

DPF-regenerálás

1. rész

Új dízelmotoros autó részecske- (DPF) vagy más néven koromszűrő nélkül nem kerülhet forgalomba. A DPF a ma érvényben lévő Euro 5 kipufogógáz-előírás teljesítéséhez nélkülözhetetlen. A részecskeszűrő egészségünk védelmében kifejtett áldásos hatása mellett az üzemeltetőknek, javítóknak meglehetősen gyakran okoz gondot. A gépjármű mozgását korlátozó vagy megakadályozó nehézségek számára nem kedvező üzemi viszonyok vagy motorirányítási problémák miatt következnek be. A javítás – időt rabló szervizműveletek mellett – gyakran hosszas szerviz-ügyfél vitákhoz vezet és komoly összegekre rúg. Súlyos ismerethiány is nehezíti a helyzetet mind a gépkocsi-tulajdonosok részéről, mind az importőri, márkaszervizi és független javítói, sőt szakértők (akik itt és most nem igazán szakemberek) oldaláról.

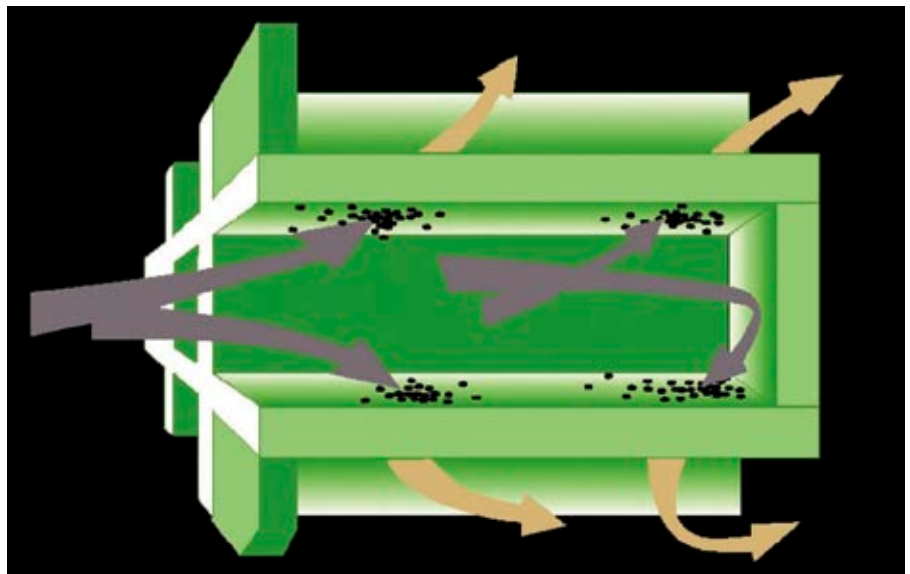
Mielőtt taglalni kezdjük a vonatkozó kérdéseket, előre le kell szögeznünk, hogy nem minden részletében kiforrott technikáról van szó. A gyártók, beszállítók fejlesztői is rendszeresen küzdenek. Erre bizonyíték a visszahívások tömege, ekkor módosított regenerálási programok telepítése, visszahívás során konstrukciósan módosított DPF-cserék, az importőr ádáz küzdelme az üzemeltetővel, mondván nem tudja üzemeltetni az autóját (ó szegény, ő csak autózni szeretne, és pechére városban lakik...). Erről írtunk már részletesen az Autótechnika 2009/9. számában, a 32. oldalon, kérjük, idézzük fel a cikk megállapításait. Cikkünkbe keretesen ágyaztunk egy „pihentető, üdítő” olvasmányt, azért, hogy lássuk, máshol sincs minden rendben...

A részecskeszűrő felépítése

A kipufogógázt porózus kerámia szűri meg. A kipufogógázból a részecske a szűrő belső falán, részben a szűrőfalba behatolva lerakódik. Ezt a szűrői falszűrőnek nevezzük. Kialakítása az 1. ábrán jól látható.

A szűrőegységet négyzet vagy hatszög keresztmetszetű, tengelyirányú csatornák alkotják. A csatornák fele a belépőoldalon nyitott és a kilépőoldalon zárt. A csatornába a kipufogógáz belépve a csatornafalon áthaladva jut a szomszédos, ún. kilépő csatornába. A kilépő csatorna a motoroldal felől zárt és a kipufogócső felé nyitott.

