

Vstřikovací zařízení vznětových motorů

Princip vznětového motoru

U vznětového motoru je nasáván vzduch do válců, kde dochází k jeho silnému stlačení. Teplota vzduchu ve válcích tak překročí zápalnou teplotu nafty. Když je píst krátce před horní úvratí, je do silně stlačeného vzduchu, zahřátého asi na $+600\text{ }^{\circ}\text{C}$, vstříknuta nafta. Nafta se vznítí sama, zapalovací svíčky nejsou tedy zapotřebí.

U studeného motoru se může stát, že pouhým stlačením se vzduch nezahřeje na zápalnou teplotu nafty. V takovém případě se musí motor předžhavit. Ve vírových komůrkách se proto nachází žhavicí svíčky, které vyhřívají spalovací prostory. Vznětový motor má navíc automatický systém pro rychlejší spouštění studeného motoru, který posunuje píst přesuvníku vstřiku ve vstřikovacím čerpadle dopředu. Palivo je tak vstříknuto do horkého vzduchu dříve a studený motor dříve naskočí. Jakmile dosáhne motor svoji provozní teploty, stáhne se termostat urychlovače studeného startu automaticky zpět. Řízení počátku vstřiku paliva přebírá řídicí jednotka DDE (DDE = Digitale Diesel-Elektronik), stejně jako řízení vstřikovaného množství a plnicího tlaku pro turbodmychadlo.

Palivo je nasáváno dopravním palivovým čerpadlem a rozdělovacím vstřikovacím čerpadlem z palivové ná-

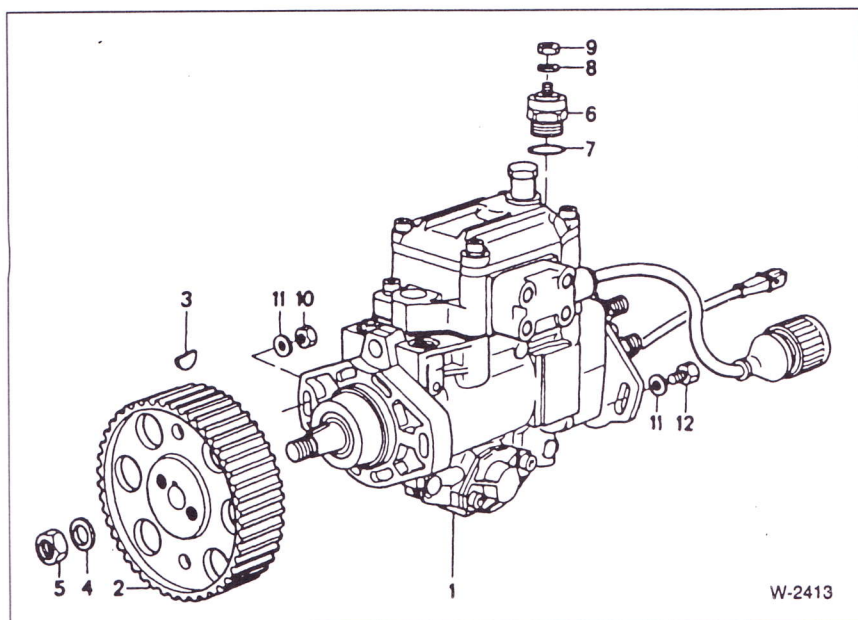
drže. Ve vstřikovacím čerpadle se vytvoří tlak asi 16 MPa (160 bar), který je nezbytný pro vstřikování nafty. Palivo je rozdělováno do jednotlivých válců podle pořadí zapalování. Řídicí jednotka DDE reguluje množství vstřikovaného paliva podle sešlápnutí plynového pedálu, jehož polohu zaznamenává potenciometr. Vstřikovací ventily vstřikují naftu vždy ve správný okamžik do předkomůrky příslušného válce. V důsledku tvaru komůrky a vírové komůrky se nasávaný vzduch při stlačování rozvíří tak, aby se vstřikované palivo optimálně smísilo se vzduchem.

Dříve, než se palivo dostane do vstřikovacího čerpadla, proteče palivovým filtrem, kde jsou zachycovány nečistoty a voda. V rámci údržby je velmi důležité palivový filtr pravidelně čistit a měnit.

Vstřikovací čerpadlo nepotřebuje údržbu. Veškeré pohyblivé části čerpadla se promazávají naftou. Vstřikovací čerpadlo a vačkový hřídel poháněný ozubeným řemenem.

Vznětový motor nelze vypnout přerušením přívodu napětí do zapalování. Motor se vypíná magnetickým ventilem. Vypnutím zapalování se přeruší přívod proudu do magnetického ventilu a ventil uzavře palivový kanál. Při spouštění motoru se na magnetický ventil přivede přes spínač zapalování napětí a ventil otevře palivový kanál.

