout a povolit odvzdušňovací šroub na vstříkovacím čerpadle (pozor, někdy jsou dva) a čerpat palivo, dokud není i tato část soustavy odvzdušněna.
- 3) Odvzdušňování vysokotlaké části se již v moderních čerpadel neprovádí, neboť k němu dojde samočinně při spouštění motoru. Pokud se však provádí, je nutno nastavit maximální dávku a postupně odvzdušnit jednotlivé elementy(u řadových čerpadel).[6]

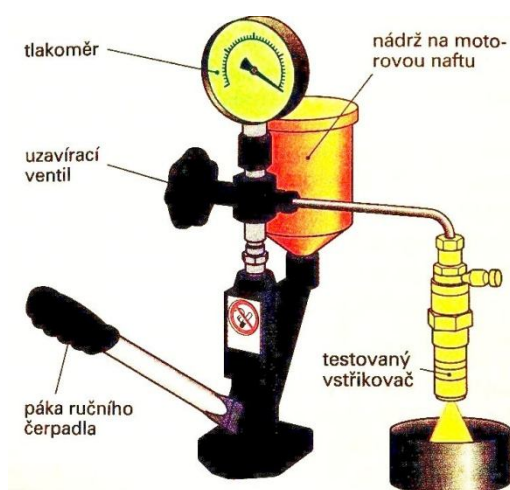
5.2. Vstřikovač a vstřikovací tryska

5.2.1. Otvírací tlak trysky

Seřizování se provádí na demontovaném vstřikovači, na zkušebním zařízení nebo ruční zkoušečce trysek. Pokud velikost otevíracího tlaku trysky nesplňuje předepsané hodnoty, je nutné seřídit předpětí pružiny jehly trysky v jejich držáku seřizovacím šroubem nebo výměnnými podložkami, pokud to konstrukce dovolí. Hodnotí se i provedení rozprášení paliva, ke kterému musí docházet již při tlaku sníženém o 3 MPa oproti jmenovitému otevíracímu tlaku. Kontrolu trysky je možné provést i na motoru.[4]

5.2.2. Těsnost trysky

Kontroluje se u vedení jehly a sedla trysky. Těsnost vedení se vyhodnotí podle poklesu tlaku v trysce. Na ruční zkoušečce (viz Obrázek 13) se nastaví otevírací tlak 22÷25 Mpa. Nejprve se provede odvzdušnění trysky, po kterém následuje jeden odstřík a pozvolna se zvýší tlak na 22 MPa. Doba poklesu z tlaku 20 na 15 MPa nesmí být kratší než 10 a delší než 22 sekund. Zkouška těsnosti jehly trysky se provádí nastavením otevíracího tlaku s přesností $\pm 0,3$ MPa. Po odvzdušnění se provede opět jeden odstřík a poté se pákou zkoušečky rovnoměrně zvyšuje tlak. Tryska musí těsnit do tlaku o 1 MPa nižším, než je otevírací tlak. Kontrola pohybu trysky se provádí při skonění jehly v úhlu 60° od vodorovné roviny. Po vytáhnutí se má jehla samovolně o 1/3 délky zasunout.[6]



Obrázek 13, Ruční páková zkušební zařízení pro kontrolu vstřikovačů [15]

5.2.3. Činnost trysky

Kontroluje se při jmenovitém otvíracím tlaku a tlaku sníženém o 3 MPa. Při kontrole musí být výstřik z trysky při zvyšování tlaku přerušovaný s opakováním výstřiků v intervalech kratších než 2 s.[6]

U vstřikovačů piezoelektrických a elektromagneticky ovládaných se musí použít přípravek, který zastoupí funkci řídicí jednotky a umožní otvírání jehly(viz. Obrázek 14). V servisním prostředí se používá např. zkoušečka firmy Leidenberg, kterou můžeme řídit otevření trysky.



Obrázek 14, Zkoušečka elektronických vstřikovačů

Při měření na zkušební stolici nám software zařízení porovná naměřené hodnoty s hodnotami od výrobce. Vyhodnocení stavu vstřikovače je uvedeno na výstupním protokolu ze zkušební stolice (viz. Příloha č. 2).

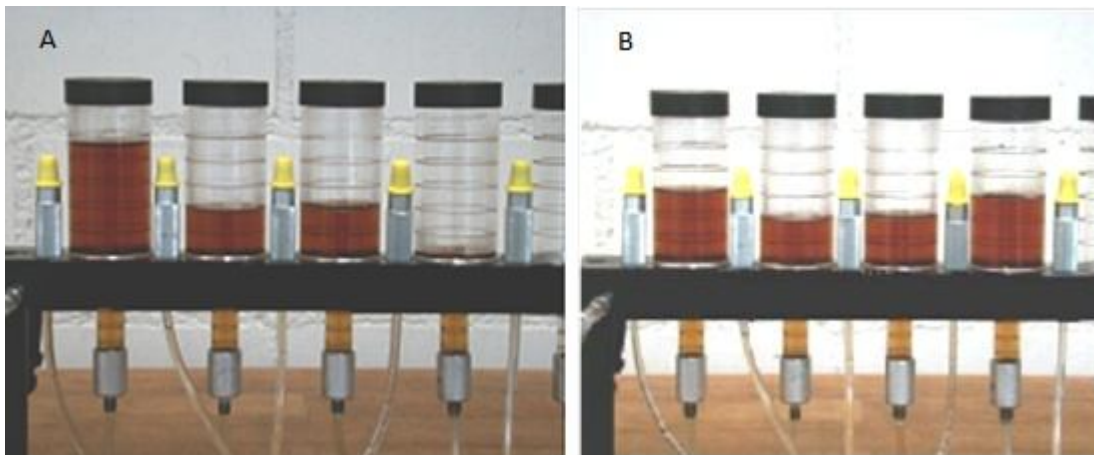
Další běžně prováděné kontroly vstřikovačů jsou:

5.2.4. Test množství vstřikovaného paliva

Při hodnocení tvaru vstřikovaného paprsku můžeme i pomocí odměrných nádob vyhodnotit množství vstřikovaného paliva jednotlivými vstřikovači. Zadřený, poškozený či zakarbonovaný vstřikovač může mít jiné otvírací tlaky a tudíž i jinou měrnou spotřebu. [8]

5.2.5. Test množství paliva jdoucího do přepadu

Jde o měření množství paliva, které jde zpětným vedením do nádrže (viz Obrázek 15). V případě vady se celý vstříkovač vymění.



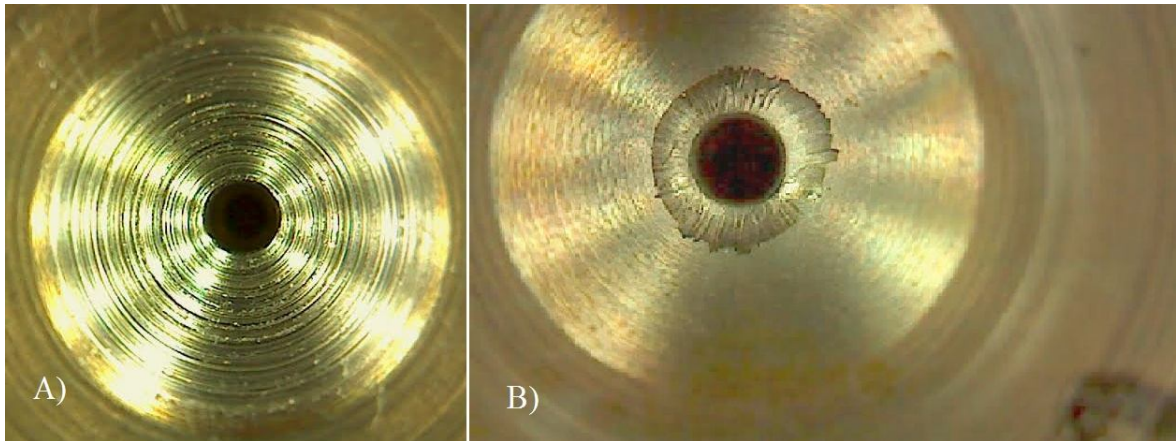
Obrázek 15, a) Neseřízené vstříkovače; b) Seřízené vstříkovače

