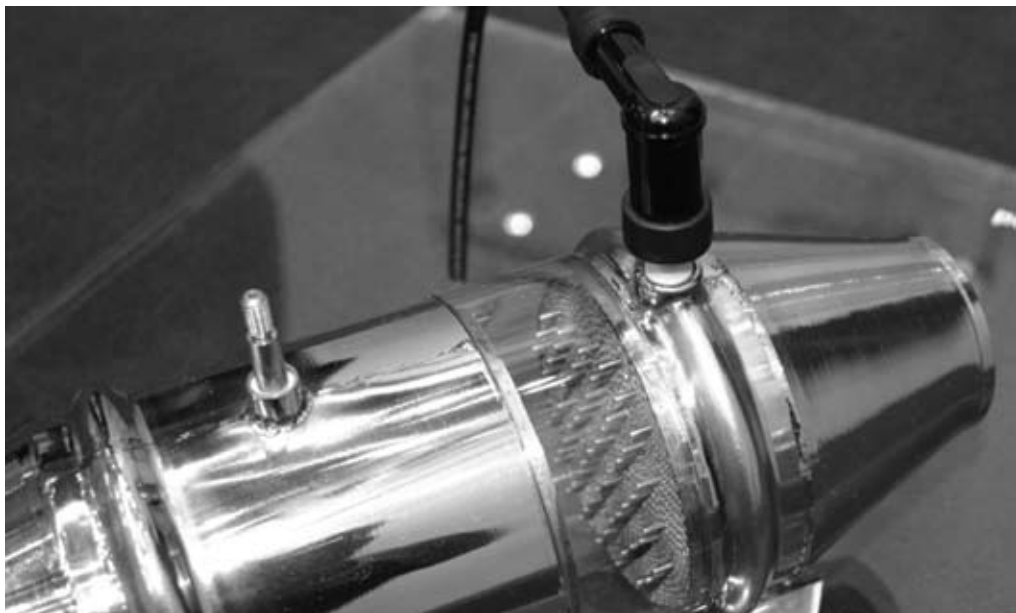


Elektrosztatikus DPF

A jövőbeni személygépjármű- és tehergépjármű-emissziós előírások a részecsketömeg-csökkentésen kívül a részecskeszám csökkentését is megkövetelik. A hagyományos szűrők, a ma szokásos porozitási jellemzőkkel nem tudják a legfinomabb részecskéket elegendő hatásossággal szűrni. E részecskék szűréséhez szükséges kis porozitás nagyobb nyomásvesztésért eredményez. Az Emitec elektrosztatikus szűrője – PM-Metalit-Advanced – egy új megoldás a gépjárművek részecskeszűrése területén.



Az EURO 6 és az EURO VI előírások életbelépésével a gáz-halmazállapotú károsanyag kibocsátás, és a részecskékibocsátás tömeg határértéke (g/kWh) mellett először a részecskeszám (db/kWh) is limitálva lesz. Ezzel az intézkedéssel az egészségre különösen veszélyesnek tartott nanorészecskék kibocsátásának bizonyos keretek közé szorítására helyezik a hangsúlyt. A részecskeszám-határérték az Otto-motoros személygépjárművekre és kishaszongépjárművekre vonatkozóan még vita tárgyát képezi. A határértékek betartása mellett cél az is, hogy a jövőbeni határértékeket a lehető legkisebb nyomásvesztéssel, és aktív regenerá-

ciós intézkedések nélkül tartsák be (Tüzelőanyagfogyasztás-csökkentés!). Ez maga után vonja azt is, hogy a kipufogógáz kezelése területén jelentős költségmegtakarítást kell elérni.

