

A jövő dízelüzemű meghajtási rendszerei

A Szkoll Környezet és klímabarát gépjárművek c. pályázat keretében a 2016/17 tanévben Szombathelyen megvalósított előadássorozat összefoglaló publikációja

A dízelmotor a mobilitás „motorja” lesz várhatóan még jó ideig különösen a nagyméretű személygépkocsik, a könnyű és nehéz tehergépkocsik, az autóbuszok, a mező/erdőgazdasági munkagépek területén. Így káros kipufogógáz emissziójának csökkentése fontos feladat marad a következő évtizedekben. Előnyei között említendő a kedvező tüzelőanyag fogyasztása és a megújuló biogázolaj alkalmazhatósága ez által a globális klímaváltozás szempontjából fontos CO₂- kibocsátás csökkentési potenciál is.

A szerzők színvonalas áttekintést adnak a gépkocsi dízelmotorok kipufogógáz utókezelése területén kifejlesztett legújabb műszaki megoldásokról.

DOI 10.24228/KTSZ.2018.1.3

Dr.-Ing. habil. Palocz-Andresen Mihály – MA Varga Tünde

egyetemi tanár

Soproni Egyetem

e-mail: palocz-andresen.michael@uni-sopron.hu

tanársegéd

Soproni Egyetem

tuetyi@gmail.com

1. A DÍZELMOTOROK TECHNIKAI STRATÉGIÁJÁNAK HELYZETE

A dízelmotorok technikai jövője a közúti közlekedésben bizonytalanává vált az elmúlt két év botrányai következtében. Ez tükröződik az eladott személygépkocsik számában [1].

A levegő minőségének a javítására a német tartományok környezetvédelmi miniszterei önkéntes felajánlást várnak a gépkocsigyártóktól, miszerint a régebbi és jelentős légszennyezőanyag-emissziójú járművekhez egy moduláris és variábilis kipufogógáz utókezelő modult fejlesszenek ki.

Egy másik, radikálisabb elképzelés szerint a dízelmotorral hajtott személygépjárműveket

kitiltanák a városokból. Ez az intézkedés sok esetben azonban nagyon nehéz helyzetet teremtene különösen a szegényebb családokban, ezért ez a megoldás nem tekinthető szociális értelemben fenntarthatónak. Sok európai országban (Ausztria, Olaszország, Németország stb.) egyébként a dízelüzemű személygépkocsik részaránya közel fele a személygépkocsi állománynak [2].

A jelenlegi tanulmány azt elemzi, hogy milyen jövője van a dízelüzemű motoroknak és technikai fejlesztésüknek a közúti gépjárművek esetében, és mit kell tenni a jelenlegi érzelmi felindult, bonyolult és gazdasági kihatásait tekintve Európára nézve kínos helyzet rendezésére.

2. JELENTŐS LÉGSZENNYEZŐANYAG-EMISSZIÓJÚ DÍZELMOTORRAL HAJTOTT GÉPJÁRMŰEKG UTÓLAGOS FELSZERELÉSE KIPUFOGÓGÁZ UTÓKEZELŐ EGYSÉGGEL

A mérgező és szmogképző hatású nitrogén-oxid (NO_x) kibocsátás csökkentése érdekében a német tartományok környezetvédelmi miniszterei tervezik, hogy a dízelmotorral hajtott személygépkocsikat egy kipufogógáz utókezelő modullal szerelik fel. A német kormány elvárja a gépjárműipartól, hogy vállaljon kötelezettséget egy moduláris NO_x-emisszió csökkentő, ún. retrofit rendszer kifejlesztésére [3].

Ehhez azonban javítani kell az NO_x redukciós technikai megoldások színvonalát.

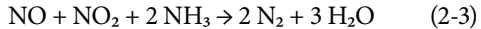
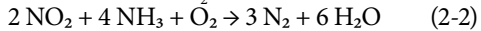
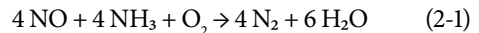
Figyelembe kell venni, hogy:

- a jelenleg még széles körben használt Euro-I, II, III., a nehéz- és Euro-I, -2, -3 emisszió kategóriába tartozó könnyű-gépkocsik gyártói sok esetben időközben megszűntek (például RÁBA), gyártási profiljukat megváltoztatták, így utólagos fejlesztésre nem kötelezhetők.
- Az Euro-V., VI. nehéz- és Euro-5, 6 emisszió kategóriába tartozó könnyű-gépkocsik számára kifejlesztett és utólagosan felszerelhető, emisszió-csökkentési megoldások ára sok esetben összevethető a régi gépkocsik maradvány értékével. Az utólagos felszerelés helyett összköltség szempontjából ezért inkább az új, korszerű gépkocsik beszerzése az indokoltabb.

2.1 SCR (Selective Catalytic Reduction) szelektív katalitikus redukció technika

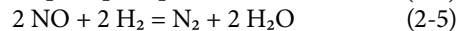
Az SCR technikai megoldás esetében egy redukáló vegyszerre, a gyakorlatban ammóniára van szükség. Az ammónia (NH₃) 35%-os, kékre festett vizes hígysav oldatból jön létre termolízis és hidrolízis révén. A vizes oldatot kereskedelmi néven AdBlue-ként forgalmazzák.