5.2.6. Kontrola kvality tvaru vstříkovaného paprsku

Již při optické kontrole paprsku můžeme pozorovat nepravidelnost rozstříku, který může být způsobený usazeninami, karbonizací či poškozením dílů. Ovšem za jistých okolností může být při pozvolném otěru trysky zpozorována změna až při značném zvýšení průtoku. S rostoucím opotřebením můžeme sledovat snižující se úhel rozstříku. Postup je stanoven normou ČSN 30 2351 a 30 2353.[9]

5.2.7. Kontrola ventilu

Kontrola probíhá pod mikroskopem a kontroluje se porušení dosedacího kužele otvoru pro kuličku ventilu. Může se stát, že vlivem mechanického opotřebení se může začít odlamovat materiál v místě dosednutí kuličky (viz. Obrázek 16). Kontroluje se u elektromagnetických ventilů systému common rail (viz. Příloha 6, položka č.4)



Obrázek 16, Dosedací kužel trysky

Popis obrázku č. 15 : a) nepoškozený kužel; b) poškozený kužel

5.2.8. Čištění vstřikovacích trysek

Doporučováno je dvojí čištění trysek:

- a) Mechanicky, po demontáži celkového očištění a případná výměna vstřikovací komponent.
- b) Chemické bezdemontážní čištění.

Při mechanickém čištění je nutno dodržet pracovní postupy např.:

- a) Pro čištění částí po demontáži je vhodný zejména parafinový olej, benzin a speciální čisticí přípravky.
- b) Karbonové usazeniny čistíme pouze mosaznými přípravky.
- c) Vstřikovací jehla nesmí přijít do styku s pokožkou. Pot působí velice agresivně a mohl by poškodit lapovaný povrch.
- d) Při výměně používáme momentový klíč (cca 70 – 80 Nm).
- e) Používáme pouze nepoškozené nářadí a přípravky pro montáž a demontáž.

V současné době je nahrazováno mechanické čištění trysek převážně chemickým či čištěním ultrazvukem v ultrazvukové vaně. Hlavní výhodou je jeho aktivní ochrana

vstřikovače. Při pravidelných intervalech čištění eliminujeme poškození mnoha dalších dílů vstřikovací soustavy.[9]

K aplikaci se používají proplachovací přístroje, které dokáží kontrolovat i funkce vstřikovačů (viz. Příloha č. 4). Jedná se o tzv. chemické nářadí.

5.2.9. Párování vstřikovačů

Staré mechanické vstřikovače se nastavují pootáčením vstřikovacího čerpadla. Kdežto nové vstřikovače se musí párovat přes řídicí jednotku pomocí sériové diagnostiky (např. KTS Bosch). Každý vstřikovač je opatřen (IMA) kódem, který se vkládá do řídicí jednotky. Každý výrobce má jiné kódování.

5.3. Mechanicky ovládané vstřikovací čerpadla

U čerpadel ovládaných mechanicky se provádí fyzická údržba bez předchozí elektronické diagnostiky přes řídicí jednotku. Diagnostika není možná z důvodů nepřítomnosti čidel, jako u vyspělejších vstřikovacích systémů. Mezi klasické mechanicky ovládané vstřikovací čerpadla patří řadová čerpadla a rotační čerpadla s rozdělovačem paliva. [6]

5.3.8. Zkouška řadových vstřikovacích čerpadel

Provádí se tyto zkoušky:

- a) Zkouška těsnosti výtlačných ventilů.
- b) Zkoušky těsnosti pístů vstřikovacích elementů.
- c) Seřízení počátku výtlačku.
- d) Seřízení na dávku.
- e) Seřízení do kruhu u víceválcových čerpadel.

Při těchto seřizováních se řídíme údaji výrobce čerpadla, které je odlišné podle typů a rozdílností konstrukce vlastního čerpadla.

Vstřikovací čerpadlo a regulátor

Seřizování se provádí na zkušební stoličce, kde je možnost nastavení plynule měnitelných otáček a současné měření množství vstřikovaného paliva k jednotlivým válcům (dávky). Zkoušky se provádějí s kapalinou (petropal), přesně definovaných fyzikálních vlastností, nikoliv s naftou. [9]

Zkouška těsnosti pístu

Píst musí dokonale těsnit po celém svém obvodu. Vysoký vstřikovací tlak těsní hlavně malá ploška na pístu proti regulační hraně kanálu, která začíná horní hranou pístu a končí regulační hranou. Těsnost se měří namontovaným manometrem na výstupní šroubení a pohybem regulační páky na maximální dávku. Otáčením vačkového hřídele čerpadla v průběhu 4-6 zdvihů by měl tlak vystoupit na 40 – 60 MPa. Stejným způsobem zkusíme i těsnost v režimu volnoběžného nastavení dávky paliva. Pokud nepoklesne tlak na manometru po předchozím měření, zvýší se při protáčení vačky tlak i dále a jsou zřetelné tvrdé nárazy. Tvrdost nárazů a velikost dosaženého tlaku je přímo úměrná těsnosti pístu elementu. Zvýšení opotřebení se projevuje výrazným snížením tlaku, jeho poklesem na manometru a písty měkce překonávají horní úvrať, což je patrné zvláště při nastavení malé dávky paliva. Zde není odpor znatelný. [16]

Zkouška výtláčného ventilu (Atlas)

Tento ventil (většinou používaný typ atlas) musí zajistit dokonalé utěsnění paliva v prostoru nad vstřikovací jednotkou. Je velmi důležité, aby palivo nezatýkalo zpět do vstřikovací jednotky. Následkem propuštění paliva by se mohl zavzdušnit vysokotlaký prostor čerpadla. Zavzdušnění může způsobit zpoždění vstřiku paliva do té doby, než se okruh odvzdušní. Těsnost se zkouší přímo na čerpadle. K výstupnímu šroubení se připojí

manometr s rozsahem 60 – 80 MPa. Na regulační tyči nastavíme maximální dodávku paliva. Několika zdvihy pístu čerpadla/otáčkami vačky/načerpáme tlak asi 15 MPa. Po ukončení čerpání nesmí ručička manometru klesat. Dovolенý pokles je asi o 2 MPa za minutu. Je – li pokles větší, ventil měníme nebo zabrousíme/zalapujeme lapovací pastou. [16]

Těsnost odlehčovacího pístu se zkouší po vsunutí tenké ocelové podložky pod kuželové sedlo. Síla podložky je 0,2 – 0,5 mm. Při tlaku 15 MPa nad ventilem nesmí být pokles tlaku na 2 MPa dříve než za 4-5 s. Tento údaj je pouze informativní. Těsnost odlehčovacího pístu je závislá i na jeho výšce. Dbáme na to, aby velikost hodnot byla na všech válcích stejná.[9]

Skutečný geometrický začátek výtlaku

Okamžik, když první částice paliva vlivem tlaku vystříknou z trysky. Tento okamžik vždy zaostává za skutečným začátkem výtlaku paliva pístem vstřikovacího elementu. Zpoždění závisí na:[9]

- a) Délce vysokotlakého potrubí.
- b) Velikosti odlehčení tohoto potrubí na jeho konci.
- c) Velikosti otevíracího tlaku vstřikovací trysky, vstřikovacího tlaku..

