

Az új TDI

2. rész



Csupán csak kerek egy évet kellett várni arra, hogy a VW új TDI-motorjáról többet megtudjunk, mint amit az Autótechnika 2012/5. számában leírtunk. Akkor is, most is a Bécsi Motorszimpóziumon a VW szakembereinek előadása és a cég kiállítási standja szolgált információval. Így, csekély egy év elteltével, folytathatjuk a motor ismertetését. Ami az eddigi gyári „kiszivárogtatásokból” nem volt ismert, az az emissziótechnika. Vajon mit rejtenek a motorra szerelt, azt szinte betakaró katalizátorok?

A VW TDI-motorja a konszern egyik legnagyobb darabszámban gyártott erőforrása, és valószínű, hogy sokáig az is marad, hiszen a dízel még mindig népszerű. Európá-

- a VW-konzern korábbi platformstratégiája módosult, kiegészült a moduláris építésmóddal, ehhez a főegységeket hozzá kellett illeszteni,

- egyszerre több kipufogógáz-előírási országba is kell motort szállítani, azaz olyan autót, mely a helyi normákat teljesíti (kb. megfelelő az Euro 4, 5 és 6-nak), ezt azonban nem lehet különféle egységekkel megadni, mert nem gazdaságos, inkább csak az alapmotor variánsaival,
- a CO₂-csökkentés kötelezettsége miatt a tüzelőanyag-fogyasztást tovább kell mérsékelni, ez is igényel konstrukciós módosítást.

Azt, hogy ezek közül melyik a legfontosabb, talán nincs is értelme felvetni, hiszen egyidejű követelményekről van szó. Az egyes egységek elhelyezésére vonatkozó konstrukciós megoldásokat azonban az új szerelési moduláris stratégia határozta meg. Mivel a TDI-motort (is) „legókockaként” kell elhelyezni az egyes típusokba, ezért például



1 A VW moduláris járműépítési stratégiájának módosulása

ban 2012-ben 1-2 százalékponttal maradt csak el az 50%-tól. A feltörekvő piacokon pedig további erősödés látszik.

Miért kellett megújítani a TDI-motort?

A nagy váltás már korábban megtörtént, amikor a PD-ről a CR-re tértek át. A mostani, a motortervezők képernyőjén és féktermeiben már jó 5 éve elkezdődött átkonstruálást több tényező is indokoltta tette:

- az USA Tier2 BIN5 előírása vezette fel és az európai EURO 6 előírás tetézte az emissziótechnika átalakítását,

Az új TDI-motorcsalád (jelenleg) három MDB-tagból áll

Lökettérfogat	MDB 1,6 liter	MDB 2,0 liter kiegyenlítő-tengellyel	MDB 2,0 liter kiegyenlítő-tengely nélkül
Névleges teljesítmény [kW/min ⁻¹]	81/3500-4000	110/3500-4000	135/3500-4000
Maximális nyomaték [Nm/min ⁻¹]	250/1500-2750	320/1750-3000	380/1750-3000
Euro 4	-	x	-
Euro 5	x	x	x
Euro 6	x	x	x

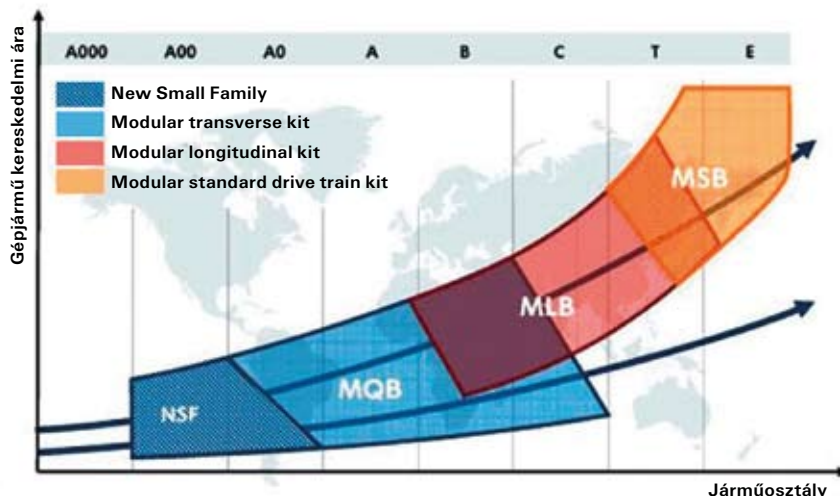
az nem jön szóba, hogy ennél vagy annál a modellnél majd a kipufogórendszerben hol fog elhelyezkedni. Együtt kell lenni mindennek, amennyire csak lehetséges. Így került, zsúfolták be motorközei elrendezésbe az emissziótechnika egységeit (aminek vannak előnyei is!).

