

## NO<sub>x</sub>-csapda, kénmérgezés a közvetlen befecskendezéses benzinmotoroknál

Egy 2009-es gyártási évű, BMW 116i típusú gépkocsi 2 literes, 90 kW teljesítményű, közvetlen befecskendezéses benzinmotorja jó alany a konstrukció és problémáinak a bemutatására. Az N43B20 kódú motor menedzsmentrendszere: Siemens MSD81.



**BESZE GÁBOR**  
www.injektor.hu

Ismert módon a közvetlen benzinbefecskendezés nem az egyszerűségéről, problémamentességéről híresült el. Ennek a motornak is nagyon durva lerakódások keletkeztek már a szívószelepein, amit endoszkópos vizsgálattal állapítottunk meg. Ezt a problémát egy korábbi cikkünkben már elemeztük, most nem térünk ki rá. Dióhéjban tekintsük át, milyen füstgáz-utókezelési eljárást figyelhetünk meg a szóban forgó motor esetében.

A feladat korántsem egyszerű, mivel ennél a motornál egy hatékony  $\text{NO}_x$ -csökkentési eljárást alkalmaztak, ami egy összetettebb kipufogógáz-kezelést követel meg.

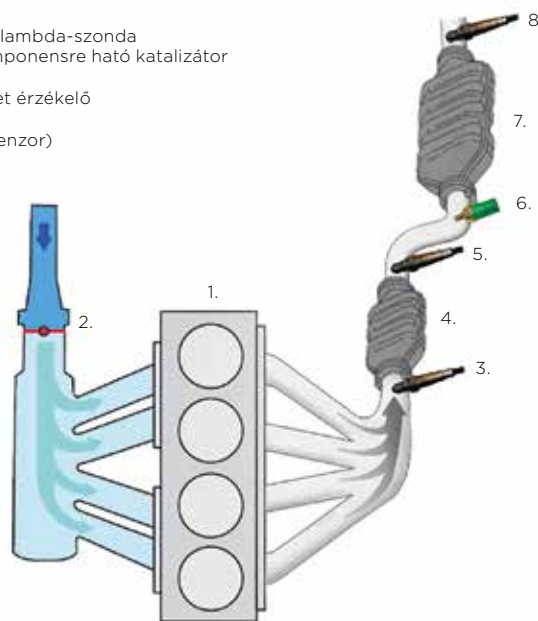
### MIÉRT VAN ERRE SZÜKSÉG?

Nagyon leegyszerűsítve: homogén keverékképzés esetén is tartalmaz a füstgáz erősen rákkeltő hatású nitrogén-oxidokat ( $\text{NO}_x$ ), szerencsétlen módon a legtöbbet éppen az ideális, sztöchiometrikus keverési arányhoz ( $\lambda=1,00$ ) közel, kis légviszony ese-

tén. Az EGR-szelepek beépítése éppen ezért vált szükségessé. Még rosszabb a helyzet inhomogén keverékképzés esetén: szegénykeverékes üzemmódban nem keletkezik megfelelő mennyiségű CO a  $\text{NO}_x$  hatékony csökkentésére, arányuk megnövekszik a kipufogógázban, ennek a semlegesítése plusz feladatot jelent. A közvetlen befecskendezéses motorok fejlesztésének egyik úttörője, a Mitsubishi a GDI (Gasoline Direct Injection) jelű motorjainak piacra bocsátásakor ezt még szelektív, redukciós  $\text{NO}_x$ -katalizátorral oldotta meg, amit később felváltott a hatékonyabb csapda típusú  $\text{NO}_x$ -katalizátor – másnéven nitrogén-oxid tárolókatalizátor.

A rendszer első eleme a szabályzószonda (3), amely a jól ismert módon működik. A motor működésének káros melléktermékei ezután egy kisméretű, a motorhoz közel elhelyezett „háromutas” (4) katalizátorba kerülnek, ami gyorsan felmelegszik, a motor beindítása után kis idővel eléri a katalizáció beindulásához szükséges minimális hőmérsékletet.