Zpoždění je tím větší, čím delší je potrubí, velikost odlehčení a vyšší tlaky trysek.

Skutečný začátek výtlaku začíná v okamžiku pohybu pístu a vlivem škrcení paliva radiálním (plnicím) kanálem postupně narůstá tlak. Stálým zmenšováním průřezu tohoto otvoru je zvyšovaný tlak paliva příčinou překonání přetlakového ventilu a s tím i přepuštění paliva do vysokotlakého potrubí. K tomu dochází chvíli před překrytím horní hrany regulačního otvoru horní hranou pístu vstřikovacího elementu, tedy ještě před začátkem geometrického začátku výtlaku paliva. [9]

Geometrický začátek vstřiku paliva začíná překrytím horní hrany regulačního sáního kanálu elementu horní hranou pístu. Je proměnný v čase a závisí na okamžitých

otáčkách čerpadla. Při vyšších otáčkách začíná dříve a při nižších později. Je určen průměrem pístu a válce elementu. Je neměnný z tohoto hlediska. [16]

Při skutečném výtlaku píst nárazem na palivo vytvoří tlakovou vlnu a její tlak narůstá dalším pohybem pístu. Vlna dosahuje rychlostí až 1400 m/s směrem ke vstřikovači. Tlak dosáhne větší hodnoty než je vstřikovací tlak a palivo vniká do spalovacího prostoru.

V dílenské praxi se měří a seřizuje geometrický začátek vstřiku paliva u jednotlivých pístů. Jedná se seřizení čerpadla do kruhu. Musí platit, že všechny trubky mají stejnou délku, stejný průřez a mají stejně seřizené vstřikovací jednotky na množství v jedné dávce. Za tohoto předpokladu seřizujeme geometrický začátek dodávky pouze na prvním pístku vstřikovacího čerpadla. Ostatní válce seřizujeme pravidelných intervalech s ohledem na pořadí vstřikování, zapalování. [9]

Geometrický začátek výtlaku závisí na vzdálenosti horní hrany pístu elementu čerpadla do horní hrany sacího kanálu při poloze pístu elementu od horní hrany sacího kanálu při poloze pístu v dolní úvrti. Měření provádíme pomocí stroboskopické lampy a dělicího kotouče, kdy začátek výtlaku musí následovat v pravidelných intervalech podle pořadí zapalování motoru. [16]

Po nastavení prvního pístu ostatní písty seřídíme pomocí stavěcího šroubu nebo pomocí výměnných distančních podložek, které se vkládají mezi píst a nadzvedák.

Konec výtlaku se projeví při otevření regulačního kanálku ukončením pohybu hladiny paliva v kapiláře zkušební trubice a poklesem odporu proti otáčení.

Postup:

Nejprve vyšroubujeme výtlačné hrdlo prvního válce podle pořadí vstřiku. Vyjmeme pružinu výtlačného ventilu a pinzetou vyjmeme kuželku výtlačného ventilu. Našroubujeme číselníkový úchylkoměr, který nastavíme vždy při horní poloze pístu. Vyhledáme horní mezní polohu pístu a otáčením kotouče dělicího přístroje proti směru otáčení vstřikovacího čerpadla nastavíme píst ve válci do předepsané polohy pro geometrický začátek výtlaku. Kotouč dělicího přístroje nastavíme na nulu. Opakovaným měřením kontrolujeme nastavení. Vyšroubujeme úchylkoměr, vložíme zpět kuželku a pružinu výtlačného ventilu a zašroubujeme výtlačné hrdlo. Pootevření přívodu zkušební kapaliny uvolníme odvzdušňovací šroub a otáčením kotouče dělicího přístroje vstřikovací čerpadlo odvzdušníme. Na výtlačná hrdla našroubujeme kapiláry a regulační tyč vysuneme do

polohy maximální dodávky. Pomalým otáčením kotouče dělicího přístroje v předepsaném smyslu otáčení najdeme polohu, kdy hrana hlavy pístu zakryje sací otvor, což se projeví pohybem hladiny zkušební kapaliny v kapiláře. V tomto místě je možno zároveň pozorovat mírný odpor proti otáčení. To způsobí vytlačovaná zkušební kapalina, která musí překonávat odpor pružiny výtlačného ventilu. Při začátku pohybu kapaliny a zvýšení odporu proti otáčení ukončíme ihned další otáčení dělicím přístrojem. Na jeho stupnici zkontrolujeme nastavení geometrického začátku výtlačku. Případné zjištěné rozdíly seřídíme stavěcím šroubem nebo vymešovacím podložkou a znova zkontrolujeme nastavení. Dalším otáčením dělicího přístroje v předepsaném smyslu otáčení zkontrolujeme pořadí vstříku a jeho úhlové rozdělení. Zjištěné rozdíly seřídíme opět stavěcím šroubem, nebo vymešovacím podložkou. [16]

Seřízení dodávaného množství paliva

U vstřikovacích, která nemají regulátor seřizujeme pouze průměrně dodávané množství paliva v závislosti na poloze (vsunutí) regulační tyče. Rozdíl dodávky paliva mezi jednotlivými válci musí být minimální. [4]

U čerpadel opatřených regulátorem se provádí kontrola na zkušební stolici a po stanoveném počtu zdvihů pístu, při stanovených otáčkách čerpadla, se odměřené množství zachycuje do kontrolních nádob. Rozdíl naměřených hodnot by měl být minimální. Postup je stanoven v dílenských příručkách a liší se pro omezovací a výkonnostní regulaci. [4]

U výkonnostních regulátorů je požadována regulace dávky v úzkém rozsahu otáček chodu naprázdno a z těchto důvodů je vnější pružina regulačního závaží měkčí, delší a vyžaduje tudíž větší předpětí.[9]

U omezovacího regulátoru jsou požadavkem prodlevy v regulaci a z těchto důvodů je i předpětí obou pružin menší.[9]

Začátek rozprášení paliva nastavíme tak, že :

- 1) Do pouzdra regulační tyče zašroubujeme přípravek s mikrometrickým šroubem.
- 2) Na šroubu nastavíme hodnotu určenou seřizovacím předpisem.
- 3) Ovládací pákou vysuneme regulační tyč na doraz mikrometrického šroubu.

- 4) Nastavíme předepsané otáčky vstřikovacího čerpadla.
- 5) Natáčením objímky nastavíme píst do polohy začátku rozprašování.

Rozprašení je charakteristické jemným výstřikem paliva z otvorů trysky, na skle kontrolní nádoby.[16]

Nastavení maximální dodávky paliva

Regulační tyč se vysune až na doraz mikrometrického šroubu. Za předepsaných otáček odměříme dodávané množství paliva. Rozdíly vzniklé seřízením upravíme pomocí regulačních objímek. [16]

Pro výkonnostní regulátory - po nastavení předepsaného průměrného množství nastavíme dorazový šroub, zajistíme a zaplombujeme.

Pro omezovací regulátory – změnou otáček zjistíme, nedochází-li k zavírání dodávky paliva. Na výstředníkový hřídel nasuneme dorazový palec a stavěcím šroubem palce nastavíme předepsané průměrné množství paliva. Poté zajistíme a zaplombujeme. [16]

Začátek zavírání dodávky paliva

Pro výkonnostní regulátory – zkontrolujeme činnost regulátoru při chodu naprázdno. Nejdříve nastavíme pružiny pro chod naprázdno a pak seřídíme otáčky pro zavírání. Na výstředníkový hřídel upevníme dorazový palec přibližně ve vodorovné poloze a stavěcím šroubem seřídíme začátek zavírání, který se projeví pohybem regulační tyče a zaplombujeme. [9]

U vstřikovacích čerpadel, kde nejsou stanoveny otáčky, je pro začátek zavírání dodávky paliva rozhodující velikost dodávaného množství paliva v přeběhu. Ten seřizujeme změnou předpětí pružin regulátoru a podložkami pod pružinami. Předpětí měníme rovnoměrně na obou stranách obou závažích. Začátek konce dodávky musí být v souladu s činností regulátoru při chodu naprázdno, protože se vzájemně ovlivňují. Začátek zvyšujeme pomocí předpětí pružin a vymešovými podložkami pod vinutými pružinami.[16]

Otáčky začátku zavírání dodávky paliva snižujeme podložkami pod vnější pružinou a povolením seřizovací matice předpětí pružin.