Vstřikovací čerpadlo

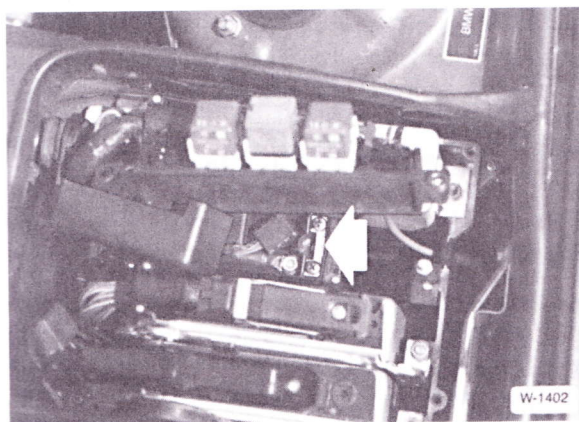


- 1 - Vstřikovací čerpadlo
- 2 - Ozubené kolo
- 3 - Pero
- 4 - Podložka
- 5 - Matice M12
- 6 - Elektromagnetický přerušovač
- 7 - O-kroužek
- 8 - Pružná podložka
- 9 - Matice
- 10 - Přední upevňovací matice M8 (dva kusy)
- 11 - Podložka
- 12 - Zadní upevňovací matice M8 (dva kusy)

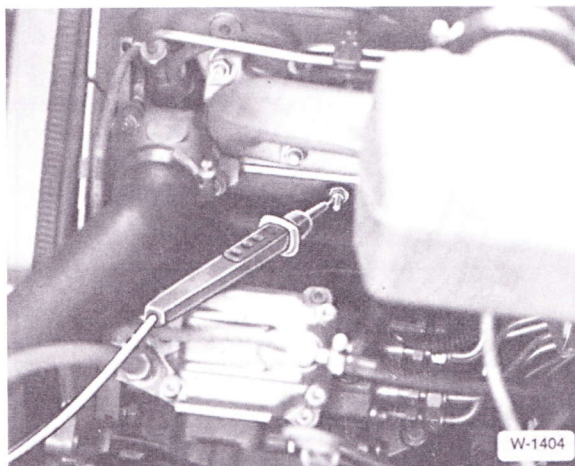
W-2413

Kontrola žhavicích svíček

Předpoklad kontroly: Motor je studený (okolní teplota). Baterie je nabitá, má napětí minimálně 11,5 V.



- V reléové skříňce zkontrolujeme páskovou pojistku 80 A.
- Odšroubujeme kabely od žhavicích svíček.
- Na kladný pól baterie a postupně na každou žhavicí svíčku připojíme zkoušečku napětí.



W-1404

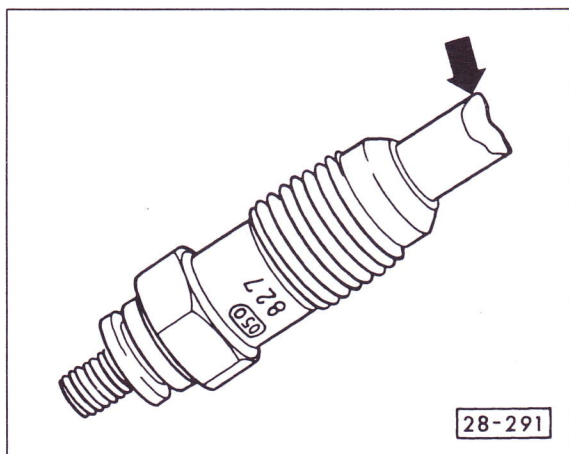
- Pokud se zkoušečka rozsvítí: žhavicí svíčka je v pořádku.
- Pokud se zkoušečka nerozsvítí: žhavicí svíčka je vadná a vyměníme ji; utahovací moment: **25 + 5 Nm**. žhavicí svíčky o průměru 0,4": **20 + 1 Nm**. **Pozor:** Uťahovací moment **nesmíme** překročit, jinak bychom žhavicí svíčku poškodili a časem by přestala fungovat. Pokud mají žhavicí svíčky opálené kolíky, postupujeme podle níže uvedených pokynů.
- Na žhavicí svíčky zcela lehce (momentem 5 Nm) přišroubujeme kabely.

Kontrola relé žhavicích svíček

- Vytáhneme časovací relé žhavení. Relé je umístěno v reléové skřínce vpravo vzadu v motorovém prostoru za hlavním relé a za relé vyhřívání palivového filtru.
- Na svorku 30 (+) vícepólového konektoru pro relé žhavení a na kostru (-) připojíme zkoušečku napětí. Světelná dioda ve zkoušečce napětí se musí rozsvítit, v opačném případě zkontrolujeme přívod napětí od baterie.
- Zkoušečku napětí připojíme na svorku 15 a na kostru. Zapneme zapalování. Světelná dioda ve zkoušečce napětí se musí rozsvítit, v opačném případě zkontrolujeme přívod napětí od zámku zapalování.
- Pokud světelná dioda ve zkoušečce napětí svítí, zkontrolujeme přívody ke žhavicím svíčkám. V opačném případě vyměníme relé žhavení.

Žhavicí svíčky s opálenými kolíky

Opálené kolíky žhavicích svíček jsou často důsledkem závady trysek. Toto poškození není způsobeno závadou žhavicích svíček.



V případě takové závady - viz šipka - nestačí svíčky jen vyměnit. Musíme také zkontrolovat paprsek, tlak a těsnost vstřikovacích trysek (práce pro odborný servis).

Přitom je mimořádně důležité, aby byl paprsek vstřiku při krátkých, rychlých zdvihích (4-6 zdvihů za sekundu) kompaktní a aby palivo bylo dobře rozprášeno.