A szűrők a 15 nm és az 500 nm (0,5 µm) közötti tartományban is 90 tömeg%-os hatásfokkal szűrik ki a részecskéket, az ennél nagyobbakat természetesen 100%-os hatásfokkal.



1. ábra

A tájékozódás érdekében egy 2,0 literes dízelmotorra szerelt részecskeszűrő adatai

térfogat:	kb. 4,5 liter,
tömeg:	7,5 kg,
hatásfok:	95%,
legkisebb kiszűrt részecske:	15 ± 5 nm (0,015 µm),
élettartam:	kb. 200 E km,
maximálisan tárolt korommennyiség:	kb. 10 gramm/szűrő liter térfogat,
maximális hamutöltet:	kb. 25 gramm/szűrő liter térfogat.

A szűrő örök életű?

Az lehetne, ha azon anyagok sorában, amelyeket megszűr, csak korom kerülne bele ÉS a korom elégetésének semmilyen körülmények között nem lenne akadálya. Ehhez még tegyük hozzá, hogy a motornak sem szabad, hogy baja legyen, például erőteljes olajfogyasztás, porlasztási hiba. Ez bizony sajnos nincs így, tehát

A szűrő nem örök életű!

A szűrőbe, annak belső falfelületére és a szűrőfal járataiba bekerülnek olyan anyagok, melyek a gépjárműbe épített DPF-ből nem távolíthatók el, tehát a szűrő ezen anyagok tekintetében nem regenerálható.

Melyek ezek?

Minden koromszűrős dízelautónál a kenőanyag elégéséből származó hamu.

A DPF-csatorna metszeti rajza (2. ábra - forrás: Mercedes) jól mutatja a lerakódást a szűrő falán (c), ahol két lerakódott réteg különböztethető meg: az „a” jelű a részecske (korom) réteg, a „b” jelű az olajhamu réteg (2. ábra).

Ha a DPF-regenerálást tüzelőanyag-adalék segíti (többnyire ez a „FAP” rendszer, PSA-csoport, de a Fordnál és egyes VW-modelleknél is megtaláljuk), akkor a tüzelőanyag-adalék egyes komponensei is lerakódnak a szűrő falára, nem regenerálhatóak, tehát üzem közben nem távolíthatóak el, és így idővel eltömik a szűrőt.

Bajt okoz a nagy olajfogyasztásból és „kormolós” üzemből származó olajkocsz réteg is, melyeket nem könnyű „leoxidálni” a falról.

A szűrő nagy hő, hőterhelés hatására is sérülhet. Elsősorban kényszerregenerálásnál a begyulladó „kocszkályha” a szűrő kerámia anyagát megroggyanthatja, a rajta lévő katalizátoranyagok szinteresződnek, a washcoat réteg zsugorodik.

A szűrő - ha minden rendben van - akkor is eltömődhet a fenti okok miatt annyira, hogy már motorüzemet lehetetlenítő kipufogógáz-ellennyomást okoz.

A motorirányító rendszer számon tartja, számolja, mennyi volt az üzemóra, mennyi volt a kumulált tüzelőanyag-fogyasztás és a légnyelés. Ezekből állapítja meg azt, hogy egy bizonyos berakódott korommennyiség okozta ellennyomás (nyomáskülönbség-érték) miből áll össze. Nevezetesen a tényleges pillanatnyi koromfeltöltődésből és az állandó, pl. hamuterhelésből.

Továbbá a modellszámításból állapítja meg, hogy még mennyi a hátralévő szűrőélettartam, és a végén bejelenti, hogy „vége”.

Ekkor nincs más hátra, csak a szűrőcsere.

