

Oba kapesníky byly umístěny stejně dlouhou dobu před trubkou zadního tlumiče! Vlevo - bez filtru, vpravo - s filtrem: výsledek mluví sám za sebe.



FILTR PEVNÝCH ČÁSTIC PRO VZNĚTOVÉ MOTORY FORD Ford Focus C-MAX je první vůz Ford, vybavený novou filtrační technologií, která dokáže zachytit téměř všechny pevné částice ve výfukových plynech vznětových motorů. Zpočátku budou novým systémem vybaveny motory 1.6 a 2.0 l Duratorq TDCi (DV a DW). Oba naftové motory tedy splní přísná kritéria normy Euro 4 na auta registrovaná v letech 2005 a 2006. Jak vlastně fungují filtry pevných částic a jakou vyžadují údržbu?

Čistý zákon

V posledních letech získávají naftové motory stále větší oblibu, protože se vyznačují velkou pružností (vysokým točivým momentem i při nízkých otáčkách), dlouhou životností a hospodárným provozem. Přes tyto přednosti se stále častěji objevují námitky, které se týkají vysokého obsahu částic sazí ve výfukových plynech.

Při optimálním průběhu spalování vzniká v naftovém motoru především voda (H_2O) a oxid uhličitý (CO_2). Kromě toho emise obsahují malá množství oxidu uhelnatého (CO), nespálených uhlovodíků (HC), oxidů dusíku (NO_x), oxidu siřičitého (SO_2) a oxidů kovů a dále již uvedené částice sazí. Pro porovnání: při spalování v benzínových motorech vzniká 20 až 200x méně částic než ve vznětových motorech.

Částice sazí

Za určitých provozních podmínek (např. při studeném startu, při zatížení nebo zrychlení) shoří největší množství paliva difúzním plamenem, přičemž nevyhnutelně vznikne lokální nedostatek kyslíku ve spalovacím prostoru. Výsledkem je jen částečné spálení paliva, a tedy vzniká větší množství částic sazí.

Tyto mikroskopicky malé částice sazí jsou tvořeny drobnými granulemi o průměru pouhých 50 nm (0,00005 mm). Na těchto granulích se usazují uhlovodíky, které pocházejí z paliva a plastického maziva, jakož i voda a sírany, a tedy částice se výrazně zvětší a změní tvar.

Člověk není schopen zachytit částice menší než 0,0025 mm v nose ani v průduškách (pro srovnání: lidský vlas má tloušťku cca. 0,07 mm). Tyto částice proniknou dýchacími cestami až hluboko do plic a představují zdravotní riziko především pro děti a osoby s oslabeným imunitním systémem. Částice sazí jsou v podezření, že vyvolávají alergie a dokonce rakovinu. To platí především o nejmenších částicích o velikosti 100 až 1000 nm.

V roce 2002 uniklo jen v Německu z vozidel s naftovými motory zhruba 9000 tun sazí. Následující příklad ukazuje, jak je důležité snížit množství částic sazí: moderní vznětové motory se systémem vstřikování common rail bez filtru vyprodukují při ujetí 80 000 km v průměru cca. 3 kg sazí. Pokud je však motor vybaven filtrem, na stejné vzdálenosti vypustí méně než 100 g! ■

Emisní limity

Auta se vznětovými motory Datum prvního uvedení do provozu	Norma EURO 3 1.1.2004 g/km	Norma EURO 4 1.1.2005 nebo 1.1.2006* g/km	Redukce %
Množství oxidu uhelnatého (CO)	0,64	0,5	22
Množství oxidů dusíku (NOx)	0,5	0,25	50
Množství uhlovodíků a oxidů dusíku (HC+NOx)	0,56	0,3	46
Množství částic (PM)	0,05	0,025	50

Jak je vidět, norma Euro 4 řádně "zostřila" emisní limity pro vznětové motory, které jsou stanoveny zákonem. Limity pro dlouhodobé testy byly rovněž prodlouženy z 80 000 na 100 000 km. Tyto limity vycházejí ze směrnice 70/220/EWG (viz rovněž článek EOBD v Autoteam č. 11), která je přizpůsobena normám Euro 3 a Euro 4 doplňující směrnici 98/69/EG. Obě normy jsou založeny na stejném jízdním cyklu.

* Modely vyrobené po 1.1.2005, musí splňovat normu Euro 4. Modely nabízené před tímto datem musí splňovat tento předpis až po 1.1.2006.

Filtr pevných částic

Konstrukce a funkce systému jsou u obou vznětových motorů modelu Ford Focus C-MAX podobné. Motor 1.6 l Variant (DV) se liší pouze tím, že katalyzátor a filtr pevných částic jsou umístěny v jednom tělese, zatímco u 2.0 l motoru (DW) jsou oddělené.