Kódy závad u vznětových motorů

Řídicí jednotka DDE má registr závad, kam se ukládají závady palivového systému. Systém žhavení není vybaven vlastní autodiagnostikou. Funkce registru závad viz str. 94.

Kódy závad u motoru 524td:

Závada	Příslušná součástka/Druh závady/Možné příčiny
01	Snímač počtu otáček - přerušení/krátké spojení, volný snímač, příliš velká vzdálenost
02	Snímač teploty paliva - přerušení/krátké spojení
03	Snímač teploty chladicí kapaliny - přerušení/krátké spojení
04	Snímač polohy pedálu - přerušení/krátké spojení
05	Snímač plnicího tlaku - přerušení/krátké spojení
06	Potenciometr - přerušení/krátké spojení
08	Regulátor množství - přerušení/krátké spojení
10	Ovládací prvek regulace rychlosti - přerušení/krátké spojení
11	Propojení v počítači - přerušení/krátké spojení mezi "začátkem vstřikování" a "vstřikovaným množstvím" u řídicí jednotky
12	Snímač teploty vzduchu - přerušení/krátké spojení
13	Datový výstup otáček - přerušení/krátké spojení na spojovacím vedení řídicí jednotky Kolík č. 8
14	Snímač počátku vstřiku (ve vstřikovací trysce pro válec č. 4) - přerušení/krátké spojení
16	Magnetický ventil-regulátor vstřikování - přerušení/krátké spojení

Odvzdušnění palivové soustavy

Pokud jsme úplně spotřebovali palivo v nádrži nebo jsme vyměnili části palivové soustavy, nemusíme soustavu zpravidla odvzdušňovat, protože se během spouštění motoru odvzdušní sama.

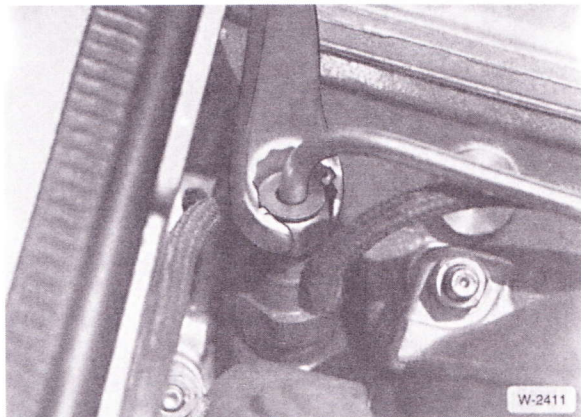
Abychom při startovacích potížích zkontrolovali, zda je do vstřikovacích ventilů přiváděno palivo, uvolníme na dvou vstřikovacích ventilech převlečné matice. Startujeme bez předžhavení motor, až z převlečných matic začne unikat palivo. Prevlečné matice utáhneme momentem **20 Nm** a spustíme motor.

Pozor: Pokud se soustava automaticky neodvzdušní, pak postupujeme následujícím způsobem:

- Při pracích na vstřikování dodržujeme pravidla čistoty, viz str. 86.
- Dáváme pozor na to, aby palivo neunikalo na hadice s chladicí kapalinou. Pokud se tak stane, ihned hadice otřeme. Poškozené hadice ihned vyměníme.

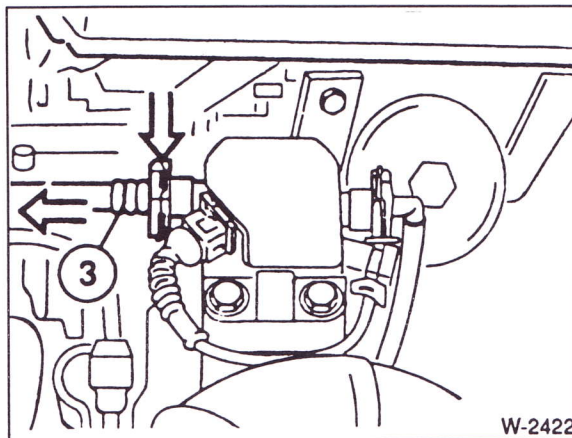
524td

- Vstřikovací čerpadlo naplníme naftou.
- Palivový filtr naplníme naftou.
- Na přírubě filtru uvolníme odvzdušňovací šroub - 4 -, viz obrázek W-2412 na straně 106.
- Protočíme spouštěčem motor, až začne unikat palivo. Pak dotáhneme šroub momentem 15 Nm. Při netěsnostech dotáhneme momentem 20 Nm.

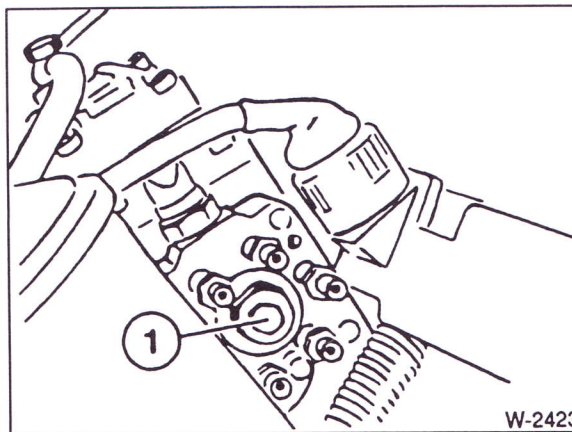


- Povolíme všechny převlečné matice na vstřikovacích vedeních. Motor protočíme spouštěčem, až začne unikat palivo. Pak utáhneme matice momentem 20 Nm. Při netěsnostech matice dotáhneme momentem 25 Nm.