1. motor
2. fojtószelep
3. szélessávú (szabályzó) lambda-szonda
4. „háromutas”, három komponensre ható katalizátor
5. monitor lambda-szonda
6. kipufogógáz hőmérséklet érzékelő
7.  $\text{NO}_x$ -tároló + katalizátor
8. lambda-szonda ( $\text{NO}_x$ -szenzor)



A rendszer vázlatja





A példának felhozott modell esetében a fotó a leömlőkhöz közeli, függőlegesen beépített katalizátort (1) mutatja. Az EGR-re menő cső a 2. számmal jelölt. A kat. utáni monitorszonda takarásban van, helyét (az összekötő cső mögött) a 3. szám jelzi.



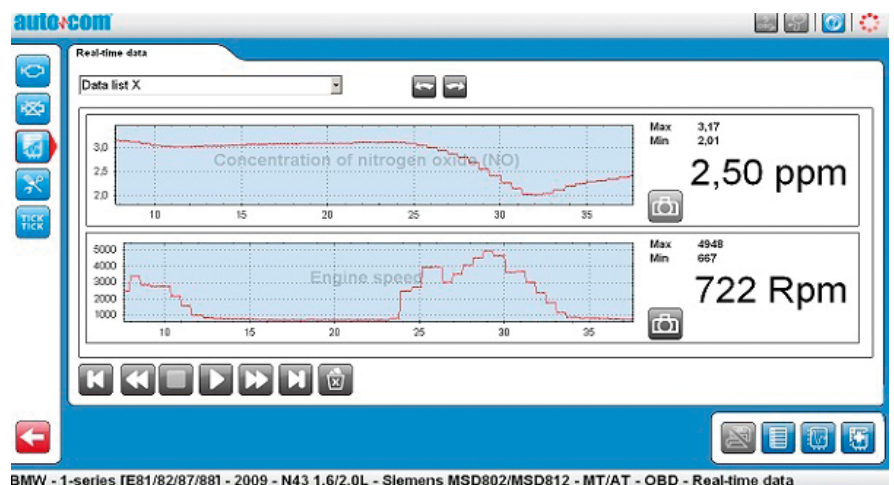
A kipufogógáz hőmérséklet érzékelő beépítési helyét az 1. számmal jelöltük. A NO<sub>x</sub>-csapda (2) után a NO<sub>x</sub>-érzékelő szonda következik (3), majd a témánk szempontjából lényegtelen hangtompító (4).

Ezt követi a szokásos monitorszonda (5), ami a katalizációs folyamat hatásfokát hivatott jelezni az ECU felé. Eddig – e téren – semmi újdonság. Annál érdekesebb viszont az ezt követő szakasz. A hetes számmal jelzett katalizátor + NO<sub>x</sub>-csapda részben katalizátorként tovább csökkenti a károsanyag-tartalom mennyiségét, másrészt sztöchiometrikus közeli és

szegénykeverékes üzemben tárolja el a nitrogén-oxidokat, a belső felületére felvitt báriumréteg segítségével. A példának felhozott modell esetében a fotó a leömlőkhöz közeli, függőlegesen beépített katalizátort (1) mutatja. Az EGR-re menő cső a 2. számmal jelölt. A kat. utáni monitorszonda takarásban van, helyét (az összekötő cső mögött) a 3. szám jelzi.

A kipufogógáz hőmérséklet érzékelő beépítési helyét az 1. számmal jelöltük. A NO<sub>x</sub>-csapda (2) után a NO<sub>x</sub>-érzékelő szonda következik (3), majd a témánk szempontjából lényegtelen hangtompító (4). A NO<sub>x</sub>-csapdával azonban több baj is van. Egyrészt nem képes a végtelenségig tárolni a csapdába ejtett nitrogén-oxidokat, hasonlóan a dízel

Ábránkon egy másik fajta tisztító eljárás látható: az alapjáratú tartományban a NO<sub>x</sub>-csapda utáni NO<sub>x</sub>-koncentráció mindaddig növekszik, amíg az üzemi feltételek (gázadás) oxigénmentes állapotot nem hoznak létre. Miután a nitrogénné és oxigénné való átalakulás valamilyen mértékben végbemegy, megfigyelhetjük, hogy ismételt alapjáratú fordulatszámra a csapda utáni szenzor jóval kisebb NO<sub>x</sub>-koncentrációt mér a korábbi állapothoz képest, azaz ismét „tárol” a NO<sub>x</sub>-csapda.



részecskeszűrőkhöz, előbb-utóbb telítődik. A gyártók a  $\text{NO}_x$ -csapda „regenerációjára” több módszert fejlesztettek ki: leggyakrabban egy rövid – akár csak pár másodperces – oxigénmentes üzemmód elég arra, hogy a letárolt nitrogén-oxidokat a motorban keletkező szén-monoxid nitrogénné és oxigénné alakítsa át. A regenerációt követően a  $\text{NO}_x$  tárolókatalizátor ismét képes lesz  $\text{NO}_x$  felvételére.