A hamu

A motorolajhamuból egy 2,0 literes dízel-motornál kb. 0,6 g/1000 km képződik. Egy átlagos szűrő kb. 120 g hamut tud élettartama alatt befogadni. Ez 200 E km élettartamot jelent. A szűrőt ezek után cserélni kell. A motorolajok összetételét is változtatni kellett a hamutartalom csökkentése miatt. Az új gyártási eljárást igénylő olajok általános megnevezése „Low SAPS”. A „SAPS” rövidítés a Sulphated Ash (szulfát-hamu), Phosphorous (foszfor) and Sulphur (kén) angol szavakból származik, a „Low” előtag pedig ezen anyagok kis mennyi-

ségére utal. Ennek lényege, hogy a kenőanyag lényegesen kisebb mennyiségben tartalmaz szulfáthamut, foszfort és ként. A Low SAPS kritériumnak megfelelő motorolaj a részecskeszűrővel szerelt dízelmotorok nélkülözhetetlen alkatrésze!

A legtöbb gyártó DPF-fel szerelt modelleknél mindenféle hamuképző motorolaj- és tüzelőanyag-adalék (tüzelőanyagrendszer-

tisztító, szeleptisztító, hidegindító segély stb.) alkalmazását tiltja az azokból származó plusz hamuterhelés miatt.

A részecskeszűrő-telítődés megállapítása

A szűrőben lerakódó részecske (korom) eltömi a szűrőt, ezzel megnöveli a

Tőlünk nyugatra... a MIL, a DPF és az EGR

Egy német internetes fórumon találtuk a következő szösszenetet.

A történet egy 130 LE-s dízelmotorral szerelt, 2006. 11. havi Ford Mondeóról szól. Az autó a probléma kialakulása-
kor 55 ezer km-t futott. A történet 3 hetes időtartamának kiindulópontja az volt, amikor a tulajdonos nejének egyszer csak nem indult el az autó, csak egy ötperces, hosszú kínlódás után. A tulajdonos egyből szervizbe vitte az autót, ahol rögtön kiolvasták a hibatárolót, melyben a következő két hibakódot találták:

P0405 Kipufogógáz-visszavezetés érzékelő, áramkör alacsony jelszint

P244B Nyomáskülönbség-érzékelő: a csövezeték a szenzor után el van tömődve, vagy lehúzódt a helyéről

A szervizben felajánlották a tulajdonosnak, hogy 150 euróért azonnal kicserélik az érzékelőt. A tulajdonos mivel rendelkezett műszaki vénával, visszautasította az ajánlatot, majd saját maga átvizsgálta a motorteret. Kis keresés után észre is vette, hogy a nyomáskülönbség-érzékelő és a DPF közötti csövezeték egy rágcsáló valószínűleg jóízűen falatozhatta. Mivel az autó kellett másnap egy hosszabb utazáshoz, ezért a tulajdonos befoltozta a lyukat. A művelet elvégzése után úgy tűnt, az autó megjavult.

A következő napon az utazás közben azonban egyszer csak világítani kezdett a MIL-lámpa, majd a motor nem reagált tovább a gázadásra. A tulajdonos megállt, leállította az autót, majd újraindította, és a hibajelenség megszűnt.

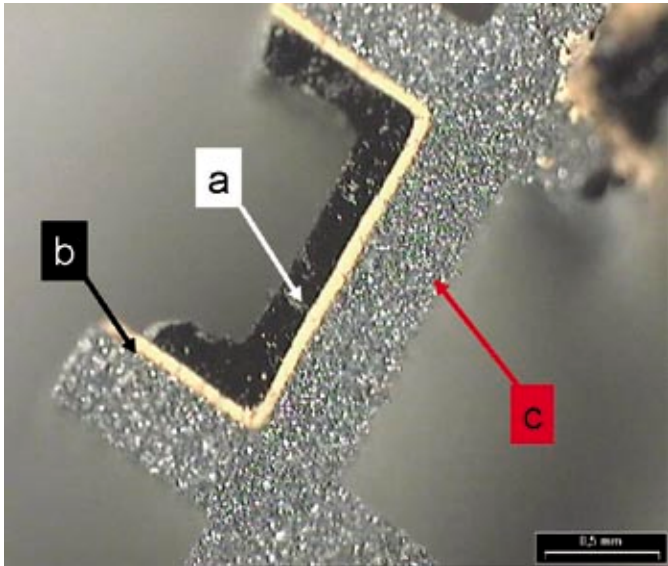
Két héttel később azonban az autópályán használva az autót újra előjött a hibajelenség. Kigyulladt a MIL-lámpa

és nem reagált a gázadásra, sőt, még furcsa hangot is adott ki. Így a következő leállításig sem tudott elhajtani vele a tulajdonos. A motor leállítása után már nem lehetett újra beindítani. A leállásá-
von állva kikerkezett az autóműtő kolléga, aki rögtön kiolvasta a hibatárolót a következő eredménnyel: P0100 Légtömegmérő: helytelen érték, P0406 EGR-érzékelő: túl magas jelszint.