Az MLB- és MQB-platformokról, beépítésről cikkünk 1. részben részletesen szoltunk, mely információk akkor „korukat megelőzték”, a dolgok napjainkra érnek be a szériaépítésben. A dízelmotort ezen új követelményeknek megfelelően építőszerényelv szerint alakítják ki, ezt összefoglalóan MDB (modulare Dieselbaukasten) néven említik.

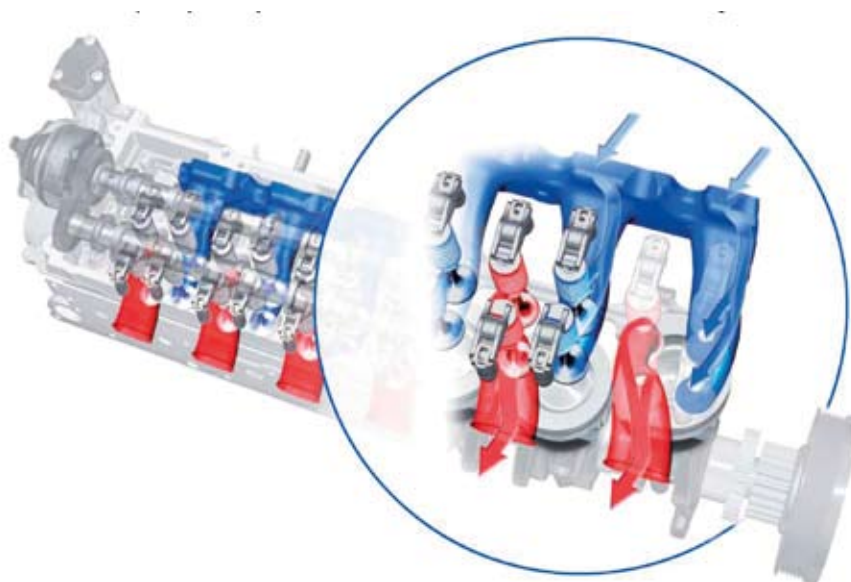
Az elfordított szelepcsillag

A motor szelepvezérlésében, a hengerfej kialakításában nagyon eltér elődeitől. A négy-szelepes kialakításban a két bütykös tengely mindegyike egy-egy henger egy szívó- és egy kipufogószelepét működteti. Ehhez a szelepeket egymás mögé kellett rendezni és azért, hogy a csatornák a hengerfejben össze tudják kötni az azonos feladatú szelepeket, el kellett fordítani a szelepcsillagot (gedrehter Ventilstern). Az elrendezést a **3.** ábra mutatja szemléletesen.

A VW-standon kiállított hengerfej **4.** bütykös-színezése **5.** illusztrálja az elmondottakat. A hengerfej csatornakijárat is mutatja, hogy a két szeleptől érkező csatorna egyesül **6.** A szívóoldali (feltöltőoldali) vezértengely fázisszögét állítják, tehát így egy henger egy szívó- és egy kipufogószelepének nyitásközvetét módosítják. Az állítás tartománya 50 °ft. Az ún. késői vezérlési szögállásban