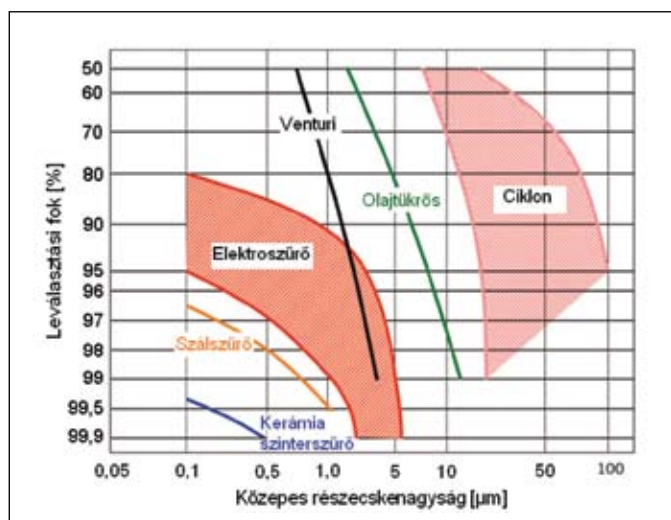
Szűrési technikák

A nagy hőmérséklet, a gyors hőmérséklet-változások és a mechanikai terhelés miatt, a járműben való használatra szánt részecskeszűrőkre vonatkozó műszaki követelmények magas szinten vannak. A cél a részecskeszűrési teljesítményét illetően (szűrési hatásfok, leválasztási fok) a 10-500 nm méretű részecskékre vonatkozóan a 90%-ot meghaladó mértékű hatásfok, a lehető legkisebb nyomásvesztés kialakulása mellett. Az 1. ábra mutatja a különböző szűrők leválasztási fokát, a részecskeátmérő függvényében.

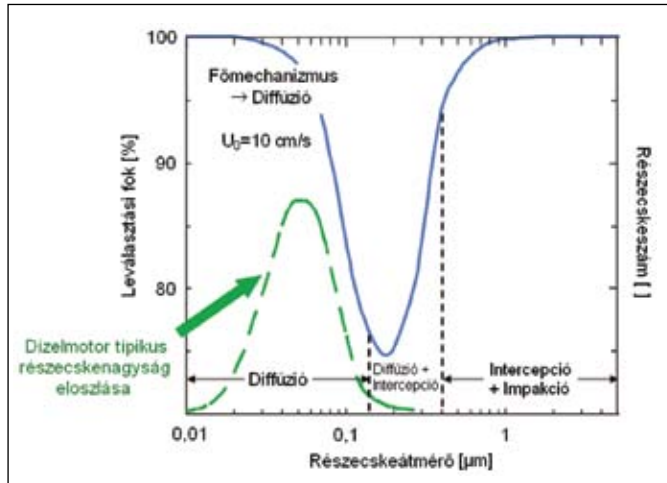
A részecskeszűrők hatásmechanizmusa (mélygyas szűrők)

A részecskék leválasztása (szűrése) kis részecskeátmérőknél három szűrési mechanizmus kombinációja által következik be. A három mechanizmus a következő:

1. Impakció (impaktion, impaction) = tehetetlenségi leválasztás. A gyűjtőfelületet megközelítve a részecskék, tehetetlenségüknél fogva, nekicsapódnak az akadályt képező felületnek és megkötődnek.
2. Intercepció (interzeption, interception) = befogásos leválasztás. Intercepcióról akkor beszélhetünk, amikor a részecske útjának áramvonalja kisebb távolságban halad el a gyűjtőfelület mellett, mint a részecske sugara. A részecske nekiütközik a felületnek és lerakódik.



1. ábra



2. ábra

3. Diffúzió (Diffusion) = a Brown-féle részecskemozgás következtében történő leválasztás. Ezek a részecskék nem egyenesen mozognak az kipufogógáz áramlásának áramvonalai mentén, hanem a Brown-féle mozgásuk miatt beleütköznek a gyűjtőfelületbe.

A 2. ábra mutatja a szűrési mechanizmusok hatástartományát a részecskeátmérő függvényében.

Egy részecske leválasztásának lehetősége függ a szűrő struktúrájától, a belső felület pórusnagyságától, az átáramlási sebességtől és a szűrési mélységtől. A kiszűrt részecskék felhalmozódnak a szűrő külső felületén, ezzel megnövelik a szűrő felületét, és így javítják a leválasztási fokot. Azonban ezzel párhuzamosan megnő a nyomásvesztés. Egy mélységi szűrőből növekvő koromtelítettséggel egy felületi szűrő alakul ki, amelynek nő a szűrési hatásfoka.

Az elektroszűrő

Az elektroszűrők vagy elektrosztatikus leválasztó berendezések, a gázokban elhelyezkedő részecskék elektrosztatikus elven alapuló leválasztására képesek. A Coulomb-törvény szerint a töltött részecskék taszító vagy vonzó erőt gyakorolnak egymásra.

