ROVATVEZETŐ:

Dr. Demes György



Traktormotorok levegőszennyezése (3.)

A sorozatot szerkeszti: Dr. Demes György

Traktormotor SCR berendezésének üzemeltetése

Dr. Varga Vilmos c. egyetemi docens

SzIE Gépészmérnöki Kar, Járműtechnika Tanszék, Gödöllő

A traktormotorok levegőszennyező hatására vonatkozó amerikai és ennek megfelelő európai előírások egyre szigorodó értékei lépnek hatályba. A gyártók ezért tovább fejlesztették a traktormotorok kipufogógáz utókezelő rendszerét. Az SCR technika alkalmazása terjedőben van a környezetbarát traktormotorok megvalósításának érdekében. Az üzemeltetőnek fel kell készülnie az SCR berendezések szakszerű üzemeltetésére.

Az SCR berendezés felépítése és alkalmazása

Az SCR rövidítése az angol „Selectiv Catalytic Reduction” kifejezésnek, amely magyarul „kiválasztott gáz katalizátoros mérséklését” jelenti. Az SCR technika alatt, olyan berendezés működését értik, amely a belső égésű motorok kipufogógázában lévő NO_x (nitrogénoxidok) folyamatos katalizátoros csökkentését valósítja meg. A NO_x kiválasztását, a rendszer szelektivitást az AdBlue folyadékból hőbomlásra kiváló NH_3 (ammónia) biztosítja. A kipufogócsőbe – az SCR-katalizátor elé befecskendezett – AdBlue folyadékból a meleg kipufogógáz hatására felszabaduló ammónia (NH_3) gáz katalizátor jelenlétében a következő egyszerűsített egyenlet szerint

$NO + NO_2 + 2NH_3 \rightarrow 2N_2 + 3H_2O$

a kipufogógáz nitrogénoxid-tartalmából molekuláris nitrogént (N_2) és vízgőzt (H_2O) képez. A traktormotornál alkalmazott SCR berendezés felépítését az *1. ábra* szemlélteti.

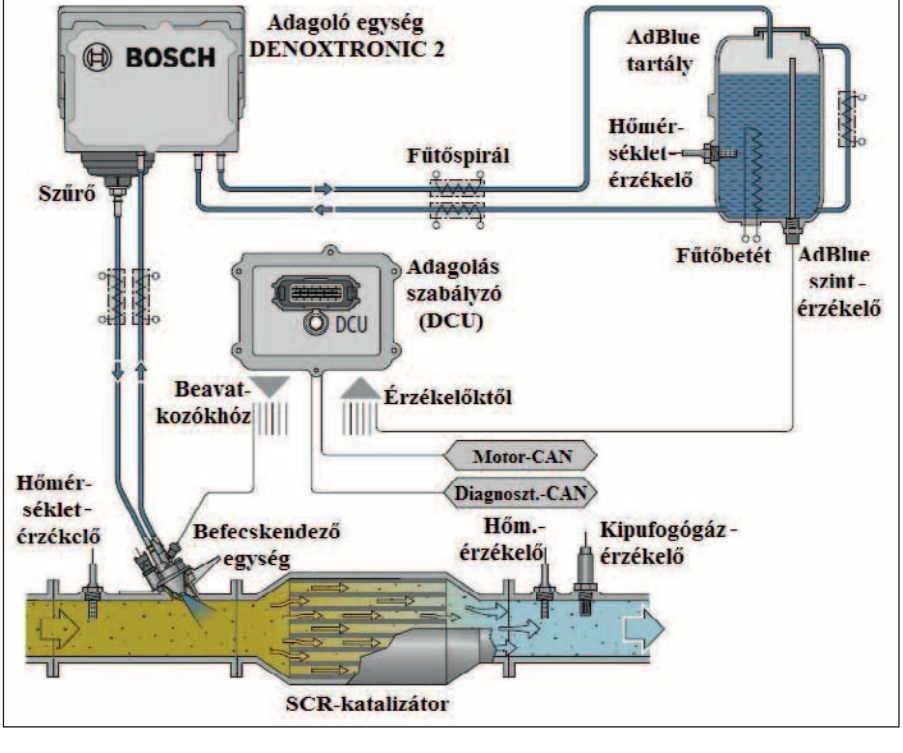
A felhasznált AdBlue mennyisége általában 4-6 %-a a traktormotor által elfogyasztott gázolaj mennyiségének. Az SCR katalizátor előtt dízeloxidációs katalizátort (DOC „Diesel Oxidation Catalyst”) alkalmaznak. A DOC katalizátor a kipufogógázban lévő el nem égett szénhidrogének ($C_n H_m$) és a szénmonoxid (CO) átalakítását végzi széndioxiddá (CO_2) és vízgőzé (H_2O).