Filtr pevných částic má voštinovou strukturu, tvořenou mnoha kanálky čtvercového průřezu, které jsou střídavě uzavřeny. Výfukové plyny a částice sazí procházejí porézními přepážkami z karbidu křemíku mezi kanály. Škodlivé plynné látky, jako např. oxid uhelnatý nebo uhlovodíky procházejí snadno filtrem, zatímco pevné látky, jako např. částice sazí jsou podstatně větší, a tedy jsou zachyceny. Čím víc částic je zadrženo, tím mají přepážky vyšší účinnost.

Regenerace

Částice sazí se usazují ve filtru, který musí být v pravidelných intervalech "regenerován", tzn. částice sazí jsou spáleny zvýšením teploty výfukových plynů. Částice se spalují až při teplotě vyšší než 600 °C, avšak taková teplota není dosahována ve výfukovém systému moderních vznětových motorů. Speciální aditiva v palivu a určité úpravy motoru však umožňují snížit reakční teplotu potřebnou pro oxidaci částic na cca. 500 °C.

Regenerace je vyvolána automaticky v závislosti na množství usazených pevných částic po ujetí 300 až 1000 km. Okamžik zahájení regenerace závisí především na profilu uživatele, který je stanoven na základě různých parametrů řídicím modulem hnací jednotky, a dále na tlakovém rozdílu, který je vypočítán na základě měření tlaků výfukových plynů v trubkách trvale umístěných před filtrem a za ním a na základě porovnání těchto tlaků. Snímač tlakového rozdílu vysílá údaje do řídicího modulu hnací jednotky, která vypočítá množství pevných částic na základě uživatelského profilu. Jestliže je překročen nastavený limit a pokud to umožňují provozní podmínky, řídicí modul hnací jednotky vyvolá následující změny provozního režimu, které způsobí zvýšení teploty ve výfukovém systému, a tedy regeneraci filtru:

- ventil EGR je zavřený
- turbodmychadlo zvýší zatížení motoru.

Systém řízení motoru provede selektivně následující doplňující opatření v závislosti na otáčkách a točivém momentu:

- předvstřík
- hlavní vstřík s prodlevou
- dostřík
- druhý dostřík
- Elektrické spotřebiče jsou zapnuty
- Obtok chladiče plicního vzduchu je otevřen
- Klapka sacího potrubí je zavřena

Přísada EOLYS 176

Za jízdy je průběžně přiváděno určité množství přísady EOLYS 176 vstříkacími ventily do spalovacího procesu. EOLYS 176 je kapalina na bázi ceru. Částice oxidu ceru vytvoří vazbu s částicemi sazí ve spalovací komoře a jsou "zachyceny" ve filtru. Při regeneraci přispívá cer

spolu větším povrchem částic k rychlejšímu spalování při nižších teplotách. Produktem oxidace je nejjemnější popel, který se usazuje v tělese filtru pevných částic.

Přísada je uložena ve zvláštním zásobníku o obsahu 1,8 l umístěném na příčném nosníku za palivovou nádrží. Přísada je přidána do motorové nafty po každém natankování, jakmile je nastartován motor a vozidlo dosáhne rychlosti vyšší než 40 km/h anebo po čtyřech minutách v případě, že není dosaženo této rychlosti. Údaje o množství paliva, které bylo natankováno, vyše spínač klapky palivové nádrže a dále jsou zjištěny na základě porovnání stavu "předtím" a "potom", které pro-

vede sdružený přístroj. Vlastní dávkování provádí samostatné řídicí zařízení, které se nachází pod pravým zadním sedadlem. Čerpadlo umístěné v zásobníku s přísadou dopraví vypočtené množství přísady do palivové nádrže.