Az elektroszűrőben való leválasztást 5 fázisra lehet bontani:

- Elektromos töltések létrehozása.
- A kiszűrni kívánt részecskék elektromosan töltötté tétele.
- A feltöltött részecskék eljuttatása a leválasztó elektródákhoz.
- A részecskék megtapadása a leválasztó elektródán.
- A részecskék leválasztó elektródáról történő letisztítása.
- Elektroszűrő autóiipari használatra.

Az elektrosztatikus szűrővel történő koromrészecskék leválasztására az autóiipar területén már voltak vizsgálatok. Az eljárás két részből tevődik össze. Első részben a részecskét egy elektrosztatikus szűrőben leválasztják. Az itt felhalmozott részecskéket gázdinamikai erők segítségével egy kritikus nagyságtól kezdve ismét leválasztják. Ezt az áramot végül egy részecskeszűrőben a klasszikus módon lehet szűrni és szakaszosan regenerálni. Azonban a cél az elektrosztatikus szűrés a gépjárműveken történő alkalmazásánál az, hogy folyamatos regenerációt lehessen elérni. A korom regenerációját a dízelmotor kipufogógázában található NO_2 -vel hajtják végre. Azért, hogy ez az oxidációs reakció mindenekelőtt alacsony hőmérsékleten is teljes mértékben megvalósulhasson, nagy leválasztó felületek szükségesek, amellyel elérhető a részecskék „átjárhatósága” a nitrogén-dioxid molekulákhoz. Otto-motoroknál a részecskék a nagyobb kipufogógáz-hőmérsékletek miatt, a gázban jelen lévő oxigénnel járulékosan oxidálódnak. A Otto-motorok kipufogógázának hőmérséklete nagyobb, mint a dízelmotorok kipufogógázának hőmérséklete.

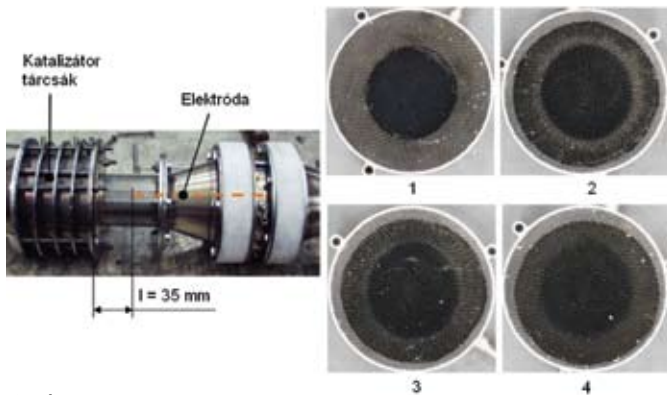
A PM-Metalit-Advanced szűrő

Az elektroszűrők, elektrosztatikus leválasztók fejlesztésébe az elmúlt 25 évben újra és újra belekezdtek. Ezeknél a rendszereknél a korom mennyiségéhez képesti kis NO_2 -részarány miatt a részecskéket csak összegyűjtve, és nem passzív módon lehet regenerálni. Azokat a problémákat, amelyek a nagyfeszültség-előállítás és az elektromos átvezetés (kontaktus, csatlakozás) miatt lépnek fel, ma ezek dinamikus szabályozhatósága miatt el lehet kerülni. A modern motorok kis koromemissziója miatt az elektromos kontaktusok elszennyeződési hajlama jelentősen alacsonyabb, ami egy kisebb rövidzárási hajlamot von maga után. Ahogyan már említésre került, a cél az, hogy a leválasztott kormot tisztán passzív regenerációval oxidálják. Ehhez szükséges elsősorban az, hogy a kormot nagy felületen osszák el, azért hogy a kipufogógázban lévő NO_2 -vel való reakcióját lehetővé tegyék. Előnyös tulajdonságai miatt fémes méhsejt szerkezetű katalizátortestet régóta használnak katalizátoroknál a kétkerekű járműveknél és a személygépjárműveknél. Az előnyei közé tartozik, hogy mechanikailag és termikus szempontból tartós, kis nyomásvesztésű, nagy aktív felülettel rendelkezik és elektromosan vezető.