Po celkovém seřízení se vstříkovací čerpadlo propláchne palivem, seřizovací prvky se zajistí a zaplombují. Při běžné údržbě kontrolujeme stav plomb a jejich porušení je důvodem ke kontrole seřízení na zkušební stoličce. [9]

5.3.9. Rotační vstříkovací čerpadla s rozdělovačem

Provádějí se tyto zkoušky:

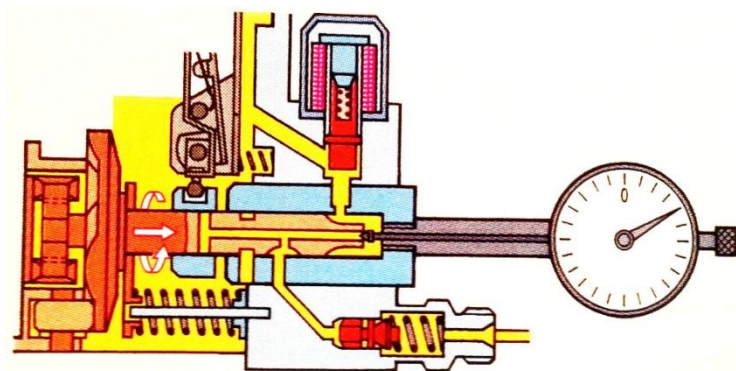
- a) Nastavení předvstříku.
- b) Nastavení otáček chodu naprázdno a nejvyšších otáček.
- c) Zkouška těsnosti.
- d) Nastavení množství paliva

Při demontáži vstříkovacího čerpadla je nutno nejdříve natočit klikový mechanismus motoru do polohy konce kompresního zdvihu (HÚ) válce č.1. Teprve poté lze, s ohledem na pozdější seřizování předvstříku, vstříkovací čerpadlo demontovat. Montáž probíhá v obráceném pořadí, přičemž je třeba respektovat základní nastavení motoru k čerpadlu pomocí značek HÚ, je třeba překontrolovat začátek výtlačku (předvstřík prvního válce) [15]

Nastavení předvstříku

Začátek předvstříku se u rotačního vstříkovacího čerpadla s rozdělovačem, namontovaném na motoru, nastavuje číselníkovým úchylkoměrem (viz Obrázek 17). Přitom musí být vyřazen přesuvník vstříku pro spouštění studeného motoru. Klikový mechanismus se natočí tak, aby píst prvního válce byl v poloze HÚ. Značky HÚ na setrvačnicku a na skříně spojky musí být v jedné rovině. PO odstranění uzavíracího šroubu se nasadí číselníkový úchylkoměr s odpovídajícím adaptérem. Nyní se natočí klikovou hřídelí proti směru otáčení motoru. Jestliže zůstane ručička číselníkového úchylkoměru stát, nachází se pístek čerpadla v poloze DÚ. Nyní se číselníkový úchylkoměr „vynuluje“. Potom se natočí motorem ve směru otáčení až po vztaženou značku a na stupnici číselníkového úchylkoměru musí být výrobcem udávaná hodnota v mm pro zdvih pístu

čerpádlu. Jestliže se tak nestane, musí se uvolnit příruba čerpádlu a celé čerpadlo se musí odpovídajícím způsobem pootočit vůči skříni motoru. [15]



Obrázek 17, Nastavení předvstříku [15]

Nastavení otáček chodu naprázdno a nejvyšších otáček

Toto nastavení by se mělo provádět u motoru zahřátého na provozní teplotu s použitím přesného otáčkoměru. Přesuvník vstříku pro spouštění studeného motoru se nesmí ovládat. V nezatíženém stavu se potom šroubem, na dorazu nastaví správné otáčky chodu naprázdno. Podobně se pak podle údajů výrobců korigují maximální otáčky druhým nastavovacím šroubem [15]

Zkouška těsnosti pístu

Zkouška se provádí obdobně, jako u řadových čerpadel .

Nastavení množství paliva

Zkouška se provádí obdobně, jako u řadových čerpadel.

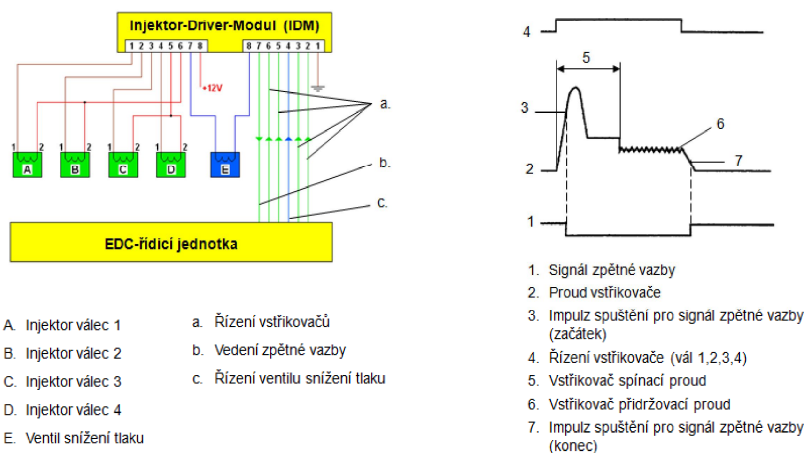
5.4. Elektronicky ovládaná vstřikovací čerpadla

U čerpadel ovládaných elektronicky přes IDM, která je podjednotkou EDC (viz. Obrázek 18) je nejprve provedena sériová diagnostika přes diagnostickou zásuvku. Kontrolují se hodnoty čidel na palivové soustavě. Často se stává, že právě čidlo je defektní a vstřikovací čerpadlo je v pořádku. Elektronická diagnostika je velmi vhodná u systému

s rotačním čerpadlem s protiběžnými pístky, čerpadel s rozdělovačem VE - EDC, systému common rail a sdruženými vstřikovači. U těchto systémů si (téměř)většinu věcí nastavuje sama řídicí jednotka. Čerpadlo má pro každý typ motoru jiná specifika a je nutné výstupní hodnoty porovnávat s hodnotami udávanými výrobcem. Toto porovnání již provede již software zkušební stolice.



Řídicí jednotka vstřikování (IDM-Injektor Driver Modul)



Obrázek 18, Schéma IDM [19]

5.4.1. Rotační radiální čerpadlo s protiběžnými pístky

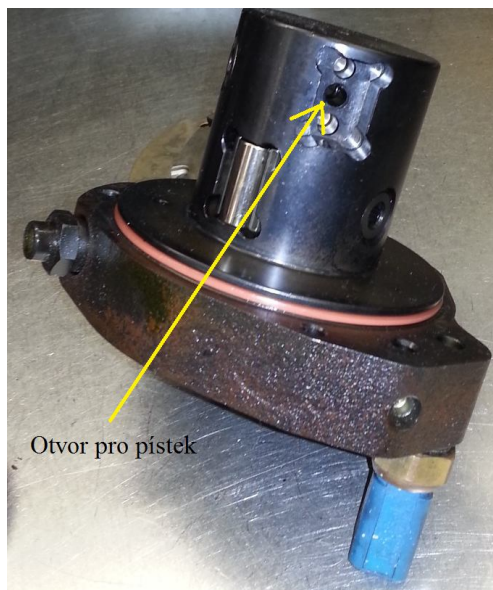
Tento typ čerpadla je řízen elektronickou řídicí jednotkou (EDC) pro vznětové motory. První diagnostika sestává z připojení diagnostického testeru k diagnostické zásuvce. Diagnostika nám přibližně odpoví na otázky, kde by se mohla ukrývat závada.