A mezőgazdasági traktormotorokon 2007-ben jelent meg először az SCR berendezés. A világ első SCR technikát alkalmazó traktorcsalád-

1. ábra

Az SCR (SelectivCatalyticReduction) berendezés felépítése

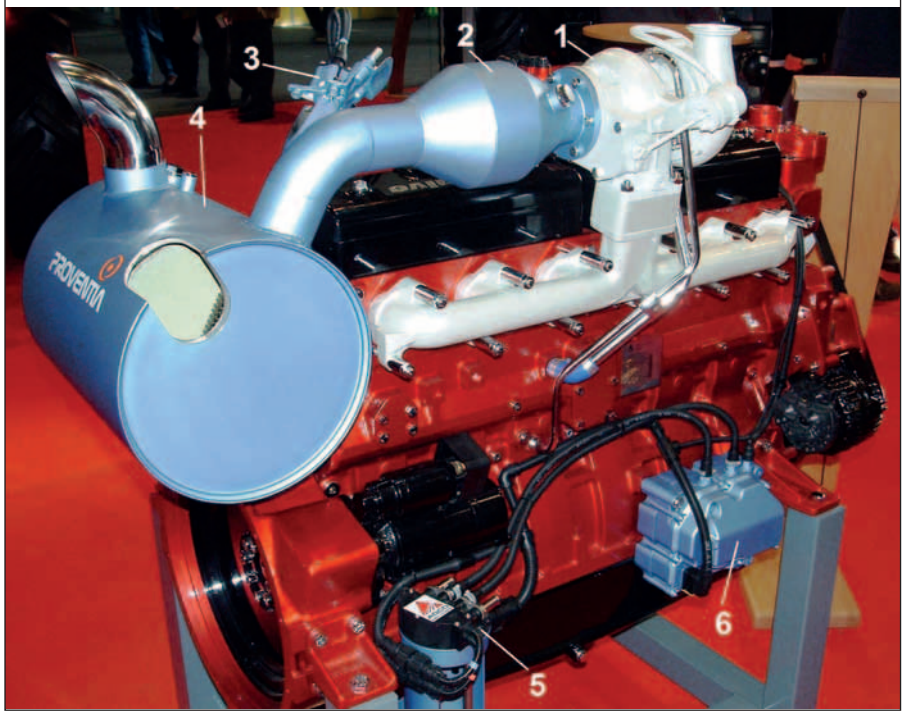
(Forrás: AGCO SisuPower)



2. ábra

Az elsőgenerációs SCR rendszerrel felszerelt SISU 74 AWI típusjelzésű traktormotor baloldali képe

1. VTG turbótöltő; 2. dízeloxidációs katalizátor; 3. AdBlue folyadékot befecskendező egység; 4. SCR-katalizátor monolit kerámiahordozóval; 5. AdBlue tartály szerelvényei; 6. adagoló egység, egybeépítve a szabályzó (DCU) elektronikával