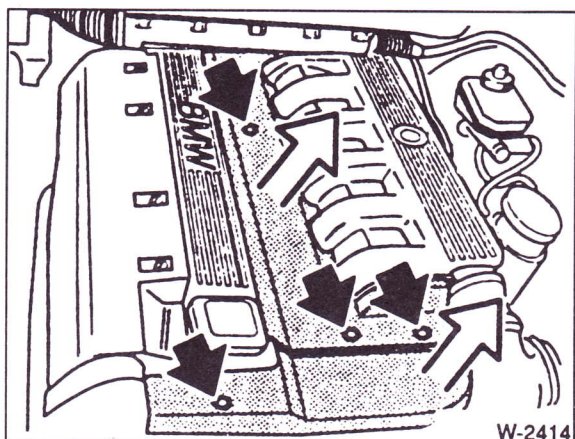
525td/tds



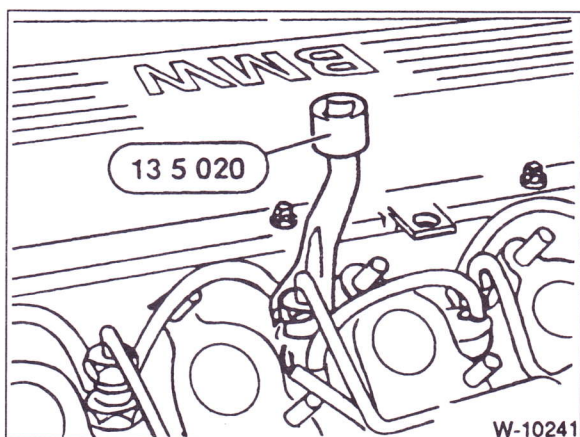
- Z palivového filtru vytáhneme palivové vedení - 3 - vedoucí ke vstřikovacímu čerpadlu. Stiskneme přitom sponu. Zachytíme unikající palivo a ekologicky ho zlikvidujeme.
- Do závitů přípojky nasadíme vhodnou hadici a zavedeme ji do nádoby.
- Vytáhneme relé palivového čerpadla a svorky na liště relé přemostíme tak, aby čerpadlo čerpalo palivo, viz str. 86.
- Pokud uniká palivo, vyndáme přemostovací kabel a nasadíme relé.
- Znovu nasadíme palivové vedení, předtím potřeme těsnění tukem, který neobsahuje kyseliny. Poškozená těsnění vyměníme. Necháme zapadnout svorku.



- Uzavírací šroub - 1 - na vstřikovacím čerpadle povolíme o dvě otáčky.
- Protáčíme motor spouštěčem, až z uzavíracího šroubu začne unikat palivo. Vytékající palivo zachytíme do nádobky.
- Uzavírací šroub utáhneme momentem 25 Nm.



- Odstraníme kryt na výfukovém kolenu. Uvolníme proto šrouby.



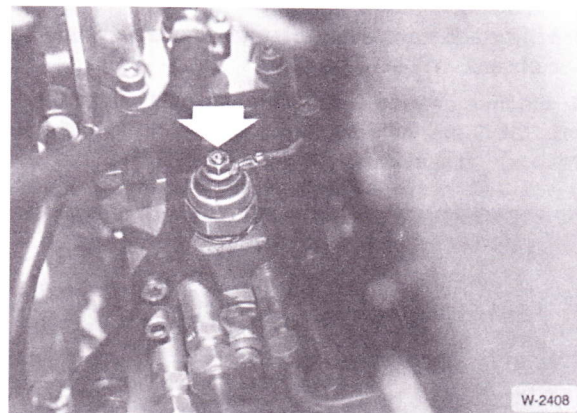
- Všechny převlečné matice vstříkovacích trysek povolíme speciálním nástrojem, například Hazet 4550. Protočíme motor spouštěčem, až začne unikat palivo. Pak utáhneme matice momentem **20 Nm**. Při netěsnostech dotáhneme matice momentem **25 Nm**. Tak provedeme rychlé odvzdušnění.
- Z motorového prostoru pečlivě odstraníme vyteklé palivo.
- Namontujeme kryt motoru.

Magnetický vypínací ventil - kontrola demontáž a montáž

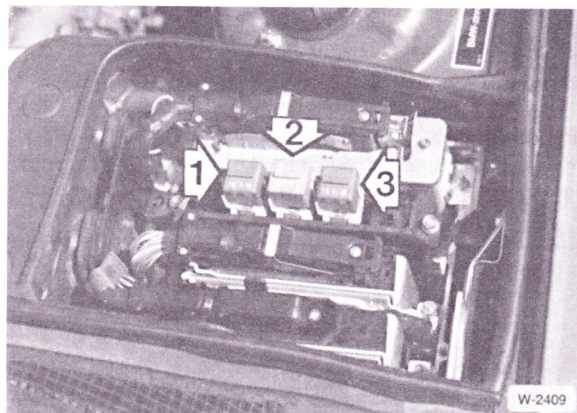
Magnetický vypínací ventil je umístěn na vstříkovacím čerpadle nad palivovými přípojkami. Jakmile otočíme klíčkem zapalování do polohy "II", je ventil zásobován napětím od řídicí jednotky DDE a otevře palivový kanál. Bez proudu je píst ventilu tlakem pružiny vysunutý a uzavírá palivový kanál. Magnetický ventil zkontrolujeme tehdy, když nenaskočí motor.