Ábránkon egy másik fajta tisztító eljárás látható: az alapjáratú tartományban a  $\text{NO}_x$ -csapda utáni  $\text{NO}_x$ -koncentráció mindaddig növekszik, amíg az üzemi feltételek (gázadás) oxigénmentes állapotot nem hoznak létre. Miután a nitrogénné és oxigénné való átalakulás valamilyen mértékben végbemegy, megfigyelhetjük, hogy ismételt alapjáratú fordulatszám a csapda utáni szenzor jóval kisebb  $\text{NO}_x$ -koncentrációt mér a korábbi állapothoz képest, azaz ismét „tárol” a  $\text{NO}_x$ -csapda.

## A KÉNTELÍTŐDÉS

A másik nagy probléma az ún. kéntelítődés, ill. „kénmérgezés”. A tüzelőanyagban és a motorolajban megtalálható kén ugyancsak képes megkötni a bárium, és a nitrogén-oxidok regenerálásakor a kén sajnos nem távozik a csapdából. Ezért egyes gyártók egy külön „kénmentesítő” funkciót használnak, melynek lényege, hogy az – utógyújtás segítségével –  $600\text{ °C}$  fölé hevített  $\text{NO}_x$ -csapdából a kén kiég, kén-dioxidá alakul át. Azt, hogy milyen sűrűn kell kénmentesíteni, az ECU a nitrogén-oxidok regenerációjának sűrűségéből kalkulálja: ha a csapda a tisztítás után túl gyorsan telítődik újra, az ECU kéntelítődést feltételez, és elindítja a kénmentesítést.

Hosszú távon a  $\text{NO}_x$  tárolókatalizátor sajnos öregszik, ami részben azzal jár, hogy a kén már nem tud teljes egészében távozni, és jóval lassabban is ég



A 2008-as évjáratú, 523i típusmegjelölésű kocsiban egy 2,5 literes, N53B25A kódú, közvetlen befecskendezésű motor dolgozik, 140 kW teljesítménnyel.

ki. Így a nitrogén-oxidok tárolásának határfoka csökken, amit természetesen az ECU is észrevesz. Ez több ezer eurós kiadást jelent.

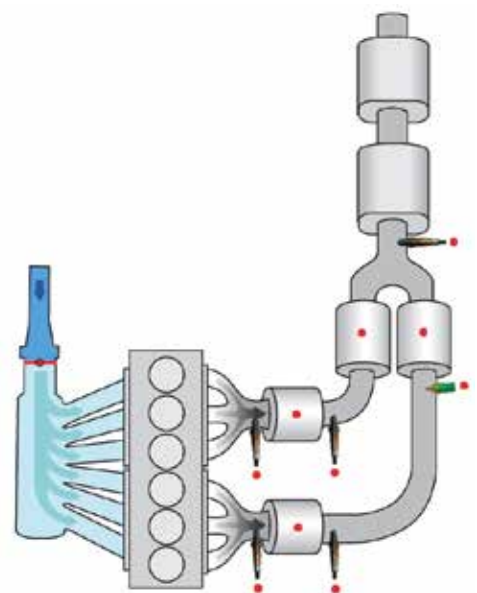
Éppen ezért nagyon fontos, hogy ilyen füstgáz-utókezelő rendszer megléte esetén lehetőleg „kénszegény” vagy „kénmentes” benzint tankoljunk. Tudomásunk szerint a MOL 95-ös

oktánszámú kénszegény benzinjének kén tartalma 10 ppm (milliomodrész) alatti. A kénmentes konkrét értékét nem ismerjük, valószínűleg még jobban közelít a nullához.

Lehetne egy kicsit még költségesebb megoldást találni?

Persze, hogy lehet! Ezt is egy BMW-példán keresztül mutatjuk be.