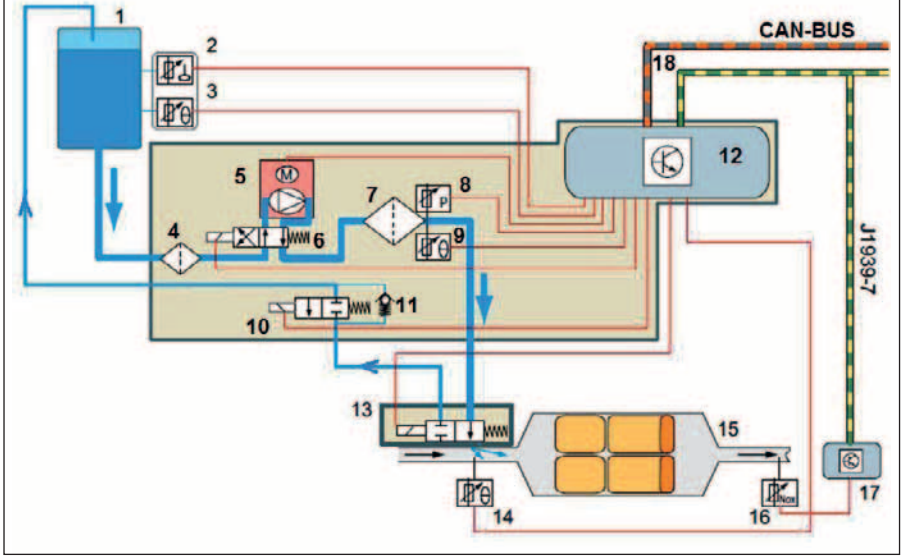


3. ábra

A Bosch DENOXTRONIC 2 adagoló egység szerkezeti kialakítása

(Forrás: Bosch)

1. AdBlue tartály; 2. szintérzékelő; 3. hőmérsékletérzékelő; 4. előszűrő; 5. villanymotoros membránszivattyú; 6. útváltó szelep; 7. főszűrő; 8. nyomásérzékelő; 9. hőmérsékletérzékelő; 10. hűtésszabályzó szelep; 11. visszacsapó szelep; 12. adagolás szabályzó elektronika (DCU); 13. befecskendező egység; 14. kipufogógáz hőmérsékletérzékelő; 15. SCR-katalizátor; 16. NO_x szonda; 17. NO_x jelátalakító; 18. CAN-BUS adatátvivő vezetékek



ja a Massey Ferguson 8600-as széria volt. Ebbe a traktor szériába az AGCO SISU POWER finn motorgyár első SCR technikát használó traktormotorját, a 7 hengeres, 250-350 kW teljesítményű, SISU 98 CTA SCR típusjelzésű dízelmotort építették be (*2. ábra*).

Magyarországon először a 2010. január 27-30. között megrendezett budapesti AGRO+MASHEXPO kiállításon lehetett SCR berendezéssel szerelt traktormotort látni. Az Austro Diesel–Massey Ferguson standon kiállították a 6 hengeres, SISU 74 AWI típusjelzésű, SCR technikával rendelkező traktor dízelmotort. Ez a dízelmotor folyadékhűtésű, 6 hengeres; hengerenkénti szelepek száma 4, lökettérfogat 7400 cm^3, befecskendező rendszere Common Rail, VTG turbófeltöltésű, töltő levegőhűtése levegő/levegő; emissziós besorolása EU Stage 3B/ EPA Tier 4i, maximális teljesítménye 205 kW (279 LE).

Az elektromechanikus adagoló egység (*3. ábra*) az AdBlue folyadékot a befecskendező egységhez juttatja (*4. ábra*), ahol 5 bar körüli nyomáson közvetlenül a katalizátor előtt a kipufogócsőbe fecskendeződik. A szükséges AdBlue befecskendezett mennyiséget a motorvezérlő elektronika (ECU) irányításával, az adagolást szabályozó elektronika DCU (Dosing Control Unit) vezérli, az NO_x szenzortól kapott jel alapján.