Az autóműtős szerint az EGR-szelep fennakadhatott, ezért adódott ez a két hibakód. Az autó újraindult a hibakód törlése után, így a tulajdonos elindult a járművel, de a MIL-lámpa hamarosan újra felvillant.

Szerencsére az autószerelő kolléga beírta az újra a leállósávra kiállt járművet. A hibakód-kiolvasás eredménye a P242F kód volt, mely - az autószerelők körében még nem egy elterjedt, közismert kód - a DPF-szűrő eltömődését takarja. Az autóműtős elmondta, hogy ő ezt a problémát ott nem tudja a helyszínen megoldani, így azt javasolta a tulajdonosnak, hogy a lehető leghamarabb vigye az autóját szervizbe.

A tulajdonos el is vitte az ismerős független szervizbe, ahol a hibakód-kiolvasás ugyanazt az eredményt hozta, mint a második kiolvasás az autópályán (P242F). A független szervizes azonnal a márkaszervizbe irányította az autót a hibakódtörlést követően. A márkaszervizig vezető rövid úton újra felvillant a MIL-lámpa. A szervizben a hibakód-kiolvasás a következő eredményt hozta: P242F, DPF-szűrő eltömődött, P244B Nyomáskülönbség-érzékelő: a csövezeték a szenzor után el van tömődve, vagy lehúzódt a helyéről. A márkaszerviz javaslata az volt, hogy cseréljék ki az EGR-szelepet, mindezt 1500 euró fejében. A tulajdonos nem kérte a javítást. És azóta is írja megkeseredve blogját az interneten.



2. ábra

kipufogócsatornában a kipufogógáz-ellennyomást. A gáz ellennyomás-növekedése a motor töltetcserejét akadályozza, szélső esetben a motor működését megakadályozza.

A részecskeszűrő eltömődésének mértékére a be- és kilépő oldalán mérhető nyomások különbsége ($p_e - p_v = \Delta p$) más szóval a differenciányomás jellemző (Δp). Egyes modelleknél csak a belépő abszolút nyomást mérjük. Álló motornál a differenciányomás értéke nulla, ez a diagnosztika számára is információ (jók-e a nyomásjeladók?). A szűrő előtti nyomást (ellennyomás) értékét abszolút nyomásként is mérhetjük. A szűrőterhelés-megállapítás végett mért nyomást/nyomásesést

ra vagy hiányára utal. A **b** a tiszta szűrőt, a **c** a normál üzemi szűrőterhelési mezőt azonosítja. A **d** telítődött szűrő, az **e** túltelítődött szűrő, az **f** az eltömődött szűrő állapot. Normál működési zónák: **b**, **c** és **d**. A paszszív regenerálás a szűrőt a **b** és **c** állapotok között tartja. Az aktív regenerálásra a **c**-ből a **d**-be, illetve az **e**-be való átlépéskor van szükség.

A 4. ábra egy valós esetet mutat, a tájékozódásunk érdekében ez közelítőleg egy 2,0 literes dízelmotor 6000 min⁻¹ fordulatszámig terjedő kipufogógáz árama. Mint megfigyelhető, a kipufogógáz térfogatáramának (m³_N/h) függvényében progresszíven nő a szűrő előtti nyomás, az ellennyomás, illetve nő a szűrőn a nyomásesés

a motor légnyelése és a kipufogógáz hőmérséklete függvényében értékeli a motorirányító egység.

A fojtásállapotot a kipufogógáz térfogatáramának függvényében ábrázolt differenciányomásmezők vagy -zónák azonosítják, mint azt az alábbi elvi diagramon nyomon követhetjük (3. ábra forrás: Peugeot).

A szűrő telítődöttségének mértékét, szintjeit a **b-f** zónák azonosítják. Az **a** mező Δp értékei a szűrő átszakadására vagy hiányára utal.