Ebből kiindulva egy fémes méhsejt szerkezetű testet fejlesztettek, ami egyidejűleg mint leválasztó elektróda használható. Ehhez bázisként szolgál egy mellékáramú mélyágyas PM-Metalit szűrő. A konstrukció különösen megfelel annak, hogy dinami-



3. ábra

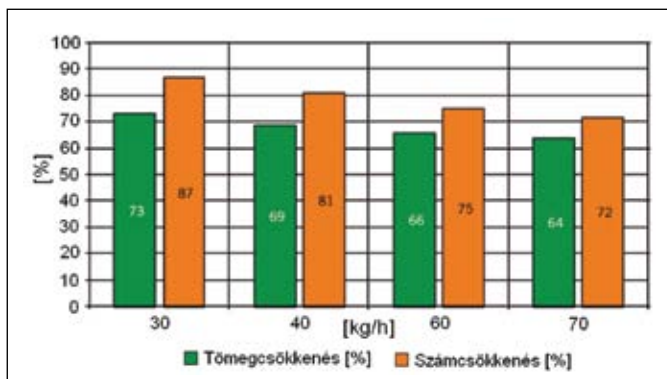


4. ábra

kus üzemben megakadályozza a lerakódott korom kifújását. A csatornába beépített lapátokkal zavarják a lamináris csatornaáramlást, ezzel javítva az elektrosztatikus leválasztást. A PM-Metalitot már nagyszériában építik be haszonjárművekbe, és nem közúti járművekbe. A minél nagyobb szűrési hatékonyság elérése érdekében, az elektromos teret, a lehető legegyszerűbben kell hogy létrehozzák a szűrő teljes keresztmetszetében. Ez nagy katalizátor-keresztmetszeteknél különálló szűrőelektrodák segítségével nehéz. Több elektróda külön-külön történő szigetelése megnöveli a ráfordításokat. Ebből kiindulva egy másik fémes méhsejt test feszültségelosztó funkciót is kap. Az elektródák a méhsejt testbe be vannak forrasztva. Az elektródák számát és formáját a mindenkor keretfeltételekhez lehet illeszteni. A nagyfeszültség szigetelése és a test rögzítése a test kerülete mentén történik. Az elektromos tér az elektróda csúcsa és a leválasztó elem között alakul ki. Mind a feszültségelosztó elemet, mind pedig a leválasztó elemet katalitikus anyagokkal lehet bevonni és ezzel egyidejűleg a katalizátor hatást biztosítani. A 3. ábra mutatja a szűrő felépítését és az elektromos teret a két fémes elem között. Ezzel a konstrukcióval a PM-Metalit szűrő hatásfokát a részecskék elektrosztatikus feltöltése által meg lehet növelni. Az elektrosztatikus erők megerősítik a diffúzióleválasztást. A részecskeleválasztás jó hatásfokát a teljes részecskenyagyságtartományban lehet realizálni (3. ábra).

Kísérleti eredmények a PM-Metalit-Advanceddal

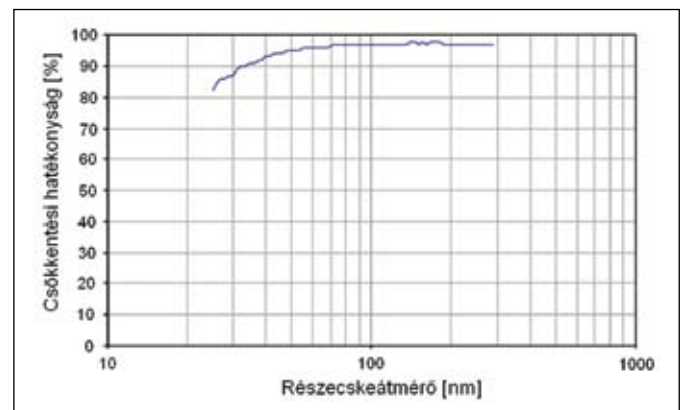
A továbbfejlesztett PM-Metalit szűrő az előfejlesztési fázisban van. Az első vizsgálatokat egy EURO 4-es dízelmotorra felépítve, a motor dinamikus fékpadi vizsgálatainak során végezték. A tovább-



5. ábra

fejlesztett PM-Metalitot egy áramlászórára csatlakoztatták, amely lehetővé teszi azt, hogy függetlenül a motorüzemeltől a bevezetett tömegáramot változtassák. A vizsgálatok célja az volt, hogy megállapíthassák, hogy a korom a leválasztó test teljes hosszán leválasztódik-e, vagy csak a homlokfelületet és annak környezetét tölti ki. Ebből kifolyólag egy elemet kis tárcsákra (70 mm) osztottak, és ezeket egymástól 2 mm-es légréstávolsággal helyezték el a házban. Ezt mutatja a 4. ábra. Az elektródát 35 mm-re helyezték el a leválasztó elemtől (4. ábra).