Kontrola

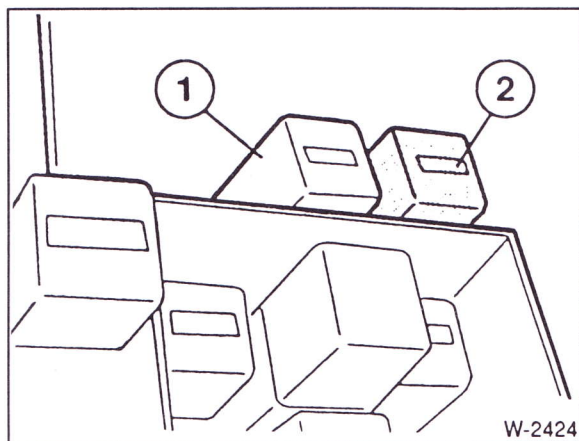
- Zapneme zapalování. Ventil musí cvaknout.



- V opačném případě odšroubujeme elektrické vedení. Pomocným kabelem spojíme kladný pól baterie s ventilem.



- **524td**: Pokud nyní ventil cvakne, zkontrolujeme podle schématu elektrická vedení a přívod napětí do řídicí jednotky DDE a hlavního relé - 1 - (červené). Další vyobrazené součástky: 2 - relé pro vyhřívání palivového filtru (oranžové), 3 - relé palivového čerpadla (hnědé).



- **525td/tds:** Pokud nyní ventil cvakne, zkontrolujeme podle schématu zapojení elektrické vedení a přívod napětí do řídicí jednotky DDE - 1 - (bílá) a relé palivového čerpadla - 2 - (oranžové, v reléové skřínce).
- Pokud ventil necvakne, pak ho vyměníme.

Demontáž

- Odšroubujeme elektrické vedení.
- Ventil vyšroubujeme otevřeným klíčem o velikosti 24 mm.

Pozor: Dáváme pozor na to, aby nevypadl píst a pružina. Bez proudu je píst zatížený tlakem pružiny.

Montáž

- Nasadíme ventil s novým O-kroužkem a utáhneme ho momentem 20 ± 5 Nm.

Vstřikovací trysky - demontáž a montáž

Poškozené trysky mohou způsobovat detonační spalování a v důsledku toho může dojít k poškození ložisek. Při této závadě necháme motor běžet ve volnoběžných otáčkách a postupně povolujeme převlečné matice vstřikovacích vedení. Pokud po uvolnění některé převlečné matice detonační spalování zmizí, je příslušná tryska vadná.

Vadné trysky najdeme rovněž tak, že postupně povolujeme převlečné matice vstřikovacích vedení, zatímco motor běží ve zvýšených volnoběžných otáčkách. Pokud zůstanou otáčky po uvolnění některé převlečné matice konstantní, svědčí to o vadné trysce. Vstřikovací trysky kontrolujeme manometrem (práce pro odborný servis).

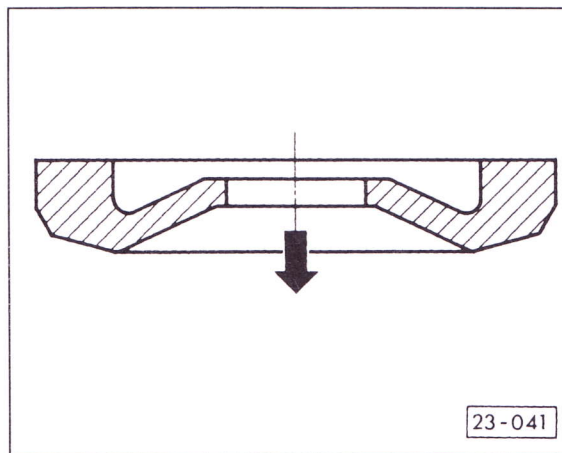
O závadě trysek svědčí tyto příznaky:

- Nepravidelné zápaly
- Detonační spalování (klepání) v jednom nebo ve více válcích
- Přehřívání motoru
- Pokles výkonu motoru
- Hustý černý výfukový kouř
- Vysoká spotřeba paliva

Demontáž

- Vstřikovací vedení očistíme prostředkem pro čištění za studena.
- Kompletně vymontujeme vstřikovací vedení. Otevřeným očkovým klíčem, například HAZET 4550 proto uvolníme převlečné matice. **Pozor:** Neměníme tvar vedení.
- Vstřikovací trysky vymontujeme nástrčkovým klíčem o velikosti 27 mm, například HAZET 4555.