Zkoušky jsou standardní, jako u předešlých typů vstřikovacích čerpadel. Měření se provádí na zkušební stolici (viz. Příloha č. 3). Provádí se:

- Zkouška těsnosti.
- Množství paliva jdoucího do přepadu.
- Regulace dávky paliva.
- Seřízení počátku výtlaku

Tato čerpadla mají častý problém se startovací dávkou. To znamená, že při nízkých teplotách motoru čerpadlo nedodává při netěsnostech pístku dost paliva pro zažehnutí

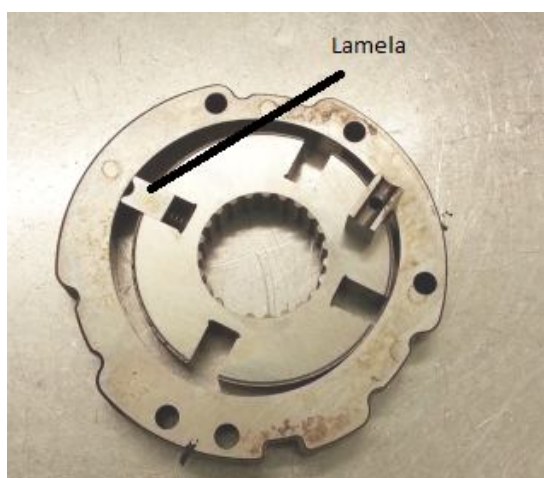
směsi. Nejčastější příčinou bývá vůle mezi pístky a válci čerpadla. Při této poruše se element neopravuje a vyměňuje se rovnou celá hydraulická hlava čerpadla (viz Obrázek 19).



Obrázek 19, Hydraulická hlava rotačního čerpadla Bosch VP 44

Další častá porucha těchto čerpadel může být zanesení vstřikovačů a čerpadel šponami. Zanesení má na svědomí lamelové podávací čerpadlo (viz Obrázek 20), které může časem lamelami obrušovat vnitřní vybrání. V případě této závady se musí vyměnit celá palivová soustava. Protože palivo jdoucí do přepadu se vrací zpět do nádrže, cirkuluje tím v celé soustavě.

Pro seřízení počátečního výtlačku vstřiku paliva je možno otáčet vačkový prstencem, který ovlivňuje počátek výtlačku paliva.



Obrázek 20, Lamelové čerpadlo

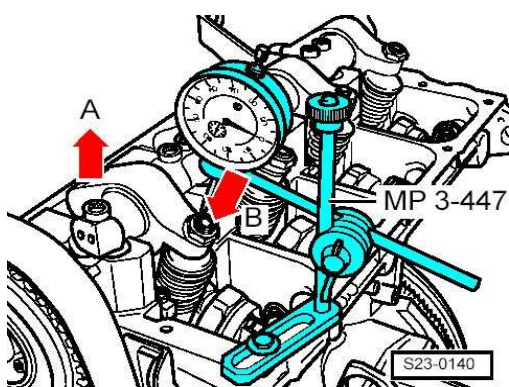
5.4.2. Sdružené vstřikovače (PD)

Tento typ palivového systému je řízen elektromagnetickým ventilem, který ovládá řídicí jednotka na základě výstupu čidel. Proto je vhodné provést nejprve sériovou diagnostiku přes diagnostický tester. Mechanická kontrola probíhá na speciální kontrolní stolici (stejná pro systém common rail či rotační čerpadla ovládaná elektronickou řídicí jednotkou EDC). Jediný rozdíl je v přípravku s vačkou, který se upevní k pohonu stolice, bez něho by byla vstřikovací jednotka nefunkční. Výstupem je protokol o měření, zda jsou měřené hodnoty v toleranci s hodnotami od výrobce.

Kontroluje se:

- a) Otvírací tlak trysky.
- b) Těsnost.
- c) Zkouška funkce elektromagnetického ventilu (v případě regulace přes elektromagnet).

Dále se provádí pro tento typ vstřikovacího systému kontrola vaček a seřizovacích šroubů. Při montáži je nutné použít číselníkový úchylkoměr. Otáčíme klikovou hřídelí tak dlouho, dokud rolna vahadla byla na vrcholu ovládací vačky. Nastavovací šroub zašroubujeme na doraz a pak jej zpět povolíme o cca. 225°[18]



Obrázek 21, Kontrola seřizovacích šroubů a vaček [18]

Při každé provedené demontáži vstřikovače se musí vyměnit nové šrouby, nové těsnění, nový šroub na vahadle,....) (viz. Příloha č. 5)

Pokud je čerpadlo, vstřikovač nebo jiná zapouzdřená část systému defektní, musí se součást poslat na opravu do autorizované dílny výrobce dílu (nejčastěji firma Bosch, Delphi, Lucas,...) a součást neopravujeme. V tomto případě se pouze zkontroluje chod repasovaného, nebo nového dílu zpět po montáži na motor)

5.4.3. Common railu

U tohoto vstřikovacího systému je velké množství elektroniky a snímačů. Z praxe je známo, že právě většina případů poruchy je na snímači tlaku či tlaku vzduchu. Nejčastější mechanickou závadou bývá netěsnost čerpadla (palivo prosakuje u tzv. o-kroužku), nebo jsou vyběhané pístky čerpadla. Při větším zatížení může docházet k propouštění paliva mezi pístkem a válcem elementu. To má za následek snížení celkového výkonu automobilu. Mechanická část kontroly se provede na měřicí stoličce (viz. Příloha č. 4), porovnávají se hodnoty naměřené s hodnotami udanými výrobcem a vytiskneme protokol o měření. Kontrolujeme:

- a) Pohon čerpadla.
- b) Kontrola podtlaku ve vratném potrubí.
- c) Ventil dávkování paliva.
- d) Těsnost.

Kontrola pohonu čerpadla

Kontrola se provádí v případě, že je čerpadlo poháněno ozubeným řemenem od klikového hřídele.[18]

Kontrola podtlaku ve vratném potrubí

Kontroly se provádí na měřicí stoličce, nebo ve vratném potrubí (viz. Obrázek 22) rovnou na motoru, bez nutnosti demontáže.[19]

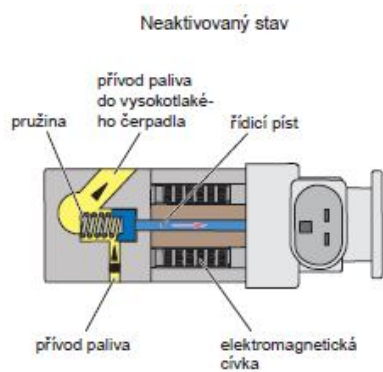


Obrázek 22, Měření manometrem[18]

Ventil dávkování paliva

Ventil dávkování paliva nám podle potřeby reguluje množství stlačeného paliva. Pokud není ventil napájen, je do vysokotlakého prostoru čerpadla neustále přiváděna nová směs.

Kontroluje se funkce cívky elektromagnetu (viz. Obrázek 23), hodnoty napájení a těsnost uzavíracího ventilu. V případě defektu by sama řídicí jednotka měla rozpoznat chybu a uložit ji do paměti závad, kde ji následně objeví vnitřní diagnostika v servisu.[18]



Obrázek 23, Dávkovací ventil[17]

Kontrola těsnosti

Kontroluje se pokles tlaku na čerpadle za časovou jednotku.