2 A járműépítési stratégiák egymásra épülése



3 A keresztáramú hengerfej gázcsatornái



4 A TDI motor hengerfeje

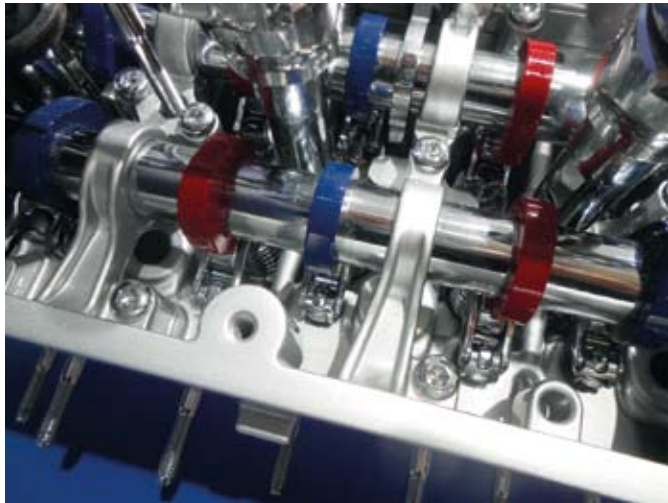
a henger egyik kipufogószelepe jó közelítéssel az AHP-ben nyit és az FHP-ben zár, míg a másik az AHP előtt nyit és az FHP-ben zár. A fázisállítást szívószelep késői állásban jóval az FHP után nyit és ennek megfelelően jóval az AHP után zár.

Az állítással a motor légviszonytényezőjét jelentősen megváltoztatják, ami a katalizátor regenerálásához szükséges és a részecské- és nitrogén-oxid-emisszió ellentétes alakulásának mértékét is csökkenti.

Az állítómű elektrohidraulikus, a motorolaj nyomásával működtetett lengő hidromotor, melyhez nyomásakkumulátor is kapcsolódik

7. A nyomástároló kis motorfordulatnál – kis motorolajnyomásnál – segít be, hogy az állítás sebessége a kívánt értéken maradjon.

A vezértengelyek vezérműkeretben vannak, „bennszülöttként”. A csapágyfedelek nem bonthatóak.



5 A szívó- és kipufogóbütykök elhelyezkedése



6 A hengerfej oldalnézete

Szabályozott szivattyúk

A motor veszteségeit csökkentendő mindkét munkaközeg – tehát a kenőolaj és a motor-hűtőfolyadék – szivattyúja szabályozható. Az olajszivattyú szállítását a szárnylapátos szivattyú házának billentésével (elfordításával), az excentricitás megváltoztatásával módosítják 8. Az olajnyomást a házra és fordítja el. A szabályozó olajnyomást – a motor-ECU parancsára – mágnesszelep vezérli 9.

Az olajszivattyú a vákuumszivattyúval egybeépítve, a motorteknőben foglal helyet, a motor főtengyéről olajálló fogazott szíj hajtja.

A hűtőfolyadék-szivattyút, ma még szokatlan műszaki kialakítását, a tavalyi számban már bemutattuk. A szivattyú járókereke köré szerleget tolnak be, illetve húznak vissza (a

hajtás állandó!), ezzel módosítva a szivattyú szállítását, segítve a motor gyors felmelegítését.