A redukciós SCR reakció 250°C felett játszódik le, amelynek során a veszélyes NO_x ártalmatlan vízgőzzé és nitrogénné alakul a következő egyenletek alapján:



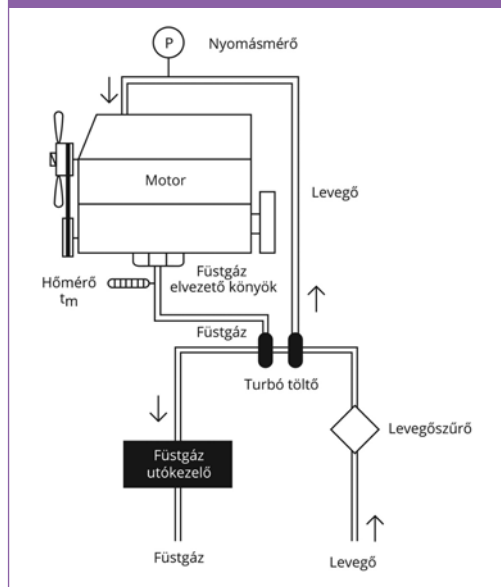
Az egyik, már realizált megoldás szerint inkább szilárd ammónia sókat célszerű alkalmazni az AdBlue helyett. A módszer sokat ígérőnek tűnik, mivel a szilárd fázis jóval nagyobb tározási kapacitással rendelkezik, mint a hígysav vizes oldata. Ezen túl a redukció lényegesen alacsonyabb hőmérsékleten, már 250 °C alatt is megindul.

Egy másik megoldás hidrogéngáz fedélzeti alkalmazása lehetne. Ez esetben közvetlenül hidrogénnel helyettesítenék az ammóniagázt, ami rendkívül intenzíven redukálná a nitrogén-oxidot [4]. A konverzió (redukció) alapegyenletei ugyanazok, mint amelyek az ammónia gáz alkalmazása során szerepet játszanak:

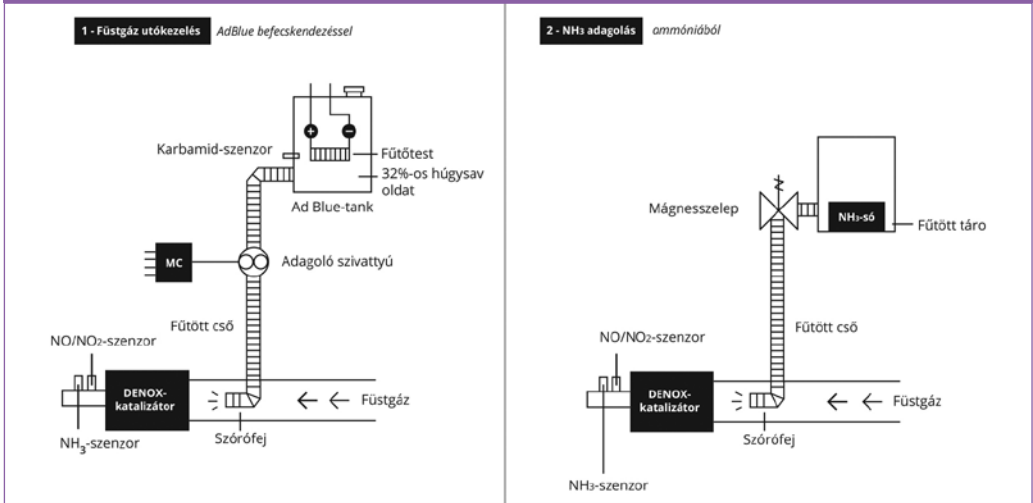


Az 1. ábra a szóba jövő nitrogén-oxid csökkentő eljárásokat mutatja.

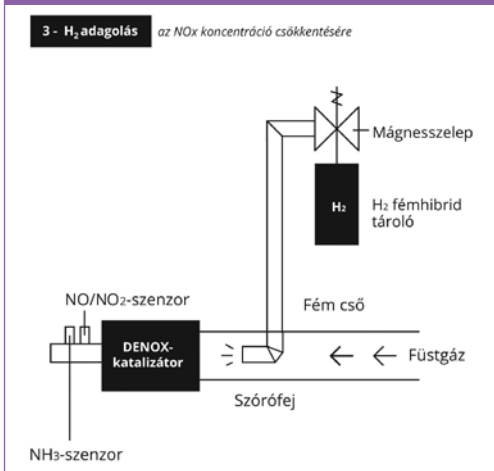
1/A ábra: A füstgáz visszakeringető rendszer alapjai



1/B ábra: Füstgáz utókezelés AdBlue befecskendezéssel és az NH₃ adagolás ammóniából



1/C ábra: H₂ adagolás az NO_x koncentráció csökkentésére

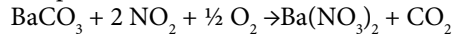


2.2 A Lean Trapp Technology (LNT) katalizátor továbbfejlesztése

Tározós rendszerű LNT katalizátor esetében az adszorpció aktív felületet nanoszemcsék felvitelével célszerű növelni. Ez által a deszorpcióhoz szükséges hőmérsékletet is csökkenteni lehet. A 2. ábra a nanoszemcsékkel módosított aktív felület működését mutatja.