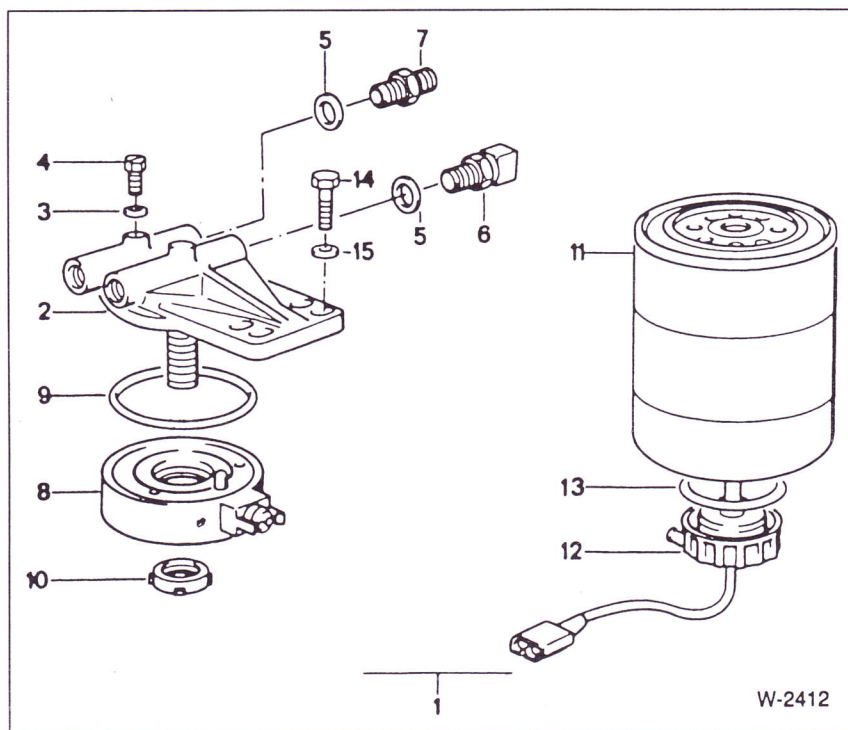
Montáž



- Mezi hlavu válců a vstřikovací ventil použijeme vždy nové žáruvzdorné těsnění. Prohlubeň v těsnění musí ukazovat nahoru. Šipka ukazuje k hlavě válců.
- Vstřikovací trysky utáhneme momentem $40 + 5$ Nm.
- Vstřikovací vedení utáhneme momentem $20 + 5$ Nm.

Vyhřívání palivového filtru

Aby zůstalo palivo i při nízkých vnějších teplotách tekuté, musí být přehříváno. Proto je palivový filtr vybaven elektrickým vyhříváním. Zabrání se tím ztuhnutí paliva i při extrémním mrazu. Vyhřívání se při nízkých teplotách automaticky zapíná při spouštění motoru.

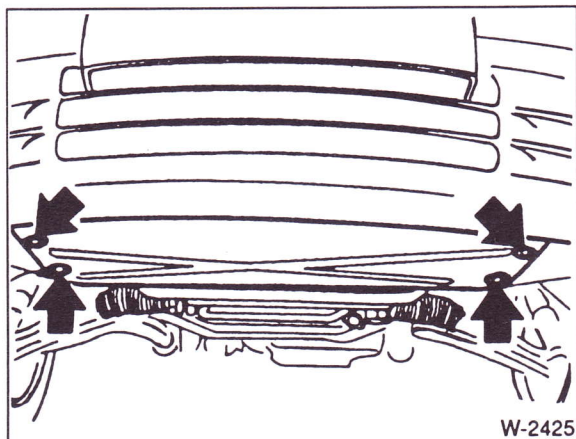


- 1 - Palivový filtr
- 2 - Horní část filtru
- 3 - Měděné těsnění
- 4 - Odvzdušňovací šroub
- 5 - Měděný těsnicí kroužek
- 6 - Termospínač 18 ± 1 Nm
- 7 - Šroubovací hrdlo M16x1,5
- 8 - Topné těleso
- 9 - Těsnicí kroužek
- 10 - Matice
- 11 - Patrona filtru
- 12 - Uzavírací šroub
- 13 - Těsnění
- 14 - Šroub s šestihlannou hlavou
- 15 - Podložka

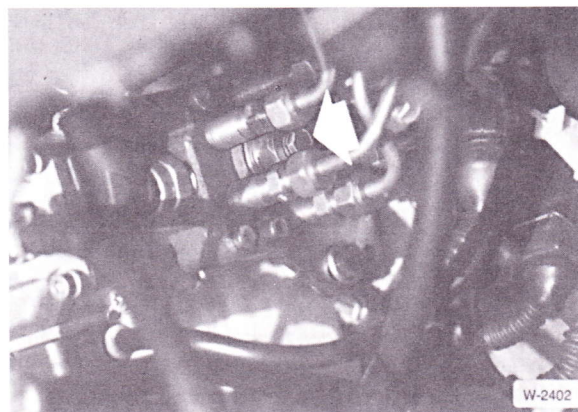
Kontrola počátku vstřiku vstřikovacího čerpadla

Ke kontrole potřebujeme měřicí přístroj s příslušným adaptérem, který můžeme našroubovat do čerpadla. Motor musí být při zkoušce studený (pokojová teplota).

- Od baterie odpojíme ukostřovací kabel. **Pozor:** Po odpojení dojde k vymazání obsahu elektronických pamětí, jako například registru závad motoru nebo kódu rádia. Před odpojením doporučujeme přečíst si pokyny, uvedené v kapitole "Baterie - demontáž a montáž".
- Vozidlo vpředu zvedneme.