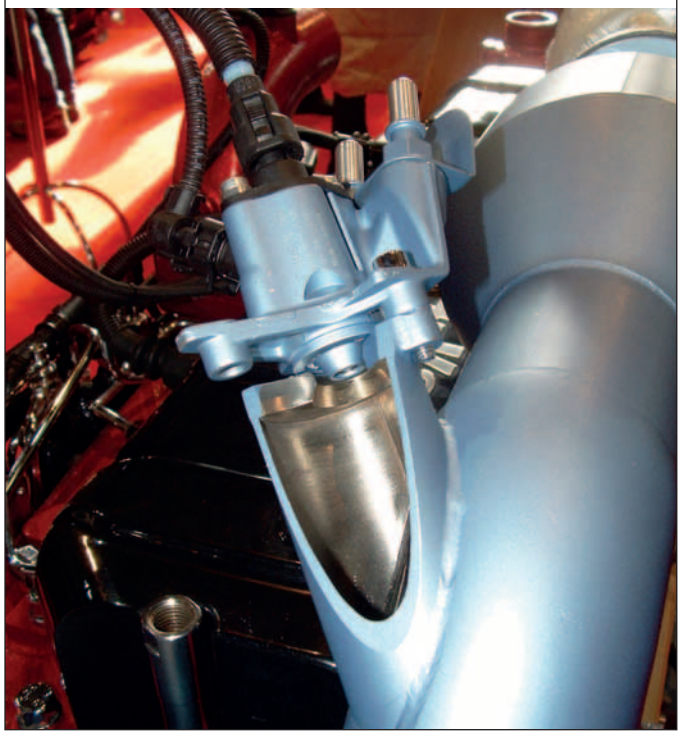
Az SCR-katalizátor (*5. ábra*) leggyakrabban monolit szilíciumkarbidra, kordierit kerámiahordozóra vagy korrózióálló fémlemeztekercs felületére felvitt speciális katalitikus anyagot tartalmaz. A katalizátor betétet tartó ház anyaga korrózióálló kettős falu lemez-acél (közbülső hőszigeteléssel). A ház kialakításának formája hengeres dob, vagy szögletes doboz alak.

Az SCR technológia alkalmazásának előnyei, hátrányai

Az SCR technológia előnye más eljárásokhoz képest, hogy a kipufogógáz NO_x összetevőit igen jó hatásfokkal (több mint 85 %-kal) redukálja. Az SCR-katalizátornak jelentős (kb. 40 %-os) részecskeszűrő képessége is van. A szűrőképességet a motorhoz közel elhelyezett oxidációs katalizátor tovább segíti.

További előny, hogy az azonos teljesítményű és környezetvédelmi besorolású traktormotorok esetében az SCR technológiánál általában kb. 5 %-kal kisebb a gázolajfogyasztás.

4. ábra
Befecskendező egység elhelyezése a kipufogócsövön



5. ábra
SCR-katalizátor monolit kerámia hordozóval



Az SCR technológia hátránya az AdBlue folyadék alkalmazása. Ez egy újabb üzemanyag megjelenését jelenti a traktorüzemeltetésben.

Ebből a folyadékból 4-6 %-os (gázolajfogyasztással arányos) mennyiséget használ el a traktormotor, viszont kb. 5 %-kal kevesebb gázolajat fogyaszt. Mivel az AdBlue ára olcsóbb (kb. 100 Ft/l), mint a gázolajé, ezért az SCR technika hosszabb távon gazdaságos üzemeltetést jelent, a költségesebb beruházás 2-3 év alatt megtérül.

AdBlue, DEF

Az SCR berendezés működéséhez szükséges redukciót végző segédanyag általános elnevezése Európában „AdBlue", míg máshol, elsősorban Amerikában DEF (Diesel Exhaust Fluid). A mezőgazdasági traktorokat üzemeltető személyeknek, vállalkozásoknak fel kell készülniük az AdBlue ismeretére, tárolására, traktorba juttatására alkalmas eszközök beszerzésére és használatára.

Mi az AdBlue?

Hivatalos termékneve: AdBlue® NO_x-redukáló adalék. A termék jellege adalék készítmény, amely szennyeződésektől mentes technikai tisztaságú karbamid 32,5 %-os (m/m) vizes (ioncserélt, desztillált) oldata, adalékokkal kiegészítve.

A szilárd (kikristályosodott) karbamid olvadáspontja feletti hőmérsékleten (132,7-135 °C) bomlik, bomlása során szénmonoxid, ammónia és nitrogénoxidok keletkeznek.

A karbamid salétromsavval ne érintkezzen, mert robbanásveszélyes karbamidnitrát keletkezhet!

Az AdBlue tulajdonsága

6. ábra
AdBlue töltőoszlop 4000 liter kapacitású klímatizált konténer tárolóval
(Forrás: www.adastsystem.cz)



Az AdBlue-ra vonatkozó legfontosabb információforrás a termék biztonsági adatlapja, amelyet a termék gyártójának kell kiállítania és közzétennie a forgalmazó, felhasználó felé. Az AdBlue-t először 2003-ban a német DIN V 70070 szabvány, később az ISO 22241 szabványsorozat definiálja.