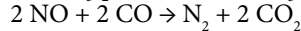
Betárazás:

NO₂ betárazása az LNT katalizátorba az abszorpció fázisban:



Kitárazás:

Az NO_x molekulák konverziója CO-val az LNT katalizátor regenerálása során



2/A ábra: Az AdBlue befecskendezése során lejátszódó folyamatok



2/B ábra: Az AdBlue befecskendezése során lejátszódó folyamatok

Au nanorészecskék



ALUMÍNÍUM

3. AZ EGR (EXHAUST GAS RECIRCULATION) RENDSZER THERMO-MANAGEMENTJÉNEK (TERMODINAMIKAI FOLYAMATAINAK) A TOVÁBBFEJLESZTÉSE

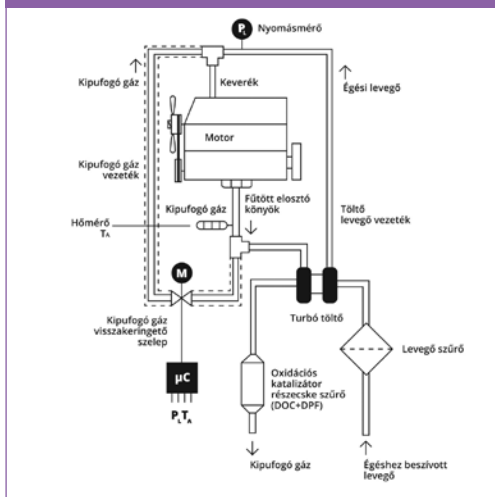
A kipufogógáz-visszavezető rendszerben – az EGR technika alkalmazása során – a kipufogógáz egy részét egy szabályozó szelepen át visszavezetjük az égéshez beszívott levegőbe. Az égésben egyszer már részt vett és az égési térből kikerült kipufogógáz magas inert gáz tartalommal rendelkezik, ezért rontja az égés hatásfokát és csökkenti az égési hőmérsékletet. Ez a technológia sikeresen alkalmazható a dízelmotorban keletkező NO koncentráció csökkentésére, bár hatásfokromlással és többletfogyasztással jár.

A rendszerrel a gondok alacsony hőmérsékleten lépnek fel, amikor a kipufogógázban levő nedvesség kondenzálódik az EGR-szelepen és ez által az EGR csövek és szerelvények belsejében nedves korom rakódik le. A beszívott levegő alacsony hőmérséklete is vezethet kondenzációhoz, ami súlyosbítja a helyzetet. A 175/2007 EU irányelv ezért -7°C fok alatt megengedi az EGR rendszer lekapcsolását. Ez a módszer azonban magas NO koncentráció emissziójához vezet. A javítási lehetőséget a 3. ábra tartalmazza.

Az ábra szerint a kipufogógáz-visszavezető (EGR) rendszerben a lerakódások megakadályozására a következő eljárásokat lehet alkalmazni:

- Nagyobb áramlási sebesség, azaz nagyobb Reynolds-számok alkalmazását az EGR rendszerben,
- Termokémiai anyaggal töltött fűtőköpeny alkalmazását a hidegindítás során szükséges hő fedélzeti tárolásához és aktivizálásához,
- Jobb szigetelő anyagok alkalmazását,

3. ábra: Javított thermo-managementtel rendelkező EGR rendszer

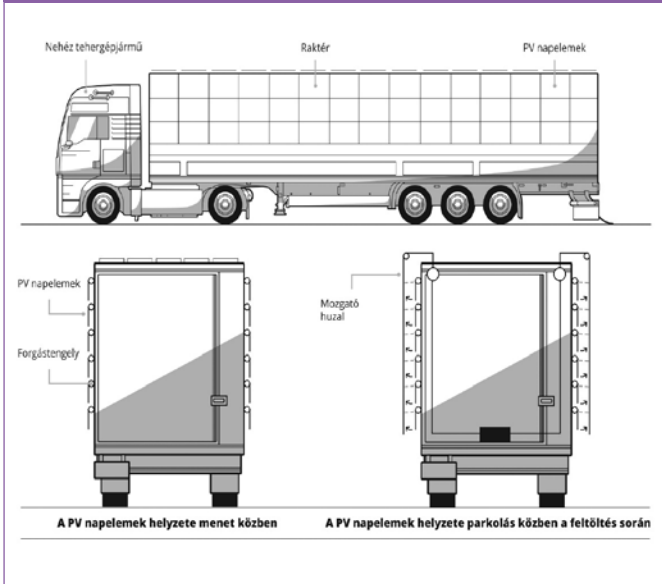


- A hűtővíz hőmérsékletének a megemelését. Ehhez PV fóliával a fedélzeten generált elektromos energiát kellene használni (4. ábra).

4. EGY ÚJ VIZSGÁLATI CIKLUS BEVEZETÉSE

A gépkocsik kipufogó gázainak károsanyag-emisszióját az EU, a CARB (California Air Resources Board) és az EPA (United States Environmental Protection Agency), valamint a japán törvényhozás követelményei szerint határozzák meg benzin és dízelüzemű gépjárművekre egyaránt -7°C és +30°C közötti környezeti hőmérséklet mellett. A vizsgálat során meg kell állapítani az OBD (On Board Diagnosis) fedélzeti diagnosztikai rendszer helyes vagy nem helyes működését, a kipufogógáz emissziót döntően meghatározó modulok meghibásodása során fellépő hibajelzé-