Závěr

Úkolem mé bakalářské práce bylo popsat metody zjištění závady, kontroly a seřízení vstřikovacích čerpadel, ke kterým neodmyslitelně patří zkoušky vstřikovačů. Seřízení se většinou provádí pouze u starších typů vstřikovacích čerpadel, kde je mechanické ovládání dávky paliva a řídicí jednotka nemá vliv na chod vstřiku. Metody k těmto vstřikovacím čerpadlům jsou popsány v mnoha publikacích. Seřízení a kontrola systémů ovládaných elektronickou řídicí jednotkou není popsáno (téměř) v žádné publikaci, a proto bylo obtížné toto téma popsat. Jako zdroj informací mi posloužilo servisní středisko pro seřizování dieslových čerpadel, kde jsem tuto problematiku konzultoval (včetně testů na čerpadlech) s technikem a konzultace u pana Mgr. Miroslava Sury, který mi poskytl cenné rady.

Metody kontrol jsou různé a jsou vypisována různá placená školení, např. od firmy Bosch, která má velké zastoupení na celosvětovém trhu se vstřikovacími čerpadly. Nejčastější diagnostikou je diagnostika přes řídicí jednotku. Nesmí se opomenout ani mechanické zkoušky, které jsou nedílnou součástí testů životnosti vstřikovacího čerpadla, ale i vstřikovačů. Ty nejběžněji prováděné jsou pro všechny čerpadla stejné, ale každé čerpadlo a vstřikovač má svá specifika, jakožto strojní součást, a musí se porovnávat s hodnotami výrobce.

Seřizování se za poslední roky hodně změnilo. Starší vstřikovací systémy potřebovaly pro seřízení vyškoleného mechanika a náradí. Nové vstřikovací systémy se již neseřizují mechanicky, ale samo seřízení provede elektronická řídicí jednotka (EDC) přímo na motoru automobilu. Příkladem bych uvedl např. seřízení dávky paliva, které je velmi odlišné u moderních vstřikovacích systému, kde si sama řídicí jednotka dávkuje palivo podle vstupních signálů snímačů vstřikovací soustavy přes akční člen. Nejenom že se vstřikovací systém může okamžitě přizpůsobit aktuálním podmínkám/potřebám automobilu, ale umí i efektivněji využít potenciál vstřikovaného paliva a příznivě ovlivňuje tvorbu emisí. S tímto ale je kladen důraz právě i na kontrolu snímačů a čidel, která můžou vyvolávat havarijní stavy.

Budoucnost je v těchto systémech řízených přes řídicí jednotku, která se díky množství narůstajícího počtu snímačů a vývojem elektroniky každým rokem zlepšuje. Stejně tak kontrola samotných čerpadel a vstřikovačů na kontrolní stoličce se stává snazší díky přehlednému softwaru a mnohdy nemusí ani nastat demontáž čerpadla a jeho fyzická

kontrola. Když porovnáme současné možnosti diagnostiky a kontroly s minulostí, jistě se můžeme těšit novým vylepšením v této oblasti automobilového průmyslu.

Seznam použité literatury

- [1] PILÁRIK, Milan a Jiří PABST. *Automobily*. Vyd. 1. Praha: Informatorium, 2000. ISBN 80-86073-65-33.
- [2] MOTEJL, Vladimír a Jiří PABST. *Vstříkovací zařízení vznětových motorů: učební text pro učební obor 23-68-4 /001 automechanik*. 1. vyd. České Budějovice: Kopp, 2003, 180. ISBN 80-723-2142-0.
- [3] PILÁRIK, Milan a Jiří PABST. *Automobily: pro 2. a 3. ročník SOU*. 3., přeprac. vyd. Překlad Tomáš Malina, Jiří Kulišan. Praha: Kopp, 1997, 335 s. ISBN 80-860-7302-5.
- [4] MOTEJL, Vladimír a Karel HOREJŠ. *Učebnice pro řidiče a opraváře automobilů: systémy řízení motoru a převodu*. Vyd. 2. Překlad Tomáš Malina, Jiří Kulišan. Brno: Littera, 2006, 600 s. ISBN 80-857-6314-1.
- [5] VLK, František a Jiří PABST. *Automobilová elektronika: systémy řízení motoru a převodu*. 3., přeprac. vyd. Překlad Tomáš Malina, Jiří Kulišan. Brno: Prof.Ing.František Vlk,DrSc., nakladatelství a vydavatelství, 2006, 355 s. ISBN 80-239-7063-1.
- [6] REMEK, Branko a Karel HOREJŠ. *Provozní údržba a diagnostika vozidel: systémy řízení motoru a převodu*. Vyd. 2. Překlad Tomáš Malina, Jiří Kulišan. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2002, 142 s. ISBN 80-010-2615-9.
- [7] ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE: FAKULTA STROJNÍ. 34. MEZINÁRODNÍ KONFERENCE KATEDER DOPRAVNÍCH, MANIPULAČNÍCH, STAVEBNÍCH A ZEMĚDĚLSKÝCH STROJŮ: MODERNÍ SYSTÉM VSTŘIKOVÁNÍ PALIVA PRO VZNĚTOVÉ MOTORY [online]. 2008 [cit. 2014-04-01]. Dostupné z: http://www3.fs.cvut.cz/web/fileadmin/documents/12241-BOZEK/publikace/2008/2008_021_01.pdf
- [8] VLK, František a Jiří PABST. *Automobilová technická příručka*. 1. vyd. Praha: Prof.Ing.František Vlk, DrSc., 2003, 791 s. ISBN 80-238-9681-4.
- [9] HOREJŠ, Karel a Vladimír MOTEJL. *Příručka pro řidiče a opraváře automobilů: systémy řízení motoru a převodu*. Vyd. 4. Překlad Tomáš Malina, Jiří Kulišan. Brno: Littera, 2009, 386 s. ISBN 978-80-85763-52-2.
- [10] PALIVOVÉ SOUSTAVY VZNĚTOVÝCH MOTORŮ. Střední škola automobilní, mechanizace a podnikání, Krnov [online]. 2012 [cit. 2014-04-01]. Dostupné z: <http://www.ssamp-krnov.cz/download/pal.pdf>
- [11] Diagnostická zařízení vám prozradí, co se ve vozidle děje. AUTO.IDNES.CZ [online]. 2013 [cit. 2014-04-01]. Dostupné z: http://sdeleni.idnes.cz/diagnosticka-zarizeni-vam-prozradi-co-se-ve-vozidle-deje-pkq-/auto-sdeleni.aspx?c=A130123_111745_auto-sdeleni_ahr