Az AdBlue színtelen, enyhén ammóniák-szagú folyadék. Kémhatása enyhén lúgos. Nem mérgező, nem tűzveszélyes. Tartós vagy ismételt behatás, egyéni érzékenységtől függően, esetleg irritációt válthat ki a bőrön vagy szembe kerülve. A termék bomlásakor keletkező gázok belélegezve irritációt, marást okozhatnak a légutakban.

Elsősegélynyújtás: A bomlástermékek belégzéskor a sérültet vigyük friss levegőre. A bőrre került anyagot szappannal, vízzel mossuk le. A szembe került anyagot bő vízzel mossuk ki, 10-15 percig. Lenyelés esetén ne hánytassuk a sérültet. Itassunk szobahőmérsékletű tiszta vizet (kb. 2 dl). Panasz esetén forduljunk orvoshoz.

Környezetvédelmi óvintézkedés talajra az AdBlue kis mennyiségnek kiömlése esetén a szennyezett területet azonnal vízzel le kell mosni. Nagy mennyiségű kiömlés esetén élővízbe, talajba, csatornába jutását körülhatárolással, felszivattyúzással, felitatással meg kell akadályozni és értesíteni kell az illetékes hatóságokat.

Az AdBlue beszerzése, tárolása

A motorbenzin és a gázolaj forgalmazását végző vállalatok többsége az AdBlue-t is forgalmazza. A forgalmas autóutak mentén és a mezőgazdasági nagyüzemekben gyakori a töltőpisztolyos kiszolgálás (*6. ábra*). A konténeres változatok 1000 l-től legfeljebb 30.000 l nagyságban kaphatók. Az üzemanyagtöltő állomások üzleteiben mindenütt megtalálható a 10 l-es kannás kiszereléses AdBlue. A nagykereskedőknél a telephelyi tankoláson túl, a 22.000 literes AdBlue tartálykocsiig terjedően vásárolhatnak a felhasználók.

A kiürült AdBlue tartályát (pl. IBC vagy hordó) újra tölteni csak a rá vonatkozó előírásoknak megfelelő kitisztítás elvégzése után szabad.

Általában elmondható, hogy az AdBlue 20 °C hőmérsékleten legalább 2 évig eltartható. A kikristályosodás (dermedés) elkerülésére javasolható, hogy az AdBlue ne legyen kitéve 11 °C alatti hőmérsékletnek. Teljes kikristályosodás (fagyás) esetén (11 °C hőmérséklet alatt) az AdBlue térfogata kb. 7 %-kal megnő és ha a tároló edény nem rugalmas, az megrepedhet. Felmelegítéssel a kikristályosodott AdBlue – eredeti minőségének csökkenése nélkül – felolvasztható, ill. felengedhető, de eközben a hőmérséklete ne haladja meg a 30 °C-ot.

Az AdBlue folyadék melegben elbomlik, ammónia szabadul fel. Az ammóniavesztés 30 °C felett felgyorsul, ezért nyáron is klimatizált körülmények mellett, 20-25 °C hőmérsékleten célszerű tárolni.

Az AdBlue tárolható, szállítható Cr-Ni-acél vagy Cr-Ni-MO-acél (EN 10088-1-től -3-ig szabványnak megfelelő anyagú) tartályokban. A polimer műanyagok közül a polietilén, a polipropilén és a polioximetilén anyagok használhatók.

Tilos használni AdBlue®-hoz: egyszerű acélt, rezet, alumíniumot, réz- és alumíniumtartalmú ötvözeteket, galvanizált acélt!

AdBlue tankolása traktorba

Az AdBlue készítmény tisztaságának megőrzésére a gyártás, a forgalmazás, a tárolás és a traktoron kialakított tartályba való betöltés során mindvégig ügyelni kell. *Az AdBlue folyadékba még nyomokban sem kerülhet gázolaj (szénhidrogén termék)*, mert bekerülés esetén az AdBlue adagoló berendezés rövididő alatt tönkremegy.