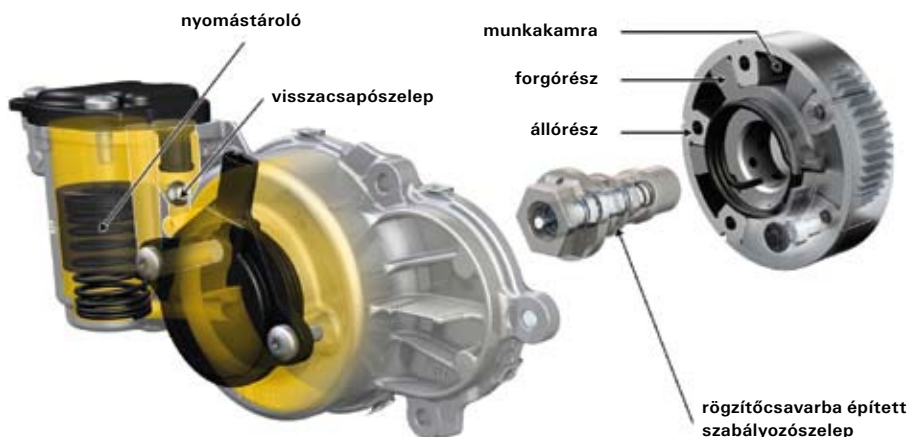
Nyomásmérő izzógyertya

Az új dízelmotorok égésfolyamat-szabályozásának alapjele lesz az égéstéri nyomáslefutás. A nyomásjelet a nyomásjeladóval egybeépített izzógyertya szolgáltatja. A nyomásfelfutás meredeksége, a csúcsonomás értéke és helye, számítottan a középnyomás értéke mind-mind olyan jellemzők, melyek alakulása meghatározza a motorüzemet. Ezekre eddig csak áttételesen következtettünk, illetve nem tudtunk róluk. A folyamatok kézbentartásához, a pontos folyamatszabályozáshoz, a regenerálási folyamatok pontos beállításához nélkülözhetetlenül szükséges. Ma még



8 Szárnylapátos, szabályozható szállítású olajszivattyú

csak egy henger kap nyomásmérő-gyújtógyertyát, a többi henger üzemére ebből következtetünk.



7 A vezértengely-fázisállítómű

Emissziótechnika – két megoldás lehetséges

A dízelmotoroknál a CO és HC oxidációjának és a részecskeszűrésének és oxidációjának egy útja-módja van.

Választási lehetőség (korlátozottan) a nitrogén-oxidok semlegesítésében lehet. Ha nem (nagyon) sokkal lépi túl a nyers, azaz kezeletlen kipufogógáz nitrogén-oxid-tartalma a tesztfutás során a határértéket, akkor alkalmazni lehet a nitrogén-oxid-tárolás, majd a tároló leürítésekor a redukció szakaszos módszerét, az NSC (német rövidítéssel NSK) eljárást. Ennek vitathatatlanságát előnye, hogy segédanyag nem szükséges a tisztításhoz.

Ha azonban nagy mennyiségű a kibocsátott nitrogén-oxid, akkor – mai tudásunk szerint – szükséges az SCR-tisztítás. Ehhez pedig az AdBlue segédanyagot kell tankolni. Mindkét eljárást az Autótechnikában és Autótechnika Akadémia keretein belül részletesen bemutattuk (a „történet” 5–8 éves már), így azok alapjaira nem kell kitérnünk.

Vajon a motoron és csak a motoron múlik, hogy melyik nitrogén-oxid-semlegesítést kell alkalmazni?

Az igaz, hogy a motor termeli a nitrogén-oxidot, és lehet ún. motorikus belső módszerekkel mérsékelni is, de azt, hogy mennyit, döntően a motor terhelése határozza meg. Ha a TDI-motort kis járműbe, kis össztömegű járműbe építik, az a vizsgálati menetciklusban nem terheli úgy a motort, mintha nagy tömegűben lenne (Golf és Passat, Audi A3 és A6 stb.).

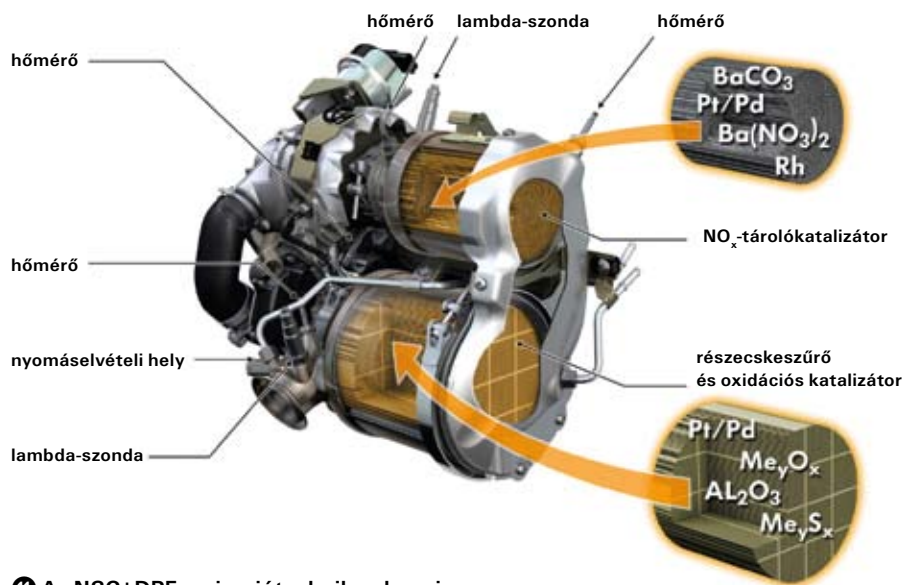
A TDI konstruktőrei ezért határoztak úgy, hogy a modularitást szem előtt tartva, mindkét semlegesítési módszert kiépítik.