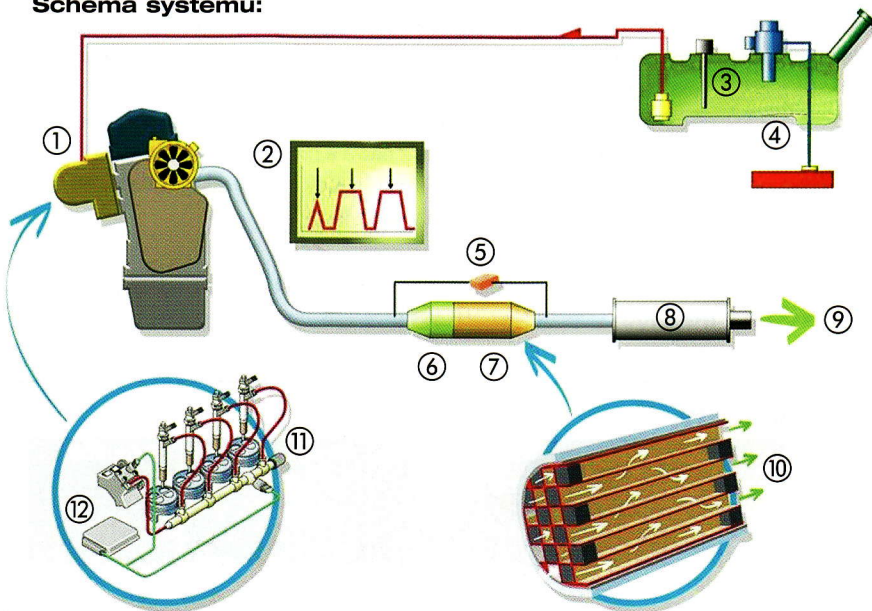
Důležité upozornění: Při manipulaci s přísadou EOLYS 176 dodržujte platné bezpečnostní předpisy (které jsou uvedeny např. na výrobku samotném nebo v bezpečnostním listu). Na vznětových motorech modelu Ford Focus C-MAX s filtry pevných částic jsou provedeny úpravy, které nenajdeme na motorech bez těchto filtrů:

Úprava	1.6 TDCi (DV)	2.0 TDCi (DW)
Obtok chladiče plicního vzduchu	●	●
Řízení nasávaného vzduchu	●	●
Snímač teploty výfukových plynů před katalyzátorem	●	●
Snímač upozorňující na přítomnost vody v palivovém filtru	●	●
Čtyřnásobné vstříkávání (předvstřík, hlavní a 2 dostříky)*	●	●
Skříň klapky sacího potrubí	●	
Krokový motor klapky obtoku chladiče plicního vzduchu	●	
Snímač teploty nasávaného vzduchu (IAT) na skříni klapky sacího potrubí		●
Snímač teploty výfukových plynů za katalyzátorem		●
Magnetický ventil a podtlaková skříň klapky obtoku chladiče plicního vzduchu		●
Kombinovaný snímač IAT a snímač MAF		●

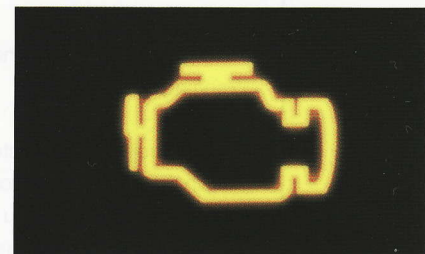
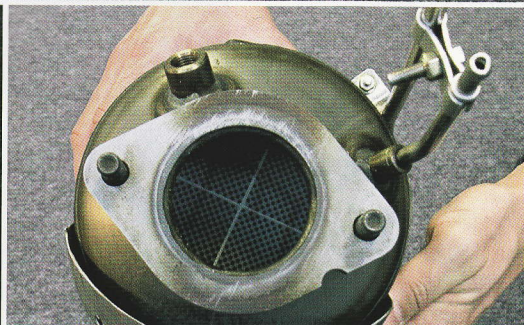
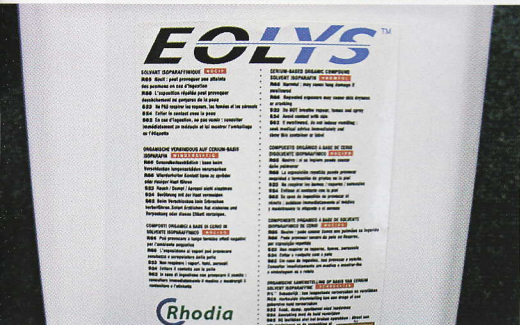
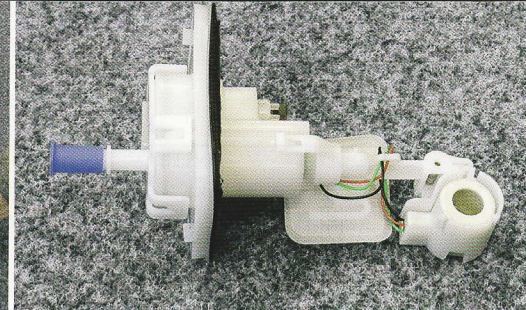
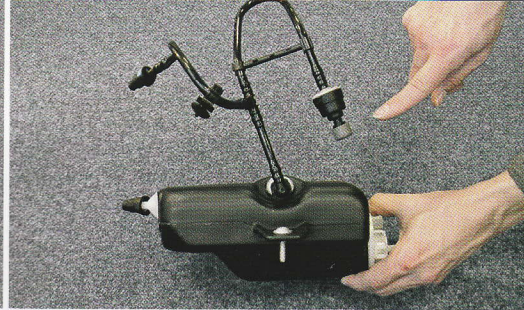
* Za určitých provozních podmínek.