A tankoláshoz (*2. kép*) néhány hasznos tanács:

- A traktort ne használja AdBlue nélkül.
- Tiszta kézzel mindig előbb az AdBlue-t kell a „kék tanksapkájú” tartályba tölteni.
- Az AdBlue kezelésére ne használjon olyan berendezést, eszközt, amely előzőleg üzemanyagok (benzin, gázolaj) vagy kenőanyagok tárolására, kezelésére szolgált.
- ***A gázolajtankba még kis mennyiségű AdBlue-t sem szabad tölteni!***
- A traktorral olyan helyen ne parkoljon, ahol közvetlen napsütésnek van kitéve az AdBlue tank.

Lehetséges problémák üzemeltetés során

Az üzemeltetés során előfordulhat, hogy a traktor tartályában lévő AdBlue töltet minősége nem megfelelő, ekkor a felhasználás mennyisége jelentősen megnő. Ennek első alapvető oka lehet, hogy nem megfelelő AdBlue-t tankoltak.

A második ok télen jelentkezhet, amikor is az AdBlue megfagy. Ha a



1. kép **Massey Ferguson 8600 traktorcsalád második generációs SCR berendezéssel**
(Forrás: www.austrodiesel.hu)

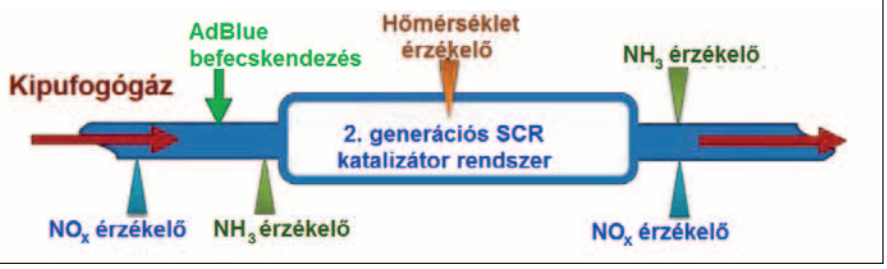
traktor motor indítása után hagyunk időt a kiolvadásra és homogenizálódásra, akkor az AdBlue felhasználható, minősége nem romlik le.

A következő ok, ha a traktor nagy melegben keveset üzemel, ekkor az AdBlue előírtnál nagyobb hőmérsékleten való tárolása maradandó minőség vesztességgel jár, a karbamid bomlik, melynek során keletkező ammónia eltávozik. A visszamaradó karbamidoldat, ha már nem AdBlue minőségű, ekkor a motorvezérlő elektronika az OBD rendszeren keresztül hibát jelez, és esetleg a motor teljesítményét drasztikusan korlátozhatja. A hiba megszűnik friss AdBlue feltöltés esetén.

Az üzemeltetés során előfordulhat, hogy kevés AdBlue van a tartályban. Ez akkor fordul elő, ha a fokozatosan elfogyasztott folyadék mennyiséget nem pótolják időszakonként, pl. a gázolajtankolással egy időben. Ha az AdBlue mennyisége a tartályban a maximális érték 10 %-a alá csökken, akkor a szabályozó elektronika jelzést küld a műszerfalon elhelyezet lámpa segítségével a traktor vezetőjének. Ha az AdBlue utántöltésére ezután sem kerül sor, akkor a DCU a CAN-BUS adatátvivő vezetéken keresztül utasítást küld a motorvezérlő elektronikának (ECU-nak). A motorvezérlő elektronika ezen utasítás hatására a befecskendező Common Rail rendszert úgy vezérli, hogy a dízelmotor kevesebb gázolajat kapjon, aminek hatására a motor teljesítménye drasztikusan lecsökken, a traktor munkavégző képessége megszűnik. Természetesen Adblue feltöltés esetén a motor teljesítménye helyre áll.

7. ábra

A második generációs SCR rendszer érzékelőinek elhelyezési vázlata



8. ábra

Ammónia szenzor olyan nagyságú, mint egy lambda-szonda.