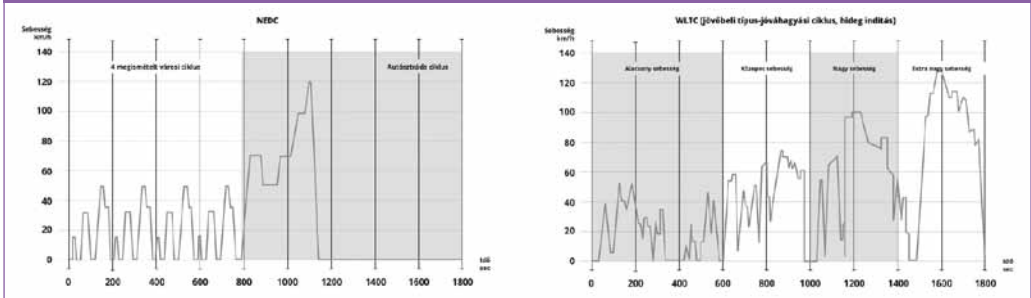
4. ábra: PV napfólia rögzítése egy nehéz tehergépjármű rakterének a külső felületén



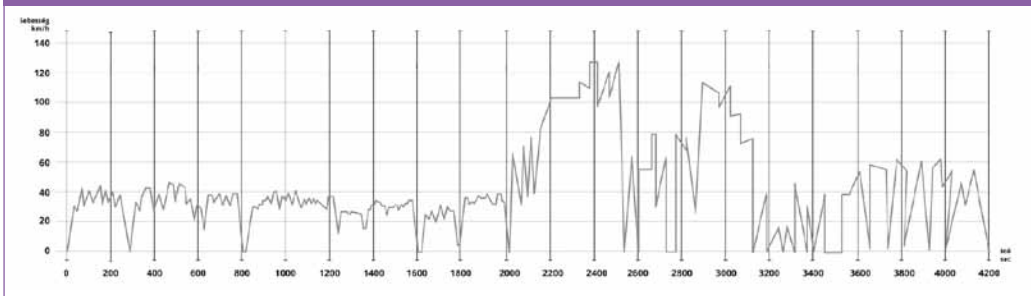
sek helyességét, valamint mérni kell a CO₂-emissziót is. Elektromos gépjárművek esetében az energiafogyasztást és a gépjárművel megtehető távolságot kell a járműfékpadai vizsgálat keretében figyelemmel kísérni.

2017. augusztus 31-ig az előírt vizsgálati ciklus Európában és több ezt a módszert alkalmazó országban az NEDC (New European Driving Cycle) volt. 2017. szeptember 1-től a WLTP (Worldwide Harmonized Light Vehicles Test Procedures) van érvényben, amelynek a sebesség és a terhelés profija jobban megfelel a mai forgalmi körülményeknek és a jelenlegi vezetői magatartásnak, így az új módszer a vizsgálat során realisabb emissziós képet fest majd.

5. ábra: A hagyományos NEDC vizsgálati ciklus sebesség-idő görbéje



6. ábra: RDE ciklus egy, a mindenkorai forgalmi viszonyoknak megfelelő sebesség-idő görbéje

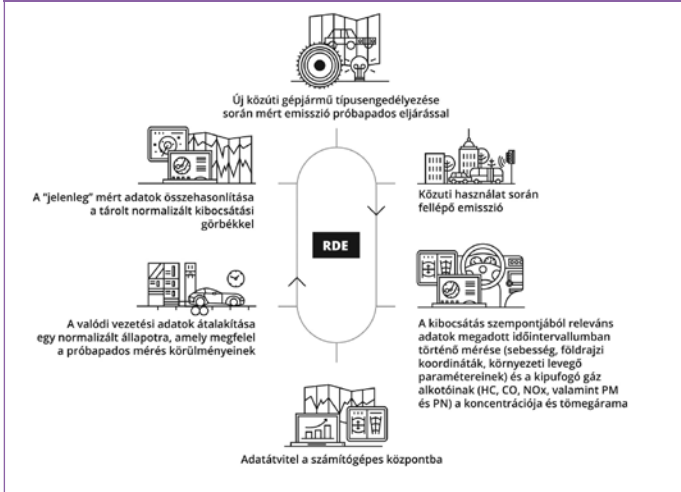


5. A REAL DRIVING EMISSION (RDE) VIZSGÁLATI MÓDSZER TÖRVÉNY ÁLTAL MEGKÖVETELT HASZNÁLATA

A vizsgálati menetciklus alapvető feladata, hogy definiált és reprodukálható laboratóriumi körülmények között reprezentálja a mindennapi forgalmi helyzeteket. A reális közúti forgalomban történő emisszió meghatározására 2017. szeptember 1-től bevezetésre került az RDE, azaz a valós forgalmi viszonyok melletti emisszió mérése (7. ábra).