Poznámka: Seznamte se s těmito úpravami v informačních podkladech a podkladech pro školení společnosti Ford.

Schéma systému:

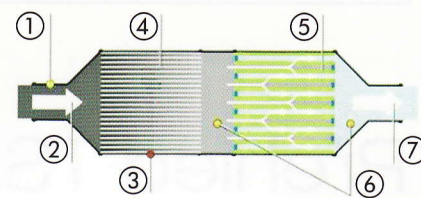
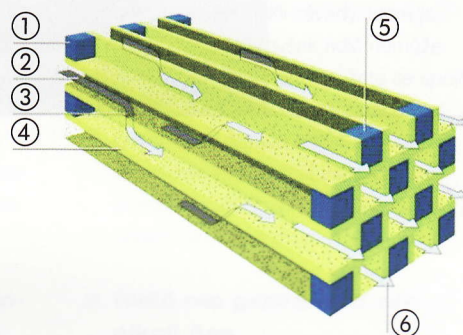


- | | | |
|--|---------------------------------|--------------------------------------|
| 1) Motor TDCi | 6) Oxidační katalyzátor | 10) Konstrukce filtru pevných částic |
| 2) Předvstřík, hlavní vstřík a dostřík | 7) Filtr pevných částic | 11) Vstříkací systém common rail |
| 3) Palivová nádrž | 8) Zadní tlumič | 12) Řídicí modul hnací jednotky |
| 4) Zásobník na přísadu | 9) Přefiltrované výfukové plyny | |
| 5) Snímač tlakového rozdílu | | |



Vlevo nahoře: Tělo filtru pevných částic s trubkami pro měření tlakového rozdílu a připojením ke snímači teploty výfukových plynů. Zásobník na přísadu má obsah 1,8 l. Uprostřed: Zásobník je upevněn k zadnímu příčniku třemi šrouby. Prst ukazuje odvětrávací hrdlo, které se nachází proti plnicímu hrdlu. Vpravo: Čerpadlo je umístěno v zásobníku s přísadou. Dole vlevo: Je bezpodmínečně nutné se řídit upozorněním na zásobníku s přísadou! Dole uprostřed: Pohled do vnitřku filtru: voštinová struktura je tvořena kanály čtvercového průřezu.

Výstražná kontrolka MIL systému řízení motoru signalizuje nesprávnou funkci filtru pevných částic.



Dole vlevo: Řez filtrem pevných částic. Uprostřed: Kanály ve filtru tvoří šachovnici a jsou střídavě uzavřeny vpředu a vzadu keramickými zátkami (1 a 5). Výfukové plyny a částice (2) procházejí porézními přepážkami (4) a přitom jsou zachyceny částice sazí (3). Ostatní složky výfukových plynů (6) se pohybují ve směru k zadnímu tlumiči. Vpravo: Příklad pro motor 1.6 l TDCi (DV): 1) Tělo 2) Výfukové plyny 3) Snímač teploty 4) Oxidační katalyzátor 5) Filtr pevných částic 6) Body pro měření tlakového rozdílu 7) Přefiltrované výfukové plyny

Údržba

Kromě vizuální kontroly zařízení v rámci prohlídky je nutno po každých třech letech (nebo 60 000 km) doplnit do zásobníku přísadu EOLYS 176 (max. 1,8 l). Důležité upozornění: Po doplnění je nutné nastavit řídicí zařízení do výchozího stavu buď systémem WDS, nebo ručně spínačem klapky palivové nádrže.

V rámci doplňkové údržby je třeba filtr pevných částic vyměnit po každých 120 000 km.

U vozidel bez palubního počítače se rozsvítí výstražná světelná kontrolka "Systémy motoru", která upozorní na příliš malé množství přísady, a světelná kontrolka MIL systému řízení motoru na sdruženém přístroji signalizuje prázdný zásobník na přísadu. U vozidel s palubním počítačem se objeví odpovídající textové hlášení.

Výhled do budoucnosti

Společnost Ford hodlá v budoucnu vybavit filtrem pevných částic i další modely se vznětovým motorem, pokud to bude vhodné. Příští generace filtrů nebude vyžadovat žádnou údržbu, protože filtr bude tvořen kanály o větším průměru a budou používány účinnější a hospodárnější přísady!