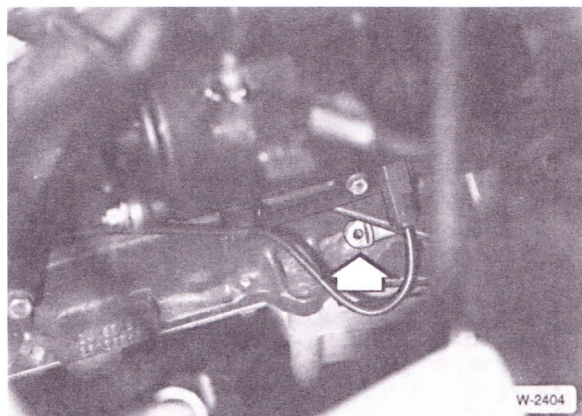


- Odšroubujeme spodní kryt motoru a obložení ventilátoru.



- Z víka vstřikovacího čerpadla vyšroubujeme centrální uzavírací šroub.
- Namísto uzavíracího šroubu našroubujeme adaptér (BMW-135330) a malý měřicí přístroj (měřicí rozsah 0-3,0 mm) s měděným těsněním a trochu ho předepneme.
- Klikovým hřídelem otočíme ve směru otáčení hodinových ručiček směrem k HÚ prvního válce, až ukazatel ukazuje nejmenší hodnotu. Začátek otáčení musí být minimálně 60° - 90° před HÚ. Píst prvního válce stojí v horní úvratí (HÚ) tehdy, když obě vačky prvního válce na straně rozvodového řetězu ukazují nahoru. Pro kontrolu sejme víčko plnění oleje a pozorujeme vačky.

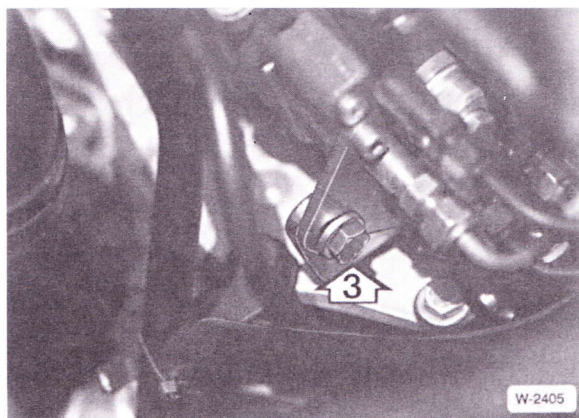
- Motorem otáčíme tak, že zařadíme čtvrtý rychlostní stupeň, uvolníme ruční brzdu a vozidlo posuneme. Nebo zatáhneme ruční brzdu, zařadíme neutrál a otočíme za centrální šroub řemenic klikového hřídele.
- Vynulujeme měřicí přístroj.



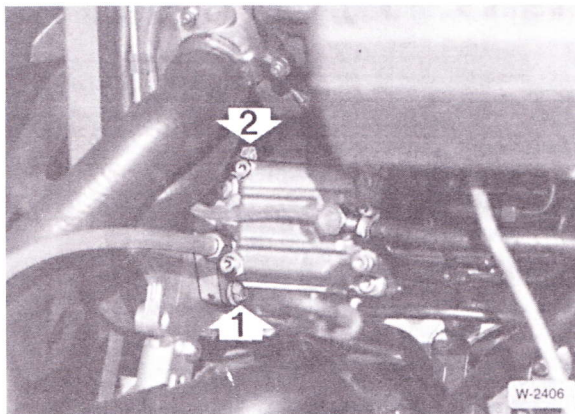
- Vytáhneme zátku z bloku motoru.
- Klikovým hřídelem otočíme ve směru pohybu hodinových ručiček, až můžeme do otvoru v bloku motoru a do otvoru v setrvačnicku zastrčit vhodný trn (BMW 112300).

Pozor: Neotáčíme hřídelem proti směru otáčení motoru (proti směru pohybu hodinových ručiček). To způsobí nesprávné výsledky měření.

- **524td:** Nyní musí měřicí přístroj ukazovat zdvih $1,05 \pm 0,02$ mm.
- **525td/tds:** Nyní musí měřicí přístroj ukazovat zdvih $0,95 \pm 0,02$ mm.
- Pokud není dosaženo požadované hodnoty, upravíme seřízení čerpadla.



- Povolíme zadní šrouby - 3 - vlevo a vpravo.



- Povolíme matice - 1 - a - 2 -. **Pozor:** Matice nepovolujeme příliš, aby se nevzpříčili tahem ozubeného řemeny.
- Otočíme celým vstřikovacím čerpadlem tak, aby měřicí přístroj ukazoval požadovanou hodnotu.
- Matice a šrouby utáhneme v pořadí od 1 do 4 momentem **25 Nm**.
- Znovu zkontrolujeme seřízení. K tomu nejprve otočíme klikovým hřídelem zhruba o 90° zpět.
- Odstraníme měřicí přístroj.
- Našroubujeme s novým měděným těsnicím kroužkem centrální uzavírací šroub a utáhneme ho momentem **15 Nm**.

Pozor: Odstraníme trn ze setrvačnicku znovu a nasadíme zátku.

- Připojíme baterii.
- Spustíme motor, popřípadě odvzdušníme vstřikovací systém.
- Po zkušební jízdě zkontrolujeme těsnost centrálního uzavíracího šroubu, popřípadě ho dotáhneme momentem maximálně 20 Nm.