Az NSC-semlegesítés

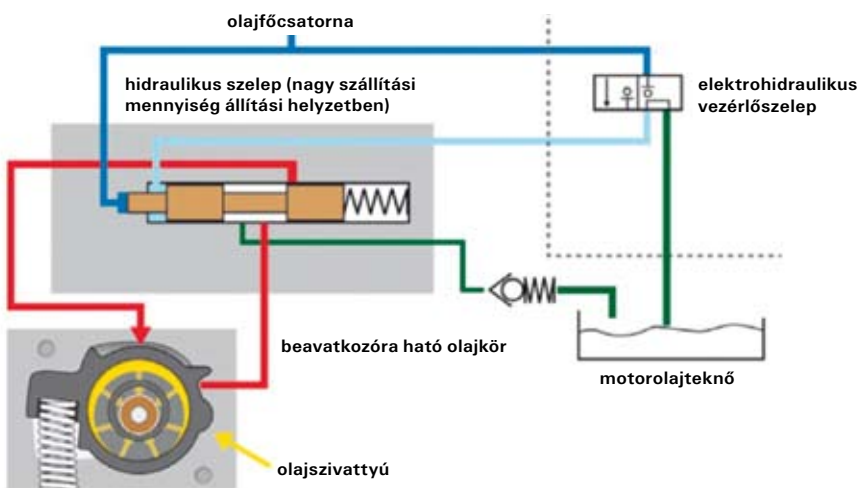
A turbótöltőből kilépő kipufogógáz közvetlenül az NSC-katalizátorba jut **10**. A nitrogén-oxid-tároló (NO_x Speicherkatalysator) platina, palládium, ródium és az NO és NO₂ megkötéséhez bárium katalizátorfémeket tartalmaz kerámiahordozójának wash coat rétegében. A bemenetnél az NO_x-szondák figyelik az NO_x koncentrációját. Teltődéskor meg kell kezdeni a katalizátor regenerálását: a nitrogén-oxidok leválasztását és redukálását. Ehhez CO, részoxidált szénhidrogének és hidrogén szükséges. Ezeket az anyagokat a motorral kell megtermeltetni. Ha a dízelmotor légviszonytényezője kevéssel



10 NSC-katalizátor és a DPF-részecskeszűrő



11 Az NSC+DPF emissziótechnika elemei



9 Az olajszállítás hidraulikus vezérlőköre

1 alatti, akkor a tökéletlen égés létrehozza ezeket. Pontos szabályozással kell ezt az üzemi állapotot beállítani (DeNO_x-fázis). Hőmérők vigyázzák a folyamatot a turbina előtt, az NSC előtt és után. A regenerálási folyamat percek belül végbemegy, miközben a motorirányításnak arra is kell vigyáznia, hogy ebből a gépkocsivezető és az utasok semmit, nyomatékcsökkenést, rángatást ne vegyenek észre. A regenerálás csekély tüzelőanyagfogyasztás-növekedést okoz, de ez a nagy átlagba nem szól bele.