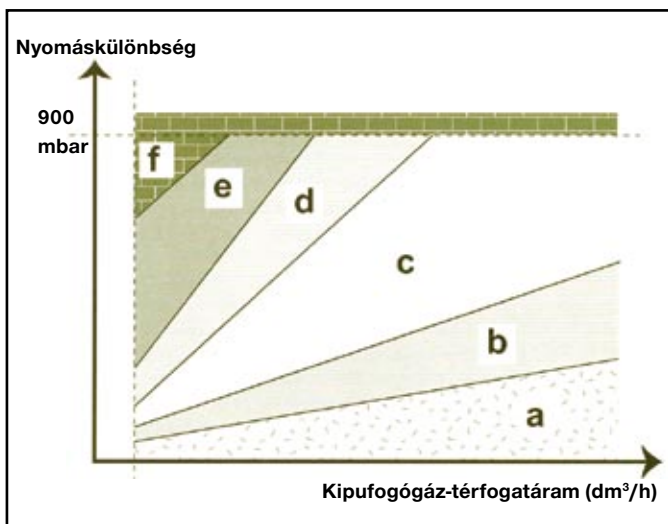
(Δp). Itt is látjuk, hogy a tiszta szűrő ellenállásánál kisebb ellennyomás a szűrő hibájára (átszakadására, esetleg kiszerelésére) utal, a fedélzeti diagnosztika ezt is figyeli. A regenerálás normál üzemi beindításának határvonala a normál tisztítás szükségességét jelzi. A telítődés határértékét felülmúlja a veszélyes mértékű telítődés riasztási szintje. Ilyenkor nem a motorleállítás jelenti az igazi veszélyt, hanem - mint már említettük - az, hogy ha ez a nagy korommennyiség begyullad, a szűrő hőterhelését annak károsodásáig növelheti, mind a hőszokk (gyors hőfoknövekedés), mind a hőmérséklet nagy értéke miatt.

A részecskeszűrő regenerálása

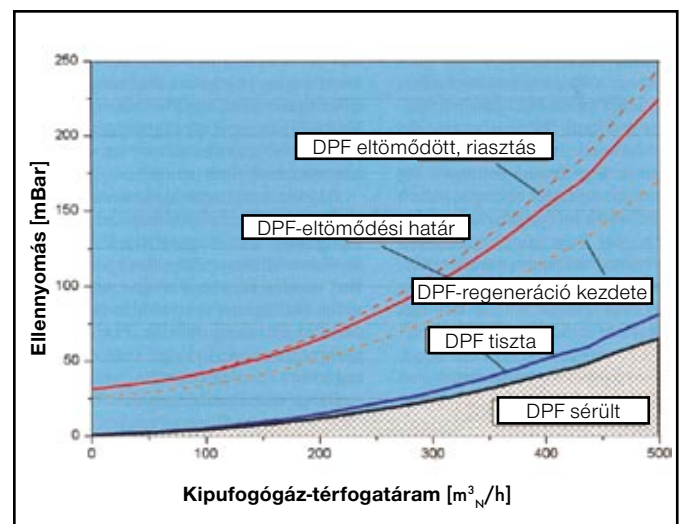
A szűrő regenerálása alatt a részecsketartalom oxidációját értjük. A részecske (korom) szén és szénhidrogén alkotói az oxidáció során gáz halmazállapotú anyaggá válnak, és elhagyják a szűrőfalon keresztül a szűrőt.

Az igazi műszaki kihívást nem a szűrés, nem is a regenerálás technológiája, reakciói jelentik - ezek mind ismertek, a fedélzeten kialakíthatóak, megvalósíthatóak -, hanem a reakció beindulásához szükséges hőmérséklet elérése. A dízelmotor részterhelési, városi üzemi koromszűrőbe belépő kipufogógáz nem éri el a reakció beindulásához szükséges 600 ± 50 °C értéket. Ez okozza az igazi műszaki problémát!