Technická data žhavicí a palivové soustavy u vznětových motorů

Maximální doba žhavení při teplotě chladicí kapaliny pod 60 °C:	4 s
nad 60 °C:	0 s
Bezpečnostní vypínání předžhavení:	8 (+5) s
Odpor žhavicích svíček při 20 °C:	0,4 až 0,6 Ω
Snímač teploty chladicí kapaliny pro časování žhavení	
Odpor mezi G1 a kostrou při 60 °C:	134 ± 13,5 Ω
90 °C:	51,2 ± 4,3 Ω
G2 a kostrou při 20 °C:	1134 ± 125 Ω
60 °C:	272 ± 27 Ω
90 °C:	114 ± 11 Ω
Termospínač u zařízení pro studený start - teplota zapnutí:	17 ± 2°C
teplota vypnutí:	11 - 14°C
Teplotní spínač přehřívání paliva	
teplota zapnutí při klesající teplotě:	5,5 ± 2,5 °C
teplota vypnutí při stoupající teplotě:	-0,5 ± 2,5 °C
Volnoběžné otáčky při provozně zahřátém motoru, teplota oleje 60 °C:	750 ± 50 1/min
při zapnuté klimatizaci:	860 ± 50 1/min
Maximální otáčky:	5300 ± 100 1/min
Snímač napětí magnetického ventilu:	minimálně 10 V
Odpor při 20°C:	7,5 ± 1 Ω
Vstříkovací tryska - otevírací tlak:	14 - 16 MPa (140 - 160) bar
Seřizovací hodnota:	15 - 15,8 MPa (150 - 158 bar)
Provozní tlak palivových potrubí:	40 kPa (0,4 bar)

Tabulka poruch vstřikovacího zařízení vznětových motorů

Dříve, než začneme hledat příčinu závady podle následujícího přehledu, musí být splněny tyto předpoklady: Při startování se nesmíme dopustit chyby. V nádrži musí být palivo. Motor musí být mechanicky v pořádku, baterie je nabitá, spouštěč dosahuje dostatečného počtu otáček. **Pozor:** Pokud budeme uvolňovat palivová vedení, musíme je nejprve očistit prostředkem pro čištění za studena.

Porucha	Příčina	Odstranění
Motor se nedá spustit motor se špatně spouští	1. Motor nežhaví	■ Zkontrolovat žhavení
	2. Elektromagnetický vypínací ventil nemá napětí	■ Připojit na vypínač zkoušečku napětí, zapnout zapalování. Světelná dioda se musí rozsvítit, jinak vyhledat a odstranit přerušovaný kabel
	3. Elektromagnetický vypínací ventil je volný, poškozený	■ Zkontrolovat upevnění a kontakt s kostrou. Střídavě zapínat a vypínat zapalování. Vypínač přitom musí cvakat
	4. Špatná dodávka paliva.	■ Zkontrolovat dodávku paliva
	a) Skřípnutá, ucpaná, netěsná, porézní palivová vedení.	■ Vyčistit, popřípadě vyměnit palivová vedení
	b) Ucpaný palivový filtr.	■ Vyměnit palivový filtr
	c) Ucpané odvědušnění palivové nádrže. Palivové sítko v nádrži je znečištěné.	■ Vyčistit
	5. Nesprávně nastavený počátek vstřiku paliva	■ Zkontrolovat, seřadit počátek vstřiku paliva
	6. Vadné vstřikovací trysky	■ Zkontrolovat vstřikovací trysky, postupně povolovat převlečné matice a zkontrolovat, zda pracují válce
	7. Vadné vstřikovací čerpadlo	■ Namontovat na zkoušku nové čerpadlo
Motor ve volnoběžných otáčkách a při rozjezdu cuká	1. Palivové hadice na vstřikovacím čerpadle a na palivovém filtru jsou volné	■ Vyměnit palivové hadice, připevnit je hadicovými sponami, dotáhnout šrouby s dutou hlavou
	2. Totéž, co je uvedeno pod 1.4 - 7	■ Totéž, co je uvedeno pod 1.4 - 7
Příliš vysoká spotřeba paliva	1. Znečištěný vzduchový filtr	■ Vyměnit vložku vzduchového filtru
	2. Netěsná palivová soustava	■ Provést optickou kontrolu všech palivových vedení (sací, vratná a vstřikovací vedení), palivového filtru a vstřikovacího čerpadla
	3. Ucpané vratné vedení	■ Profouknout vzduchem vratné vedení vedoucí od vstřikovacího čerpadla k palivové nádrži. Vyměnit obtokový tlumič ve šroubu s dutou hlavou ve vratném vedení
	4. Totéž, co je uvedeno pod 1.5 - 7	■ Totéž, co je uvedeno pod 1.5 - 7
Žlutá a zelená kontrolka nesvítí	1. Přepálená pásková pojistka (80A)	■ Zkontrolovat popřípadě vyměnit pojistku řídicí jednotky žhavení
	2. Vadná žárovka na přístrojové desce	■ Vyměnit žárovku
Zelená kontrolka se nerozsvítí, studený motor špatně naskakuje	Jedna nebo více žhavicích svíček jsou vadné	■ Zkontrolovat, popřípadě vyměnit žhavicí svíčky
Žlutá kontrolka bliká	Žhavicí svíčky, popřípadě řídicí jednotka jsou vadné	■ Zkontrolovat, popřípadě vyměnit žhavicí svíčky, nechat zkontrolovat řídicí jednotku