2. kép **Töltő pisztolyos AdBlue tankolás traktorba**

A működés és a rendszer hibájához vezető további lehetséges okok

- AdBlue koncentrációja nem megfelelő; ez túlzott mértékű befecskendezéshez vezet.
- Nem megfelelő beporlasztás; rossz elpárolgás, lecsapódások keletkezése.
- Ivóvízzel hígítják az AdBlue-t; kalcium, nátrium kerül a katalizátor felületére, ezért működése csökken (desztillált vízzel való hígítás is tilos).
- Az SCR rendszerbe üzemanyag vagy olaj kerül; nagyon gyors a tönkremenetel, SCR berendezést cserélni kell!
- Hűtőfolyadék, fagyálló kerül a rendszerbe, nagyon gyors tönkremenetel!
- Nem megfelelő motorolaj használat.
- Nem megfelelő működési hőmérséklet, túlhűtés, túlmelegedés.

Az SCR berendezés szakszerű üzemeltetés esetén a traktormotor élettartamáig kifogástalanul működik és karbantartási igénye is minimális.

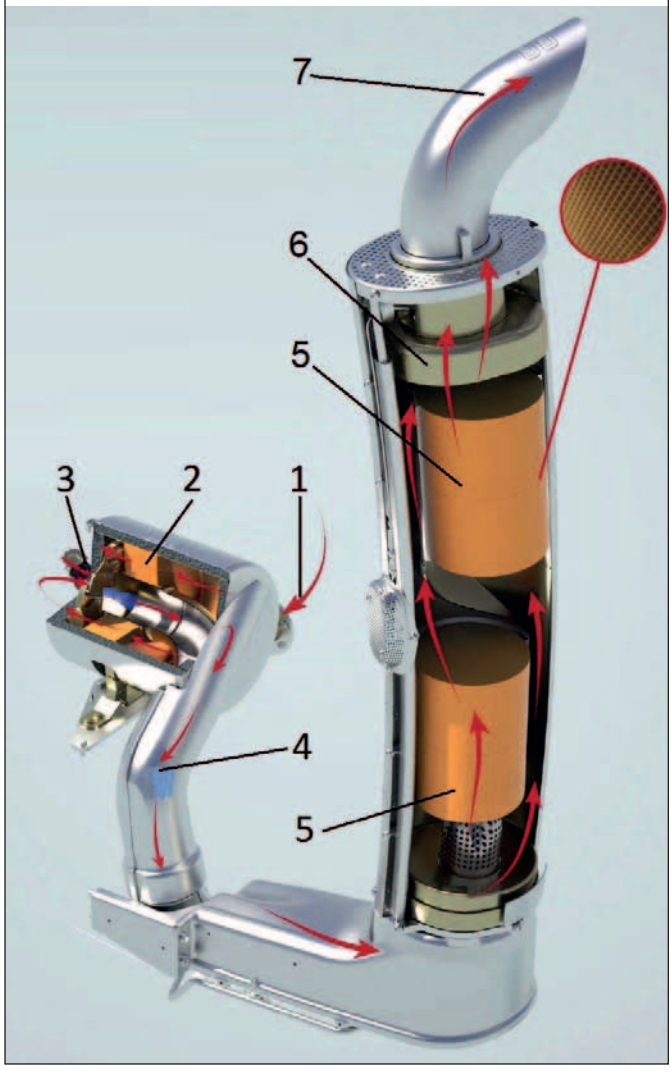
Első generációs SCR rendszer

Az elsőgenerációs rendszernél a kipufogógáz utó kezelésére először egy oxidációs katalizátort, majd az SCR-katalizátor egységet építik be a kipufogó rendszerbe. Az AdBlue adagolás mértéke a mindenkori szükséglethez igazodik, amelyet az SCR-katalizátor után elhelyezett

9. ábra

MasseyFerguson új 8600 traktorcsalád második generációs SCR rendszerének kialakítása (Forrás: www.masseyferguson.com)

1. A kezeletlen kipufogógáz elhagyta a turbófeltöltőt. 2. Kipufogógáz átmegy a dízeloxidációs katalizátoron (DOC-n) és a CO, a CH, oxidálódik, a korom pedig részben elég. 3. Az AdBlue befecskendezés megtörténik. 4. A felszabadult NH_3-mal keveredik a kipufogógáz. 5. Az SCR katalizátorokban redukálódnak a nitrogénoxidok. 6. Az esetleg maradt NH_3 pedig oxidálódik, a második oxidációs katalizátorban. 7. A megtisztított kipufogógáz távozik a szabadba, amely csak N_2, CO_2, H_2O és kevés szilárdrészecskét tartalmaz.



egyetlen NO_x kipufogógáz érzékelő jelez. Általában alul vezérelt az elsőgenerációs SCR rendszer, hogy NH_3 ne kerüljön a környezetbe, a felhasznált AdBlue mennyisége 4-6 %-a a traktormotor által elfogyasztott gázolaj mennyiségének. Az elsőgenerációs SCR berendezés elemeit szinte minden traktor típuson a motor felett, illetve a motor mögött helyezték el.