A lerakódás csak a felépített elektromos tér tartományában (a szűrő közepe) ismerhető fel. Az egyes tárcsák közötti résben lévő keresztáramlások megváltoztatása által a lerakódási zóna a 2-től a 4. tárcsáig egyre nagyobb. Az a tény, hogy az utolsó tárcsán is lehet kormot felismerni, a leválasztó test teljes hosszának kihasználását jelenti, és ezzel egy ideális feltételt biztosít a passzív regenerációhoz. Azonos vizsgálati felépítéssel, mind a részecsketömeg-csökkentést, mind a számcsökkentést változó tömegáramnál konstans feszültség mellett vizsgálták, miközben a szűrő hőmérséklete (270°C) is állandó volt. A kipufogógáz tömegáramától függően konstans 16 kV feszültség mellett, 60-70%-os tömegredukciót és egy 70-85%-os számcsökkentést értek el. Növekvő kipufogógáz-tömegárammal az elméletnek megfelelően állandó feszültség mellett csökken a leválasztás. Az eredmények az 5. ábrán láthatóak (5. ábra).



6. ábra

Valós használati körülményekhez a feszültséget a motorterheléspont függvényében szabályozzák. Az eredményeket azért is pozitív eredményként kell értékelni, mert mint a 4. ábrán látható, az elektromos tér a leválasztó elem átmérőjének csak egy részén alakul ki és nem a teljes keresztmetszetben. Egy további vizsgálatban egy a 3. ábrán látható rendszerhez hasonlóan felépített rendszert vizsgáltak. A tesztek során a részecsketömeg és a szám csökkentési mértékének meghatározására NEDC ciklus lefutásával végeztek összehasonlító vizsgálatokat, amelynek eredménye, hogy mind a tömeg, mind a szám értékét több mint 90%-kal csökkentették. A részecskeszámra vonatkozó csökkentési hatásosságot egy közepes terhelési pontban a részecskenyagyságtartományában a 6. ábrán lehet figyelemmel követni. A számcsökkentésre vonatkozó hatásosság az elméletnek megfelelően függ a részecskéátmértől és értéke az 50-300 nm-es részecskéátmértő-tartományban nagyobb mint 90%. Az eredmény világossá teszi azt, hogy a koromrészecskék elektrosztatikus leválasztása a méhsejt szerkezet csatornáiban a teljes részecskenyagyságtartományban funkcionál (6. ábra).

Összefoglalás, kitekintés

A továbbfejlesztett PM-Metalit elektrosztatikus részecskeszűrő, amelyet járművekben való használatra fejlesztenek, egy teljesen új megoldás a részecskeszám-határérték kielégítésére a legkisebb nyomásvesztés mellett. Egy kiforrott mellékáramú mélyágyas szűrő alapkoncepcióját véve, mindenekelőtt a nanorészecskék leválasztására koncentrálna, azt elektrosztatikus erő létrehozásával javítják. Az elektromos térben feltöltött részecskék leválasztását nagyobb mint 90%-os hatásokkal lehet megoldani, az eddig ehhez szükséges ellennyomás-növekedés nélkül.

A szűrőelemek feszültségelosztóként és leválasztóként való innovatív használata új utat jelent a részecskeszűrésben. A PM-Metalit-Advanced használata jó leválasztási teljesítményt mutat a

részecskeméret minden tartományában. A következő lépésekben, a PM-Metalit-Advancedot tovább fejlesztik annak érdekében, hogy tartós megoldást jelentsenek a személygépjármű- és haszongépjármű-alkalmazásokhoz.

SZABADOS GYÖRGY

Forrás:

Wolfgang Maus, Jan Hodgson, Christian Vorsmann, Rolf Brück: Der innovative Partikelfilter zur Reduktion der Nanopartikel PM-Metalit Advanced – the Innovative Particulate Filter for Nanoparticle Reduction. www.emitec.com

Elektrostatisher Partikelfilter zur Reduktion der Nanopartikel, MTZ 2011/2

Az Opel gépjárművek DPF-regenerációjának néhány kérdése

A különböző komponensek cseréje után az irányítóegységgel tudatni kell, hogy mit cseréltünk ki. Ez részecskeszűrő cseréje esetén a hamutartalom nullázása miatt feltétlenül szükséges, a többi alkatrész esetén pedig az adaptív értékek törlése miatt fontos. Ne felejtjük el ezt megtenni!