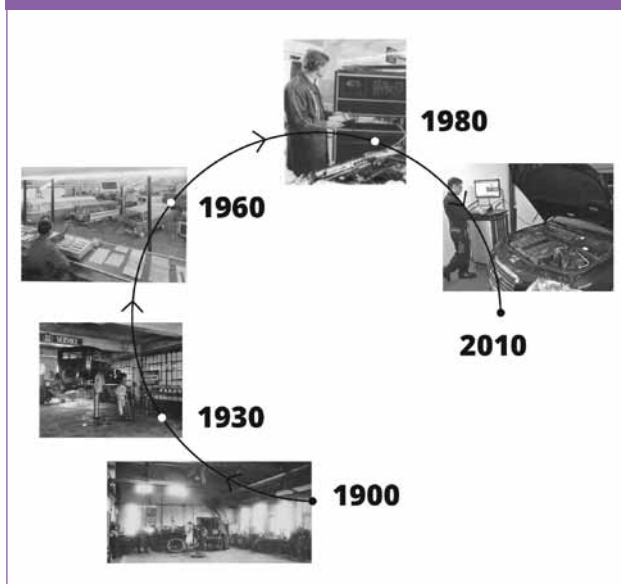
Az RDE és a járműfékpadon, a menetciklus végrehajtása során mért emisszió hányadosa a CF (conformity factor), azaz a megfeleléségi tényező. Az Európai Bizottság két lépésben határozta meg a konformitási tényező gyakorlati bevezetését. Az első lépcső 2017. szeptember 1-től kezdődött és a "2" faktort tartalmazza. Ez azt jelenti, hogy az Euro 6 emissziós szabványt tekintve alpnak a 80 mg/km NOx emissziós határérték kétszerese, azaz 160 mg/km érték enge-

7. ábra: Az RDE körülmények közt mért emissziós értékek összehasonlítása a próbapadon mért értékekkel



dett meg az RDE mérési feltételek közt. A második szakasz 2019-től kezdődik és az "1" konformitási tényező közelében lévő CF faktort tekint reálisnak. Ez azt jelenti, hogy nem vagy kis eltérést enged a próbapadon és a közúton mért RDE emisszió közt. Ennek a 2019-től tervezett fokozatnak a megvalósítása egyelőre nagy nehézséget jelent a nemzetközi gépkocsigyártó-ipar számára.

8. ábra: A karbantartás jövője



Ezen túlmenően gond, hogy a reális forgalomban mért emissziós értékek jelentős mértékben függenek az adott forgalmi körülményektől, a vezetési stílustól és az időjárás viszonyoktól.

A reprodukálhatóság fokát ma úgy próbálják adott esetben megnövelni, hogy egy repülőtérén kifutó pályát vagy autópályán egy szakaszt bérelnék a vizsgálat elvégzésére. Ezek a megoldások azonban csak korlátozott és költséges alkalmazást tesznek lehetővé.

6. OBD RENDSZER KIFEJLESZTÉSE ÉS BEVEZETÉSE A GÉPJÁRMŰTECHNIKÁBA

A ma alkalmazott OBD (On Board Diagnosis; Fedélzeti Diagnosztika) intelligens felügyeleti rendszer egy hosszú fejlődési folyamat eredménye (8. ábra).

Az OBD a kipufogó gáz emisszióját csökkentő egységhez tartozó egyedi szenzorok jelét figyeli meg, és jelzi az adott határérték túllépést. Több elem egy időintervallumban történő meghibásodása könnyen vezethet azonban az emissziós határérték túllépéséhez anélkül, hogy a szenzorok egyenként meghibásodást jeleznének. Például, egy kis mértékben elszennyezett és így legyengült jelű Lambda-szonda, valamint egy, az öregedéssel járó kisebb fokú konverzióromlást mutató katalizátor közösen már okozhat a megengedettnél magasabb emissziót akkor is, ha az egyedi küszöbértéket az egyes elemek érzékelőinek a jelei meg nem érik el.

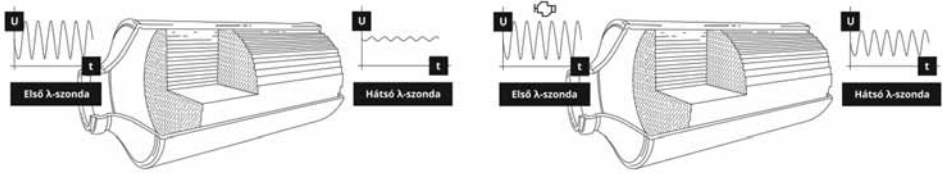
A katalizátorban a folyamatos adszorpció és deszorpció során a katalitikus felszín pórusa-

iba betelepülő idegen molekulák a katalitikus felszín struktúráját megváltoztathatják, és egy ún. öregedési folyamathoz és ez által az O_2 tárolás hatásfokának a romlásához vezethetnek.

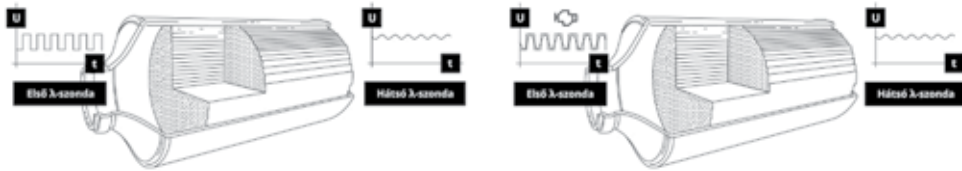
Amennyiben a katalizátor mögött beépített λ -szonda jelének a hullámformája erősen közelít a katalizátor előtti λ -szonda jeléhez, akkor a katalizátor tárolási képessége jelentősen csökkent, a katalizátor gyakorlatilag tönkrement (9. ábra).

Ma két λ -szonda alaptípus létezik: az ugrás szonda és a széles sávú szonda. Az ugrás λ -szonda jelében az öregedés hatására a periódus meghosszabbodik. A széles sávú λ -szonda esetében az modulált jel amplitúdója csökken (10. ábra).