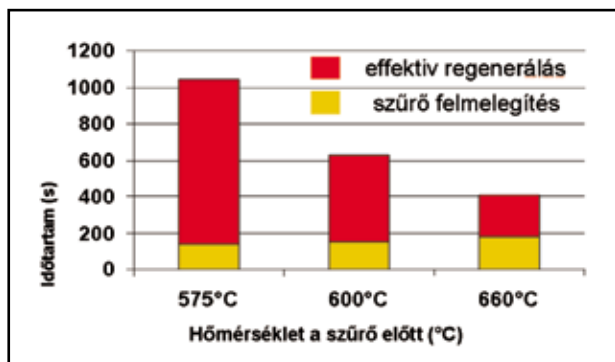
Kis motorterhelésű, gátolt forgalmi viszonyok közötti, rövid távú gépjárműhaladásnál nincs esély a korom oxidációjához szükséges 600 ± 50 °C kipufogógáz-, illetve szűrő-falhőmérséklet elérésére.



3. ábra



4. ábra



5. ábra

A műszaki-kémiai, reakciókinetikai feladatot a koromoxidáció küszöbhőmérsékletének a csökkentése jelenti. Erre az alábbi megoldások születnek:

- katalizátoranyag (Pt) beépítése a szűrő falába,
- a „korom-NO₂” oxidációs reakció feltételeinek megteremtése,
- küszöbhőmérsékletet csökkentő katalizátor tüzelőanyag-adalék (promotor) bevitele a szűrőbe.

A regenerálás időtartama - normál DPF esetén - a szűrő előtti kiinduló hőmérséklet függvénye; időtartama a szűrőfelmelegítés- és a reakcióidőből tevődik össze. Tájékoztató értékeket ad az 5. ábra (forrás: Mercedes). A szűrőregenerálás km-futás szerinti gyakoriságára is mutatunk tájékoztató értékeket (6. ábra, forrás: Mercedes).

A szűrő regenerálása passzív és aktív üzemmódú lehet. A részecskeszűrő regenerálási folyamatának megindítása végbemehet:

- spontán, azaz kényszer, külső behatás nélkül, önmagától és
- külső, kezdeményező behatásra.

A spontán részecskeoxidációs folyamat beindulásával elért regenerálás megnevezése passzív regeneráció. A külső behatásra - gázhőmérséklet-növelésre - meginduló részecskeoxidációs folyamat megnevezése aktív regeneráció.

A részecskeszűrő passzív regenerálása

A passzív mód azt jelenti, hogy a korom oxidációja a szűrőben külső beavatkozás nélkül beindul. A passzív regeneráció közepesen nagy motorterhelésen, például tartós országúti igénybevétel esetén indul be, ha a kipufogógáz, 350-500°C-ra hevül. Beindulás után, a hőtermelés miatt, általában önfenntartó folyamat.

Tüzelőanyag-adalékkal támogatott passzív regenerálás

A koromoxidáció beindulási hőmérsékletét katalitikus hatású anyaggal csökkenteni lehet. Ha ezt a katalitikus hatású (promotor) anyagot az aktív regenerálás folyamatában esetenként kívülről, tüzelőanyag-adalék formájában visszük be, adalékoltt aktív regenerálásnak nevezzük. Az adalék promotor anyag cérium és vas lehet. A rendszert először sorozatgyártású modellnél megvalósító PSA-konzern FAP rövidítéssel jelölte

kipufogógáz-utókezelő emissziótechnikai rendszerét. A FAP® (Filtre à Particules) részecskeszűrőt jelent, mint a DPF, de ezt az elnevezést a PSA-csoport a HDi motorjaira szerelt tüzelőanyag-adalékos rendszerre védte le. A szakirodalomban a FAP-ra az A-DPF (Additive-based Diesel Particulate Filter) és a FBC-DPF (Fuel Borne Catalyst-Diesel Particulate Filter) rövidítések is használtak.

A FAP-rendszer ez első sorozatgyártásra érett koromszűrési és regenerálási eljárás volt, bevezetésekor 2000-ben nagy műszaki innovációnak számított. A rendszert, továbbfejlesztett formában, mind a mai napig beépítik a PSA dízelüzemű autókba.

A katalizátor-adalékanyag (CeO₂) a korom gyulladási hőmérséklete mintegy kb. 150 fokkal, 460 °C értékre csökkenthető le. Ezt a hőmérsékletet az aktív - motorüzemi beavatkozással segített - regenerálási folyamatban, városi körülmények között is el tudja érni az utókezelő rendszer.