Lévén hathengerű, a BMW a hengereket kipufogógáz-kezelési szempontból – a vázlaton jól követhető módon – két csoportra osztotta. Így három-három hengerenként találunk egy-egy (szabályzó) lambda-szondát, egy-egy katalizátort, egy-egy monitorszondát. Kipufogógáz hőmérséklet érzékelő csak az egyik ágban van, de  $\text{NO}_x$ -csapdás katalizátorból (logikusan) ismét kettő. A két ág közösitése után látjuk a  $\text{NO}_x$ -szenzort, majd ezt követi (sorba kötve) két darab hangtompító.





A 2008-as évjáratú, 523i típusmegjelölésű kocsiban egy 2,5 literes, N53B25A kódú, közvetlen befecskendezésű motor dolgozik, 140 kW teljesítménnyel.

Lévén hathengerű, a BMW a hengereket kipufogógáz-kezelési szempontból – a vázlaton jól követhető módon – két csoportra osztotta. Így három-három hengerenként találunk egy-egy (szabályzó) lambda-szondát, egy-egy katalizátort, egy-egy monitorszondát. Kipufogógáz hőmérséklet érzékelő csak az egyik ágban van, de NO<sub>x</sub>-csapdás katalizátorból (logikusan) ismét kettő. A két ág közösítése után látjuk a NO<sub>x</sub>-szenzort, majd ezt követi (sorba kötve) két darab hangtompító.

Kétségünk sem lehet, hogy csupán a kipufogógáz-kezelés alkatrészeinek az ára (piros ponttal megjelöltek) jóval több, mint egymillió Ft. Csak a két darab NO<sub>x</sub>-csapdás kat. ára 1686 euró, mai árfolyamon kb. 550 000 Ft. Van még rosszabb hír is: ez a szigorú összeg az „olcsójános” megoldás, ezek felújítottak (Remanufactured, cikkszám: 18307560563), élettartamuk nem valószínű, hogy eléri az első beépítésű újét.

Most nézzük, a vizsgált motor esetében melyek a jelenleg fennálló, konkrét hibák.

A szokásos szívószelep-kokszolódási probléma ennél a motornál is tetten érhető, annak ellenére, hogy egyszer már tüsténkedtek a hiba elhárításán (igaz, a szelepek kiszerelése nélkül). Két darab befecskendezőszelep cseréjére szorul, égéskimaradásokat okoznak.

A NO<sub>x</sub>-csapdás katalizátorok hatásfoka lecsökkent, cseréjük indokolt. Állás után a rail nyomás lassan épül fel. A felsorolt hibák (szakszerű!) elhárításának összegét ne is számoljuk. Nagyon sok. Még akkor is, ha egy prémium márka kínálatának nagyjából a közepén elhelyezkedő modellről van szó. És a kilométer-számláló csak 110 ezret mutat.

## VANNAK KÉTSÉGEINK

Amit már számos alkalommal felvetünk: nincs gond, amíg a kocsit garanciális, az esetleges meghibásodások nem jelentenek a tulajdonosnak anyagi kiadást. Merőben változik a helyzet, amikor a jármű hatévesen, kétszáz ezer km környékén, a harmadik tulajdonosánál tart, új árának már csak a töredékét éri. A kevésbé tehető autófenttartók az ilyen nagyságrendű kiadásokat már nem nagy lelkesedéssel (inkább: egyáltalán nem) vállalják. Ilyenkor gyakran eladják a kocsit (őszinte tisztelet a kivételnek), a hibáit nemigen említve, mert akkor ki venné meg? És a jármű ekkor még – hazai viszonylatban – fiatalnak tekinthető. Azt mindenkinek a fantáziájára bízunk, hogy környezetvédelmi szempontból milyen állapotúak lesznek a ma korszerű autói tizenöt év után. ■

## AZ INJEKTOR.HU „PRÉMIUM” OLDALAI

A BmS Motordiagnosztika (injektor.hu) nem tart nyári szünetet!

A második félév prémium cikkeire most is előfizethet, akár az egész éves anyagra is. Esettanulmányai a mindennapos diagnosztikai és szerelő feladatok során komoly segítséget nyújthatnak.

További információkért látogasson el a [www.injektor.hu](http://www.injektor.hu) honlapra.

Üdvözlettel: Besze Sándor