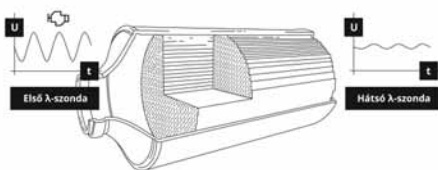
9. ábra: Hibátlan és tönkrement katalizátorhoz tartozó λ -szonda jele



10. ábra: Ugrás λ -szonda jó és gyengült állapotban



11. ábra: A katalizátor és a λ -szonda közös gyengülése



A katalizátor és a λ -szonda közös minőségi gyengülése a kipufogógáz összetételének a romlásához, azaz a légszennyező anyagok kibocsátásának növekedéséhez vezethet. Ennek a felismerése az OBD rendszerrel nem lehetséges. Ez által a környezet és az emberi egészség is károsodhat (11. ábra).

Hasonló helyzet fordulhat elő akkor is, ha az NO tározó katalizátor és a NOx szonda minősége egyszerre gyengül meg.

7. A „FIATAL” OLD TIMEREK OKOZTA LEVEGŐSZENNYEZÉS TERHELÉS

Növekvő gondot jelent a viszonylag fiatal old timerek számának rohamos növekedése. Ahogy egy gépjármű elérte a 30 éves kort, úgy veteránnak számít.

Az utóbbi években erősen növekszik a 80-as és a 90-es évekből származó gépjárművek száma, mivel felépítésüket tekintve viszonylag modern technológiával rendelkeznek, a fedélzeti diagnosztikájukat (OBD-intelligenciát) és így a károsanyag-kibocsátást tekintve azonban elavultak, így jelentős a káros kibocsátásuk. Ezeknek a gépjárműveknek a kipufogógáz minőségét egy megfelelő utókezelő, azaz retrofit modulval lehetne javítani.

8. A CSEREKATALIZÁTOROK MINŐSÉGÉNEK AZ ELLENŐRZÉSE

Az Euro-6 jogszabály 80 mg/km NO_x emissziós határértéket ír elő. A katalizátor cseréje esetében a kipufogógáz minősége gyakran romlik, amint azt a mérések bizonyítják [5].

Pótkatalizátor alkalmazása során nem mindig az olcsóság a fő szempont. A cseré során gyakran a teljesítmény meg nem engedett növelését (a motor tuningolását) kívánják

elvégezni. Amennyiben a cserekatalizátor cella-sűrűsége kisebb, mint az eredeti katalizátoré, akkor a katalizátor áramlási ellenállása kisebb lesz, és így az ellennyomás a kipufogógáz útjában csökken. Ezáltal a motor nagyobb teljesítményt tud leadni, igaz a környezet rovására, mivel a károsanyag-koncentráció és ezzel a kibocsátás is megemelkedik [6][7].

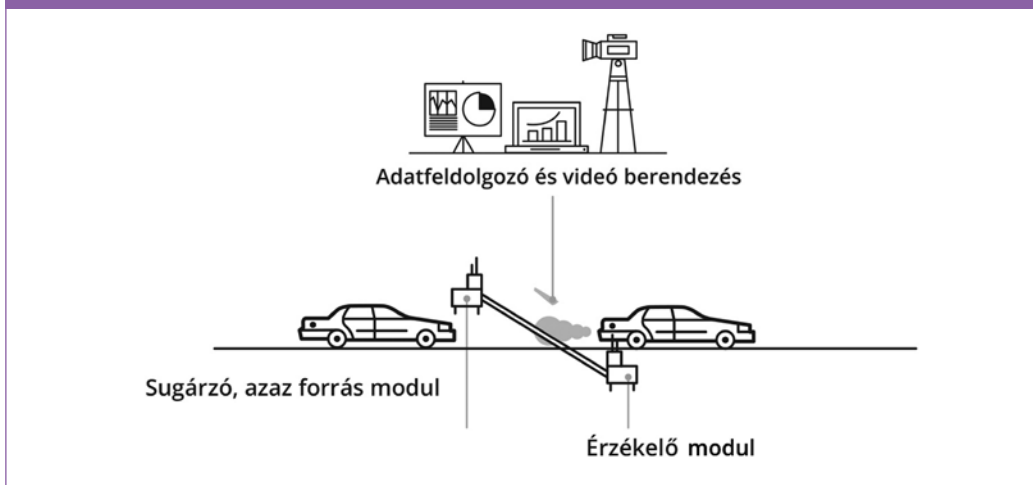
9. OPTIKAI TÁVÉRZÉKELŐ TECHNOLÓGIÁK

Az optikai módszer a gépjárművek emisszióját beavatkozás nélkül határozza meg, amely rendkívül nagy előny. A nyert eredmények az emissziós adatbázis megteremtésére és a kiugróan magasan emittáló gépkocsik szisztematikus felismerése alkalmazhatók.

Az optikai mérőberendezést általában védett helyen, például alagutakban helyezik el, hogy lehetőség szerint kizárják a környezetet, pl. a szél zavaró hatását [8].

A távérzékelő technika (Remote Sensing Technology) lehetővé teszi, hogy az optikai sorompón áthaladó gépjárművek füstgázcsóvjából mintavétel nélkül lehessen a szennyezőanyagok koncentrációját meghatározni (12. ábra).