Ha az izzógyertya szimbólum villog a műszerfalon: a részecskeszűrő elérte a telítődési határértéket, de a regeneráció valamilyen okból nem tudott elindulni, vagy ha elindult, akkor nem fejeződött be sikeresen. A mért értékblokkok között a DPF korom felhalmozódás értéke 108-125% között található (irányítóegység-típustól függően).

Gyakori rövid távú használat esetén ez „normális”, hiszen nem teljesülnek a dinamikus regenerálás feltételei. Ha a lámpa villog, akkor a járművel lehetőleg addig és úgy kell menni, hogy a regenerálás feltételei teljesüljenek, és meg kell várni, amíg a regeneráció befejeződik (a lámpa villogása megszűnik).

A dinamikus regeneráció üzemi feltételei

- DPF korom felhalmozódás >80%,
- motor hűtőközeg hőmérséklet >70 °C,
- a motorindítás óta legalább 2 perc eltelt,
- nincs a DPF-rendszer elemeivel kapcsolatos fennálló hibakód,
- legalább egyszer már átlépték a 100 km/h sebességet a motor beindítása óta.

Statikus (kényszerített) regeneráció után a DPF korom felhalmozódás 70-80% közötti értéket mutat. Ez normális dolgot?

Igen. Ennek oka, hogy a statikus regeneráció nem annyira hatékony, mint a menet közben elvégzett dinamikus regeneráció. Ezért a statikus regeneráció után a vezérlőegységbe a 70-80% közötti érték tárolódik el, ami a következő dinamikus regeneráció sikeres teljesülése után áll vissza a normális értékre.

Milyen feltételek esetén szakad meg a már elkezdett regeneráció?

- ha a maximum 20-25 perces (irányítóegységtípus-függő) regenerációs időintervallum lejárt,
- ha a motort szándékosan leállítják, vagy valami egyéb oknál fogva leáll,
- ha a motor hosszú időre, 10-15 percre (irányítóegységtípus-függő) alapjáraton jár,
- ha a kipufogógáz hőmérséklete eléri az 1000 °C-ot,
- ha az irányítóegység a DPF, a befecskendező- vagy a szívórendszer valamilyen hibáját érzékeli.

A regenerálás 50%-os elvégzése előtti megszakadás esetén a következő motorindítás után az izzítólámpa villogni fog, és a regenerálás üzemi feltételeinek elérése után folytatódik.

A regeneráció autópályán, optimális esetben 10-15 perc alatt befejeződik, de városban, gyakori megállásokkal ez akár 20-25 percet is igénybe vehet, de max. 25 percig tarthat. Ha ez idő alatt nem sikerül a regenerációt befejezni, akkor a regenerációt az irányítóegység megszakítja.

Szoftverfrissítés

Szoftverfrissítés után (SPS programozás) a DPF korom felhalmozódás [%] értéke általában nem változik, néhány modell esetén azonban beáll 104%-ra, és a következő motorindítás után újra elindul a dinamikus regeneráció.

Ha az akkumulátort a gyújtás levétele után 5 percen belül lekötjük, majd újracsatlakoztatjuk, akkor a következő motorindítás után villogó izzítólámpával jelzi a rendszer, hogy regeneráció szükséges.

Ez ismert szoftverhiba, mely úgy kerülhető el, hogy várunk 5 percet a gyújtás levétele és az akkumulátorsaru levétele között. A másik megoldás az újabb szoftver vezérlőegységre töltése (SPS) programozás.

Irányítóegység-csere után a DPF korom felhalmozódás [%] nem változik, mert a programozói rendszer beírja az új vezérlőegységbe a régi vezérlőegységből a megfelelő értéket.

Az újabb, Euro-V környezetvédelmi osztályos járművek esetén a J2534-es Pass Thru eszközök (például Bosch KTS, Actia XS, Mongoose GM stb.) is használhatók a szoftverfrissítéshez!

További információ a gyári hozzáférésről a következő honlapon:

<https://www.gme-infotech.com/>

A gyári programozáshoz a TECH2 vagy újabban a GM MDI műszer használható. Előfizetési árak: 1 óra - 4 €, 1 nap - 30 €, 1 hónap - 300 € és 1 évre - 3650 €.

VAJDA ISTVÁN
AUTÓM3 Kft.