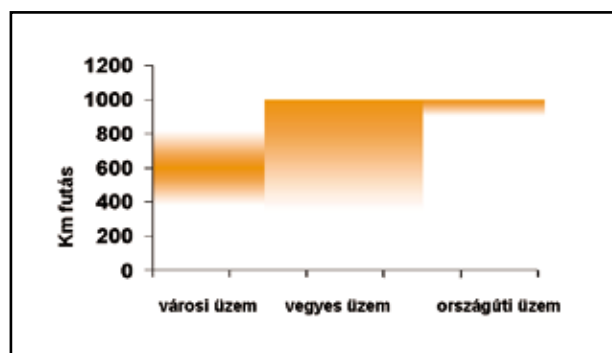
A regenerálás időigénye 2-4 perc, mely rövidebb, mint a CSF-ben lezajló folyamat. Az adalékoltt aktív regenerálás eljárása általában 1% tüzelőanyagfogyasztás-növekedéssel jár, szemben a többi eljárás 3-5%-os növekedésével (Rhodia-közlés).

A PSA-konzern által használt cériumtartalmú adalék kereskedelmi neve EOLYS, a Rhodia-csoporthoz tartozó Rhodia Electronics & Catalysis Inc. vállalat fejleszté és gyártja. Az EOLYS katalitikus hatóanyagok (CeO₂, cérium-dioxid, zirkonium-oxidok és vas) szerves oldósze-

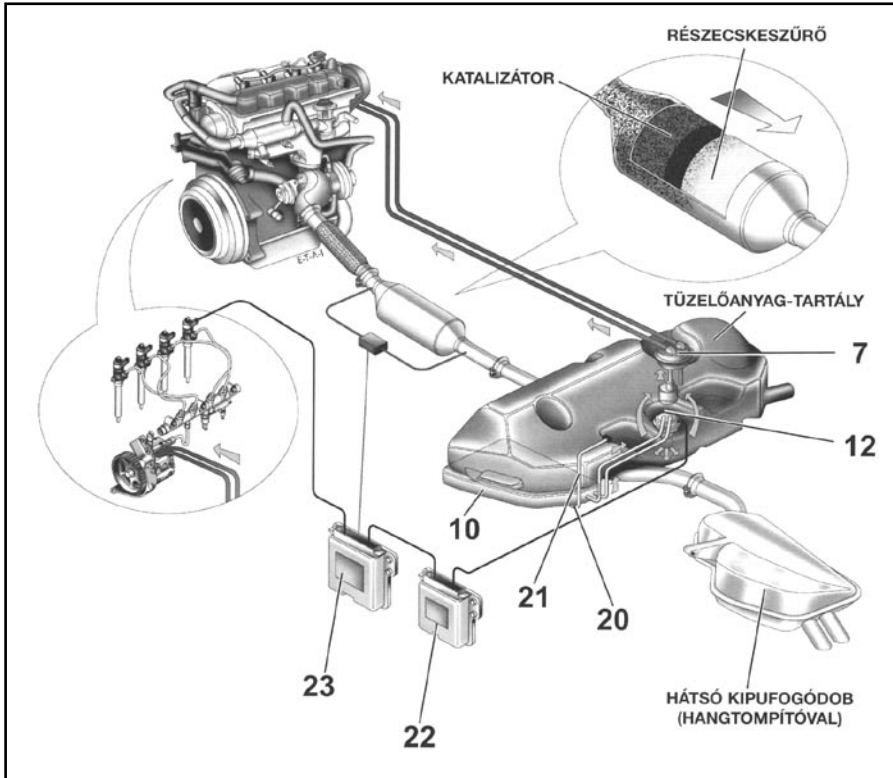
res oldata. A hatóanyag koncentrációja az oldatban 4,2 tömeg%. A Peugeot által korábban használt EOLYS DPX 42-es adaléket 2002 novemberétől EOLYS 176 (DPX 10) adalék váltotta fel. (A két adalék keverése tilos! A DPX 42 adalékkal működő régi rendszert nem lehet EOLYS 176 új adalékkal történő működésre átállítani.) Az új adalékban vassal erősített hatású cérium van (Fe-doped Ce - FBC). A korom gyulladási hőmérséklete ezzel 410 °C-ra hozható le. Az EOLYS hatóanyag koncentrátuma a tüzelőanyagban a korábbi 25 ppm-ről 10 ppm-re csökkent. Az EOLYS felhasznált mennyisége a tüzelőanyag-fogyasztással arányos, mivel minden tankolásnál, a betöltött gázolajmennyiséggel arányos EOLYS-t juttatunk a tankba. A tüzelőanyagban így mindig kb. 10 ppm koncentrációjú adalékanyag van. Ma már elérhető, hogy egy teljes, gyári feltöltésű adaléktartállyal 180-200 E km legyen a rendszer üzemi hatótávolsága, ez gyakorlatilag karbantartásmentességet jelent.