12. ábra: Optikai füstgázvizsgáló módszer



10. A SZOCIÁLISAN IS IGAZSÁGOS, FENNTARTHATÓ MOBILITÁS

A fenntarthatóság fogalmát általában a környezet védelmében használjuk. Azonban a fenntarthatóság fogalmához a szociális fenntarthatóság is hozzátartozik. A gépkocsik ára az elmúlt 30 évben mintegy megháromszorozódott. Ez növekvő gondot jelent a kis jövedelmű családok számára akkor is, ha a fizetések is nőttek az elmúlt 30 évben. A drágulás oka a gépkocsik növekvő műszaki színvonalában, valamint a kiegészítő berendezések és funkciók iránti megnövekedett igényben keresendő, amelyeknek természetesen ára van (1. táblázat).

A vásárlási ár és az üzemeltetés általában a gépkocsi nagyságával és tömegével arányosan növekszik. A havi összköltségben az üzemeltetés képviseli a legjelentősebb tényezőt. A fajlagos üzemeltetés dízelmotoros gépjármű esetében a legalacsonyabb.

A modern technika minden vívmányát tartalmazó gépkocsik ára ma igen magas. Nem csoda, hogy a személyes motorizáció tekintetében sok fejlődő ország kormánya a lakosság ellátására olcsó, a nagy tömegek számára is elérhető típusok kifejlesztésére törekszik [10][11][12].

11. FELADATOK

1. Egy intelligens, a károsanyag-kibocsátás romlását közvetlenül megfigyelő OBM fedélzeti mikrorendszer kifejlesztése.

Még mindig érvényben van az Európai Bizottságnak a 98/69 és 99/97 EU irányelvben tett javaslata, amely szerint az OBD rendszert egy OBM (On-Board Measuring System) rendszerrel kell kiegészíteni, különösen dízelmotorok esetében. Igaz, a megadott határidők ma már túlhaladtak, de a feladat, látván az utóbbi két év dízel botrányai által okozott kárt, ma sürgetőbb, mint a 90-es évek végén [13].

2. Megnövelt hatásfokú, gyorsan felfűthető és optimális thermo-managementtel rendelkező katalizátor-család kifejlesztése, amely alacsony hőmérsékleten és már a hidegindítás során is hatékonyan konvertálja az NO molekulákat N_2 -vé és H_2O -vá.

3. Utólagosan beszerelhető retrofit katalizátor kialakítása idősebb és jelentős károsanyag-emissziójú gépjárművek számára, amelyek a magasabb NOx kibocsátást eredményesen tudják csökkenteni. A nanotechnika alkalmazása az utólagosan beszerelhető modulok kifejlesztéséhez.

1. táblázat: A gépjárművek árszínvonala az 1960-tól 1985-ig terjedő időszakban és napjainkban

Típus	A típusok átlagára ára € (1960-1985)	Aktualizált átlagár €	A 2012-es modellek ára €
Golf vs. Golf VII	4090,-	10 368,-	16 975,-
Opel Corsa 1982 vs. Opel Corsa 2012	6774,-	11577,-	11825,-
Ford Fiesta 1976 vs. Ford Fiesta 2012	4314,-	10040,-	10950,-
BMW 3er 1975 vs. BMW 3 er 2012	7147,-	17014,-	28500,-
VW Passat 1973 vs. Passat 2012	4631,-	12496,-	25075,-
Audi 100 vs. Audi A6	4550,-	15344,-	36500,-
Mercedes Strich-Acht vs. Mercedes E-Klasse	5879,-	19946,-	40787,-
Porsche 911 1964 vs. Porsche 2012	21196,-	41870,-	90417,-

4. Utólagosan beszerelhető részecskeszűrő kifejlesztése, valamint kombinált modul kialakítása DOC, DPF és LNT alkalmazásával.

5. A Remote Sensing optikai emisszió mérési technológia fokozott alkalmazása.

6. PV-napfóliák felvitele a gépjárművek felszínére a napenergia fedélzeti (on-board) hasznosítására.

7. Módszer kidolgozása a valóságos forgalomban mért emisszió és fogyasztási értékek összehasonlítására a próbapadon mért értékekkel, illetve a forgalomban, a mindenkor realizálható RDE ciklus keretében mért értékek egymással történő összehasonlítására.

8. A gyártó vállalatokon belül működő emelt szintű környezet- és klímavédelmi minőség ellenőrzési rendszerek kialakítása.

9. A gépkocsi ipart, valamint a környezet- és a klímavédelmi technikát érintő tanfolyamok szervezése az ebben az iparágban dolgozó munkatársak rendszeres továbbképzése érdekében.

12. ÖSSZEFOGLALÁS

A dízelüzemű gépkocsikat gyártó vállalatoknál kialakult nehéz helyzetet elemezve levezethetjük azt a megállapítást, hogy nagy szükség van a forgalomban résztvevő gépjárművek többszintű ellenőrzésére és a technika továbbfejlesztésére. Nem történhet meg még egyszer, hogy több millió gépjármű egy jelentős rejtett hibával (rendkívül magas emisszió) kerüljön forgalomba úgy, hogy több évig azt egyetlen hatóság és ellenőrző szerv se vegye észre.

Igen nagy szükség van a gépjárműpark kvázi-folyamatos ellenőrzésére (OBM control). A PEMS rendszer bevezetése javítani fog a jelenlegi helyzeten, de az alkalmazás mindössze csak egy kisebb számú gépjármű flottát fog érinteni, mivel a rendszer igen költséges mind a beszerzés, mind az üzemeltetés vonatkozásában.