- [12] Formule: Automobilová technika. BOSCH. BOSHCARSERVICE [online]. 2008 [cit. 2014-04-01]. Dostupné z: http://www.boschcarservice.cz/soubory/formule_2008_03.pdf
- [13] KUCHAR, Jan. *Analýza Diagnostika palivových systémů spalovacích motorů*. Praha, 2011. Diplomová práce. Česká Zemědělská Univerzita v Praze. Technická fakulta. *Vedoucí práce Doc. Ing. Boleslav Kadleček, CSc.*
- [14] Funkční vzorek zkušebního zařízení pro zkoušení vstřikovačů systému Common Rail. TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI [online]. 31.04.2009 [cit. 2014-04-01]. Dostupné z: http://www3.fs.cvut.cz/web/fileadmin/documents/12241-BOZEK/publikace/2009/2009_031_04.pdf
- [15] GSCHEIDLE, Rolf. *Příručka pro automechanika*. 3. přeprac. vyd. /. Praha: Europa - Sobotáles, 2007, 685 s. ISBN 978-80-86706-17-7.
- [16] KLŮNA, Jindřich a Jiří KOŠEK. *Příručka opraváře automobilů*. Vyd. 2. Překlad Iva Michňová, Zdeněk Michňa, Jiří Handlír. Brno: Europa - Sobotáles, 1993, 482 s. ISBN 80-030-0568-X.
- [17] GSCHEIDLE. *Tabulky pro automechaniky: tabulky, vztahy, přehledy, normalizované postupy : matematika, vedení podniku, základní odborné znalosti, materiály, technické kreslení, odborné znalosti, elektrické vybavení, předpisy*. Překlad Jiří Handlír. Praha: Europa-Sobotáles, 2009, 496 s. ISBN 978-80-86706-21-4.
- [18] STŘEDNÍ ŠKOLA TECHNICKÁ, GASTRONOMICKÁ A AUTOMOBILOVÁ, CHOMUTOV: OPRAVÁRENSTVÍ A DIAGNOSTIKA - 3. ROČNÍK. Palivové systémy vznětového motoru - opravy a diagnostika [online]. 2013 [cit. 2014-04-01]. Dostupné z: http://www.amoskadan.cz/index.php?option=com_content&view=article&id=112%3Adumy-odg3&catid=46%3Adumy&Itemid=1
- [19] ROBERT BOSCH ODBYTOVÁ S.R.O A ŠKODA AUTO, a.s.,. Vzdělávání pedagogických pracovníků: Novinky vznětové motory 2012.

Seznam obrázků

- OBRÁZEK 1, A) JEDNOPRUŽINOVÝ VSTŘIKOVAČ; B) DVOUPRUŽINOVÝ VSTŘIKOVAČ [10]
OBRÁZEK 2, PIEZOELEKTRICKÝ VSTŘIKOVAČ
OBRÁZEK 3, ŘADOVÍ VSTŘIKOVACÍ ČERPADLO [10]
OBRÁZEK 4, REGULACE DODÁVANÉHO MNOŽSTVÍ PALIVA NATÁČENÍM PÍSTKU POMOCÍ REGULAČNÍ TYČE [2]
OBRÁZEK 5, SCHÉMA ČINNOSTI ROTAČNÍHO VSTŘIKOVACÍHO ČERPADLA BOSCH VE [2]
OBRÁZEK 6, ROTAČNÍ ČERPADLO LUCAS DPC [2]
OBRÁZEK 7, SDRUŽENÉ VSTŘIKOVAČE [10]
OBRÁZEK 8, SCHÉMA SYSTÉMU COMMON RAIL [18]
OBRÁZEK 9, UMÍSTĚNÍ DIAGNOSTICKÉ ZÁSUVKY
OBRÁZEK 10, KONTROLA OVLÁDÁNÍ VSTŘIKOVAČE DELPHI DF13 [19]
OBRÁZEK 11, UNIVERZÁLNÍ TESTER ŘADY KTS BOSCH [19]
OBRÁZEK 12, DIAGNOSTIKA POMOCÍ OSCILOSKOPU [12]
OBRÁZEK 13, RUČNÍ PÁKOVÁ ZKUŠEBNÍ ZAŘÍZENÍ PRO KONTROLU VSTŘIKOVAČŮ [15]
OBRÁZEK 14, ZKOUŠEČKA ELEKTRONICKÝCH VSTŘIKOVAČŮ
OBRÁZEK 15, A) NESEŘÍZENÉ VSTŘIKOVAČE; B) SEŘÍZENÉ VSTŘIKOVAČE
OBRÁZEK 16, DOSEDACÍ KUŽEL TRYSKY
OBRÁZEK 17, NASTAVENÍ PŘEDVSTŘIKU [15]
OBRÁZEK 18, SCHÉMA IDM [19]
OBRÁZEK 19, HYDRAULICKÁ HLAVA ROTAČNÍHO ČERPADLA BOSCH VP 44
OBRÁZEK 20, LAMELOVÉ ČERPADLO
OBRÁZEK 21, KONTROLA SEŘIZOVACÍCH ŠROUBŮ A VAČEK [18]
OBRÁZEK 22, MĚŘENÍ MANOMETREM [18]
OBRÁZEK 23, DÁVKOVACÍ VENTIL [17]

Seznam zkratk a pojmů

DI – vnitřní vstřikování (direct Injection)

DÚ – dolní úvrat'

HÚ – horní úvrat'

IDM – řídicí jednotka vstřikování (injection driver modul)

EDC – elektronická regulace vznětového motoru

OBD – obvody samodiagnostiky

PD - Pumpe Düse (čerpadlo tryska)

CR – Common rail (akumulační vstřikování)

Seznam příloh:

Příloha č. 1: Příklad výstupního protokolu o měření vstřikovacího čerpadla.

Příloha č. 2: Příklad výstupního protokolu o měření vstřikovače.

Příloha č. 3: Cenové rozpětí měřících stolic.

Příloha č. 4: Zkušební stolice v firmě Autodiessel – Kassl

Příloha č. 5: Dílenská příručka Škoda Auto a.s.

Příloha č. 6 : Vstřikovač common rail CRI Bosch CR/IPS19/ZEREK10S.



Příloha č. 1: Příklad výstupního protokolu o měření vstříkovacího čerpadla.

Pump Test Report

Made by: AUTODIESEL - Pavel Kassl

Injector type number: BOSCH CP3.3 - 0445020078

Test results:		Unit l/h			
Testing step	Test name	Nominal value	Tolerance	Measured	Judgment
0#	Clean	0,0	±0,0	0,0	PASS
1#	Start up	11,6	±2,3	8,3	FAIL
2#	Zero diesel provide	1,0	±1,0	0,1	PASS
3#	Max diesel provide	165,5	±13,8	145,7	FAIL
4#	Best efficiency	58,9	±6,3	55,7	PASS
5#	ZME test 1	100,6	±14,6	95,5	PASS
6#	ZME test 2	66,2	±9,6	64,4	PASS
7#	ZME test 3	20,8	±6,7	24,6	PASS
Total					FAIL

12.3.2013 17:11:02 PM

Remarks:

- Clean - Cleaning mode
- Start up - Engine start up mode
- Zero diesel provide - Zero level diesel delivery mode
- Max diesel provide - Maximum level diesel delivery mode
- Best efficiency - Pump best efficiency mode
- ZME test 1 - Test of ZME vent Nr. 1
- ZME test 2 - Test of ZME vent Nr. 2
- ZME test 3 - Test of ZME vent Nr. 3

Příloha č. 2: Příklad výstupního protokolu o měření vstříkovače

Injector Test Report

Made by: AUTODIESEL - Pavel Kassl

Injector type number: BOSCH 5124

Test results:		Unit mm ³ /h					Judgment
Testing step	Leak	VL		TL	LL	VE	
Direction	Return	Injection	Return	Injection	Injection	Injection	
Nominal value	50,0	178,5	50,0	25,0	10,3	5,2	
Tolerance field	±30,0	±15,0	±15,0	±6,9	±3,0	±2,4	
Number of inj.							
1#	14,9	80,7	47,3	38,6	9,6	23,1	FAIL
2#	12,5	170,2	45	26,1	10,1	6,2	PASS
3#							
4#							
5#							
6#							