A FAP-rendszer vázlatát a 7. ábrán látjuk. Az EOLYS adalék - szénhidrogénbe emulgeált Fe/Ce katalitikus hatóanyag - az adaléktartályból (7. ábra/10) adagolószivattyú (az adaléktartályban van) nyomásával (3 bar), porlasztón (7. ábra/12) át jut a gázolajtartályba. A befecskendezendő mennyiséget (a porlasztó nyitvatartási idejét) a tankolt mennyiség függvényében számítja ki a FAP irányítóegysége (7. ábra/22) a motorirányító egység (7. ábra/23) közreműködésével.

Az adalék a gázolajjal, a befecskendezés során jut be a motorba. A hatóanyagok már a motorban képződött részecskére rátapadnak, majd az oxidációs katalizátoron keresztül bejutnak a részecskeszűrőbe. A cérium, illetve a cérium-vas a koromrészecskék közé kerülve csökkenti a gyulladási hőmérsékletet és növeli a lerakódott koromrétegben az oxidáció reakciósebességét.



6. ábra



7. ábra

A hatóanyag a szűrő falára tapad, illetve a szűrőcsatorna végén halmozódik fel, ekkor már aktív hatása gyengül.

A VW cég is használ néhány típusánál adalékos regenerálási rendszert. Az adalék folyékony szénhidrogénben emulgeált vas. Az adalékkoncentráció a tüzelőanyagban kb. 10 ppm. Az adalékszükséglet: 1 liter adalék 2800 liter gázolaj. Adalékbevitel: adaléktartályból szivattyúval a tüzelőanyag-visszatérő ágba. Tartályelhelyezés: önálló adaléktartály a pótkerékdómban. Jeladó: adalék alsó szintjelző. Adalékolás: minden tankolásnál a tüzelőanyag-szintjelző által megadott betankolási mennyiségnek megfelelő aditív mennyiség.

(Folytatjuk)

DR. NAGYSZOKOLYAI IVÁN

A sorozat további részeiben kitérünk a részecseszűrő aktív fedélzeti regenerálási eljárására, majd igyekszünk megadni a választ arra a kérdésre, hogy lehet-e javítóipari körülmények között teljes mértékben regenerálni a koromszűrőt.

Mert
mindenkinek
Kellegy

**MEGBÍZHATÓ
TÁRS!**

**Megoldások
autóvillamossági problémákra!**

KELLE FAMILIA KFT
2040 BUDAÖRS Iparos u. 1 www.kelle.hu
tel: 06 23 430 000 email: kelle@kelle.hu

CSERGO

OPEL ALKATRÉSZCENTRUM

Opel alkatrészimportőr,
nagy- és kiskereskedelmi forgalmazó

Kínálunk raktárról, illetve 24 óra alatt
Németországból és Ausztriából behozva Opel-gyári
és identikus alkatrészeket
75 000 tételes választékban.

Kedvezmények a fogyasztói árból **20–30%**,
a megrendelés minőségétől és nagyságától függően,
továbbá folyamatos akciók!

**Országos szintű házhoz szállítás
rendkívül kedvező áron!
Opelhez minden alkatrészt
egy kézből, jó minőségben, olcsón!**

Tel.: (06 1) 330-0000, (06 1) 330-0010, (06 30) 330-0010
info@csergoe.hu, home: www.csergo.hu

Nyitva tartás: H–Cs: 7³⁰–17³⁰
P: 7³⁰–17⁰⁰
Szo: 8³⁰–13⁰⁰