Továbbra is nyitott kérdés még a reális és ezért eltérő időjárás, forgalmi körülmények,

valamint változó gépkocsivezetői magatartás mellett mért adatsorok összehasonlítása egymással és a próbapadon mért eredményekkel.

A járműfékpadokon alkalmazott vizsgálati menetciklusokat a jelenlegi színvonalon túl meg kell újítani, és a mai, modern gépjárművezetési körülményekhez kell igazítani. A világítás, a klímaberendezés és egy sor egyéb elektronikai vívmány fogyasztását és emissziós hatását figyelembe kell venni.

Szorgalmazni kell a gépkocsigyártó iparágban dolgozó munkatársak folyamatos továbbképzését.

Szükségesnek tűnik egy környezet-, valamint klímavédelmi minőségellenőrzési rendszer kialakítása.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] U. Tietge, S. Díaz (2017): Cities driving diesel out of the European car market <http://www.theicct.org/blogs/staff/cities-driving-diesel-out-european-car-market> (Megtekintés dátuma: 2017. október 19.)
- [2][3] T-online.de (2017): Umweltminister geben Diesel-Pläne bekannt http://www.t-online.de/nachrichten/ausland/id_81087356/umweltminister-geben-diesel-plaene-bekannt.html (Megtekintés dátuma: 2017. október 19.)
- [4] Johnson Matthey Technology Review: "Urea-SCR Technology for deNOx After Treatment of Diesel Exhausts" <http://www.technology.matthey.com/article/59/3/221-232/> (Megtekintés dátuma: 2016. június 27.) DOI: <http://doi.org/ch7n>
- [5] [8] H. Schmidt, R. Johannsen (2009): Bundesanstalt für Straßenwesen. (BASt). Examination of pollutants emitted by vehicles in operation and of emission relevant components <http://www.bast.de/DE/Fahrzeugtechnik/Publikationen/Download-Publikationen/Downloads/F1-pollutants-emitted-by-vehicles.pdf?blob=publicationFile&v=2> (Megtekintés dátuma: 2017. október 19.)

- [6] AZ EURÓPAI PARLAMENT ÉS A TANÁCS 715/2007/EK RENDELETE (2007. június 20.) a könnyű személygépjárművek és haszongépjárművek (Euro 5 és Euro 6) kibocsátás tekintetében történő típusjóváhagyásáról és a járműjavítás és -karbantartási információk elérhetőségéről <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/hu/TXT/PDF/?uri=CELEX:32007R0715&from=hu> (Megtekintés dátuma: 2017. október 19.)
- [7] <http://www.hjs-motorsport.de/downloads-en.html> (Megtekintés dátuma: 2017. október 19.)
- [9] Vergleich: Die Autopreise damals und heute <http://www.rp-online.de/leben/auto/news/vergleich-die-autopreise-damals-und-heute-bid-1.3058012> (Megtekintés dátuma: 2017. október 19.)
- [10] T. De Feijter (2016): This Is The Cheapest MPV Car In China -- And It's Surprisingly Good. Forbes Magazine <https://www.forbes.com/sites/tychodefeijter/2016/12/22/this-is-the-cheapest-mpv-car-in-china-and-its-surprisingly-good/#6f0dae1f17b5> (Megtekintés dátuma: 2017. október 19.)
- [11] ChinaAutoWeb: Chery Karry K50 MPV <http://chinaautoweb.com/car-models/chery-karry-k50-mpv/> (Megtekintés dátuma: 2017. október 19.)
- [12] Tata Nano: <http://bit.ly/2mKvj5S> (Megtekintés dátuma: 2017. október 19.)
- [13] DIRECTIVE 98/69/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL (1998): http://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:9ee5d16b-1a4a-4a72-ac90-5e3a0bb1d745.0008.02/DOC_1&format=PDF_p_8 (Megtekintés dátuma: 2017. október 19.)



The Future of the Diesel Engines

In our publication for future engine technology we focus on the emission and fuel consumption decreasing technologies in the exhaust gas at the area of the road transport. This topic has gained a high public interest in the last years because newspapers and news in TV and radio have presented the so called defeat device story. Beside them, the so called thermal window problem, a second scandal has also caused a larger damage for the environment.

The question arises:

How could be sold and used 9 billion cars for 11 years around the World with much higher emissions as permitted and nobody could discover the situation? How can be avoided similar situation in future?

We want to define the technological and scientific basic elements for improving the engine-environment connection and reconquer the trust to the international combustion engine technology of vehicles, car owners and habitats in cities, the major victims of higher pollutant level.



Die Zukunft des Dieselmotors

Im Rahmen unserer vorliegenden Publikation wurde die Entwicklung von Verbrennungsmotoren für die Reduzierung des Schadstoff- und des CO₂-Ausstoßes mit neuartigen Abgasnachbehandlungsmethoden betrachtet. In den letzten Jahren wurde dieses Thema in der Presse, im Fernsehen und im Rundfunk bereits ausführlich analysiert.

Der Ausgangspunkt für diese Diskussion war die Nutzung des unerlaubten Defeat Devices.

Neben dem Defeat Device-Skandal führte die unerlaubte Abschaltung der Abgasrückführung im sogenannten Ermal Fenster-Problem zum zweiten Skandal, der in seiner Auswirkung noch größere Umweltschäden verursacht hat, als die Abschaltung der Abgasnachbehandlungstechnik.