10/22/2013 5:04:39 PM

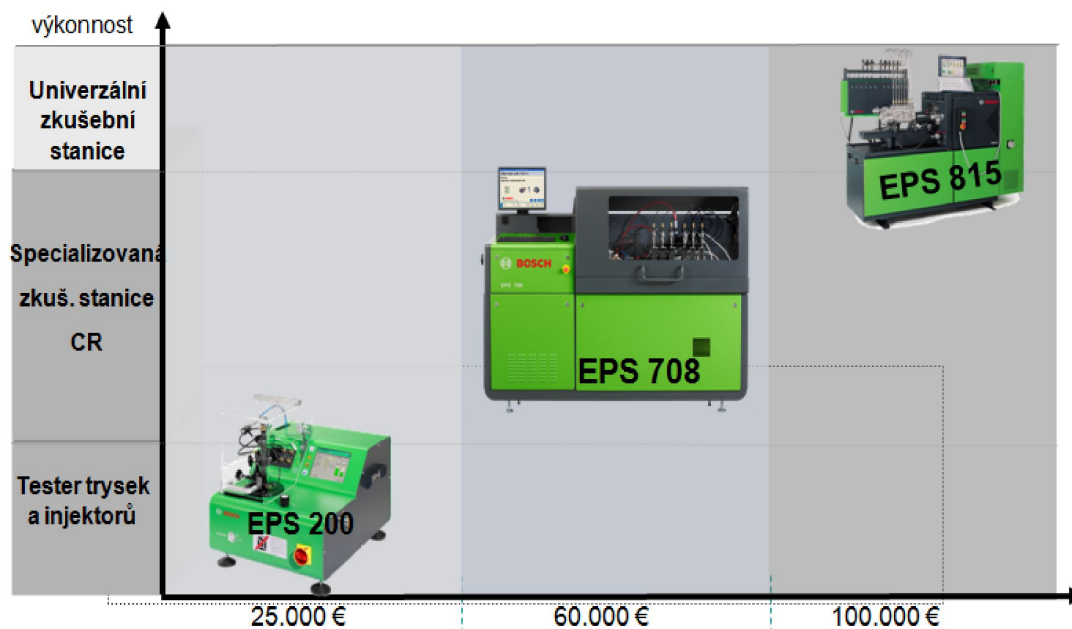
Remarks:

- Leak - Leak test
- VL - Full load test
- TL/EM - Emissions mode
- LL - Idle mode
- VE - Pre-injection

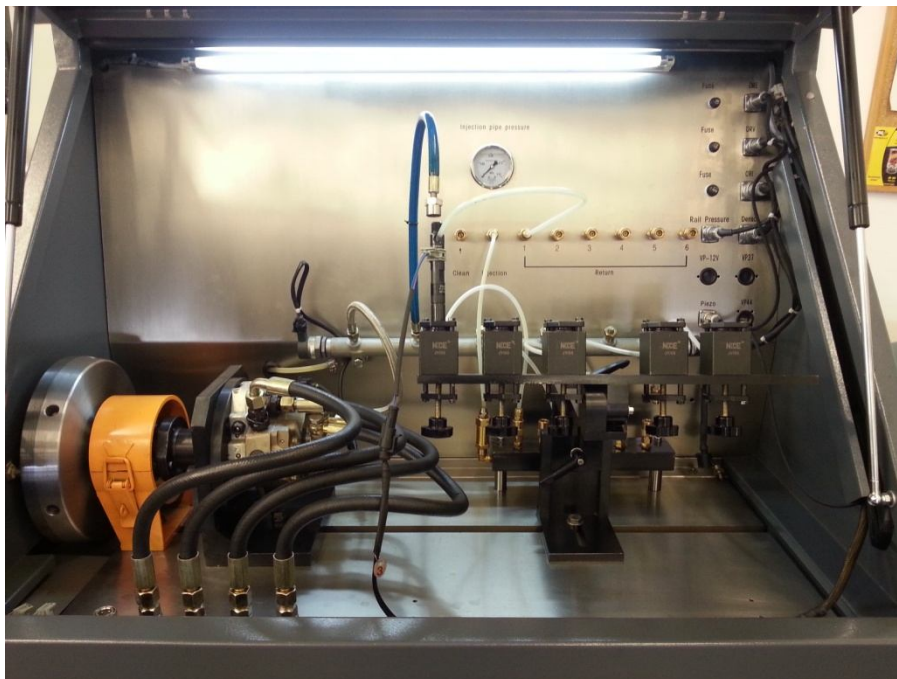
Příloha č. 3: Cenové rozpětí měřicích stolic [19]



Zkušební stavy Bosch



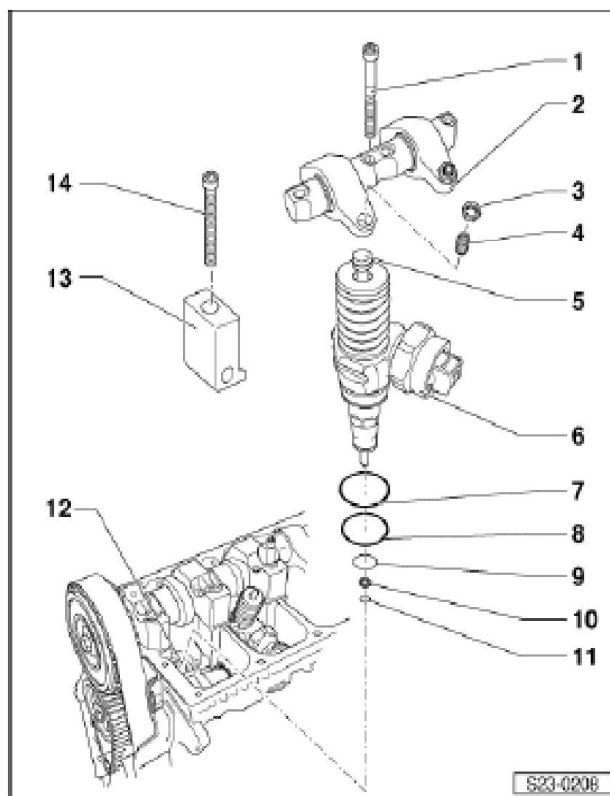
Příloha č. 4: Zkušební stolice ve firmě Autodiessel - Kassel



Oprava jednotek čerpadlo-tryska pro motor s kódem BMM

• Těsnicí kroužky a O-kroužky vždy vyměnit.

- 1 - 20 Nm + pootočit o 90 ($\frac{1}{4}$ otáčky)
 - vyměnit
- 2 - Nosič vahadel
 - s vahadly
- 3 - Pojistná matice, 30 Nm
- 4 - Nastavovací šroub
 - vyměnit
 - potřít tukem -G 000 100- dotykovou plochu ke kulovému čepu jednotky čerpadlo-tryska
- 5 - Kulový čep
 - vyměnit
- 6 - Jednotka čerpadlo/tryska
 - zkontrolovat opotřebení kulového čepu, případně jej vyměnit
 - namazat dotykovou plochu k nastavovacímu šroubu tukem -G 000 100-
 - demontáž a montáž ➔ 23-1 strana 22
- 7 - O-kroužek
 - výměna ➔ 23-1 strana 26
- 8 - O-kroužek
 - výměna ➔ 23-1 strana 26
- 9 - O-kroužek
 - výměna ➔ 23-1 strana 26
- 10 - Tepelně izolační kroužek
 - vyměnit
- 11 - Pojistný kroužek
- 12 - Hlava válců
- 13 - Upínací kámen
- 14 - 12 Nm + pootočit o 270 ($\frac{3}{4}$ otáčky)
 - vyměnit



Demontáž a montáž jednotek čerpadlo-tryska pro motor s kódem BMM

Potřebné speciální nářadí, kontrolní a měřicí přístroje a pomocné prostředky

- Vytahovák -T10055-
- Univerzální držák číselníkového úchytkoměru -MP 3-447 (VW 387)-
- Číselníkový úchytkoměr

Příloha č. 6 : Vstřikovač common rail CRI Bosch CR/IPS19/ZEREK10S