Második generációs SCR rendszer

Az USA Final Tier 4 és az EU Stage IV előírás tovább szigorítja a NO_x emissziós határértékét, amelyet legegyszerűbben úgy lehet teljesíteni, hogy nagyobb mennyiségű AdBlue folyadékot (a traktormotor által az elfogyasztott gázolaj mennyiségének 6-12 %-át) adagolnak a kipufogógázhoz és nagyobb méretű SCR katalizátort alkalmaznak. Az AdBlue-ból keletkező ammóniák megnövelt mennyisége kikerülhet a kipufogógázzal a szabadba, ha nem találkozik a megfelelő mennyiségű nitrogénoxiddal, amely nem engedhető meg.

Az ammónia emisszióra is van előírás, amely szerint a Tier 3/4, illetve a Stage III/IV vizsgálati ciklusa alatt a kipufogógázban ez soha nem haladhatja meg az igen alacsony 25 ppm (0,0025 %) értéket. Ennek biztosítása érdekében az SCR katalizátor után egy újabb oxidációs katalizátort építenek be. A rendszer végén elhelyezett oxidációs katalizátor feladata, hogy az esetleg fel nem használt ammónia (NH_3) mennyiséget oxidálja nitrogéné (N_2) és vízgőzzé (H_2O).

Az AdBlue adagolásának szabályozását is finomították több darab NO_x és NH_3 érzékelő által szolgáltatott vezérlőjel felhasználásával (*7. ábra*). Az *8. ábrá*n látható a gépjárművekhez kifejlesztett NH_3 érzékelő, amely olyan nagyságú, mint egy lambdaszonda.

A második generációs SCR berendezés A 2011. év közepén megjelent a 200-272 kW motor teljesítményű új Massey Ferguson 8600 traktorcsaládnál (*1. kép*). A további új típusok például a MF 7600 is az ötletesen és esztétikusan kivitelezett második generációs SCR rendszerrel van ellátva. Az új SCR rendszer felépítését és a működés folyamatát *9. ábra* mutatja.

Közben a kipufogógáz hangtompítását is elvégzi a rendszer. A fémhordozójú új dízeloxidációs katalizátor (DOC) elhelyezése a motor végén kereszt irányba van. Az AdBlue folyadékot a DOC belsejébe fecskendezik és itt a magas hőmérsékleten a dízelrészecskék jelentős része elég, ezért nem szükséges részecskeszűrőt alkalmazni. Az SCR katalizátorok, annak ellenére, hogy egymás felett helyezkednek el, párhuzamosan üzemelnek. A második generációs rendszer kialakítása ebben az esetben nem foglal el helyet a motortérben, ezért a traktor arculatán nem kellett változtatni.

Az üzemeltetőnek nem lesz választása az új technika használatba vételét illetően, mert rendelet szigorú előírását kell 2014-től teljesíteni a traktorgyártóknak és így a felhasználóknak is. Az üzemeltetőknek meg kell barátkoznia az új és újabb környezetbarát traktorok szakszerű üzemeltetésével.

■

Felhasznált irodalom:

- *[1] Varga V.:* Traktormotorok SCR technikával. Mezőgazdasági Technika LI. évfolyam, 2010. február, p. 41-43.
- *[2] Varga V.:* Az SCR technika alkalmazása a traktortechnikában. Mezőgazdasági Technika LIII. évfolyam, 2012. november, 254. Vállalkozók Tanácsadója rovat 4 p.
- *[3]* www.bakonytruck.hu AdBlue termék specifikáció; Biztonsági adatlap.
- *[4]* www.kenoanyag.mol.hu AdBlue terméklap; Biztonsági adatlap.