Sajnos van még egy nehézsége az NSC-tisztításnak. A katalizátor nagyon érzékeny a kénre, a gázolaj kéntartalmára. Ha az európai előírásnak megfelel a gázolaj kéntartalma, tehát 10 ppm alatt van, akkor csak kb. 1000 km befutása után kell a katalizátort



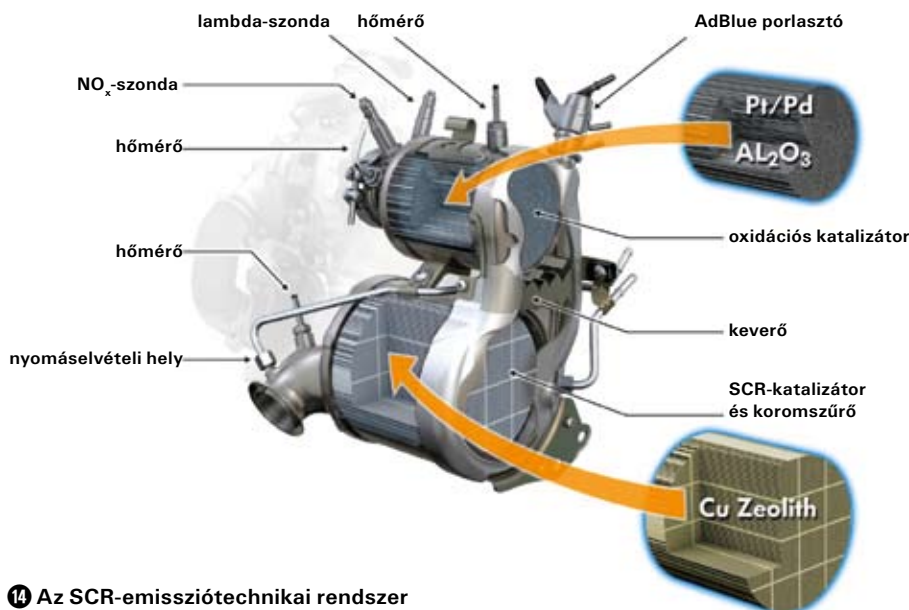
12 A DOC és az SCR + DPF dobok

kénmentesíteni. Ezt a folyamatot DeSO_x -eljárásnak nevezik. Ha a katalizátor hőfoka 620°C értéket tartósan eléri, a kén leválasztható a katalizátorfémről. Ekkor is szükséges a légviszony csökkentése. A DeSO_x -eljárás egybeköthető a részecskeszűrő (DPF) regenerálásával. A kéntelenítési folyamat szegény-dús-szegény keverékű váltóüzemben történik a hőmérsékletek beállítása végett. Ez akár 10 percet is igénybe vehet. A gyártó gondját azok az országok jelentik, ahol a gázolaj kéntartalma akár százszorosan is meghaladja az európai gázolajét.



13 AdBlue keverőtér az átömlőcsatornában

Ha megtörtént a nitrogén-oxidok semlegesítése, még hátralévő folyamat a részecskeszűrés és egyes komponensek oxidációja. Nagyon fontos, hogy az NSC-ben képződő H_2S molekulát, a hidrogén-szulfidot (kénhidrogén) is maradéktalanul oxidálja. Mint a 10 ábrán látjuk, a kipufogógáz 180 fokban fordul, és így jut be az alsó katalizátordobba, mely a részecskeszűrő „zsák” kerámiaoszlopait tartalmazza. A DPF katalizátora platina és palládium. A NSC+DOC+DPF rendszert a 11 ábra foglalja össze.



14 Az SCR-emissziótechnikai rendszer

Az SCR-semlegesítés

A szelektív katalitikus redukció (SCR) eljárás során ammónia közreműködésével, katalizátoron redukáljuk a nitrogén-oxidokat. Az ammónia a fedélzeten, közvetlenül az SCR-katalizátor előtt képződik az oda bejuttatott karbamid vizes oldatából, kereskedelmi megnevezéssel az AdBlue folyadékból. Az SCR emissziótechnikánál a katalizátordobok elrendezése, mérete szinte azonos az NSC-vel, így a 10 ábrán látható alapelrendezés változatlan maradhatott. A kipufogógáz a felső, átmenőcsatornás kerámiahordozójú dízeloxidációs katalizátorba (DOC) kerül 12, katalizátoranyaga platina és palládium. A kipufogógáz CO- és HC-tartalmát oxidálja és a motorban képződött nitrogén-monoxidot, az SCR jó hatásfokú üzeméhez előkészítendő, 50%-ban nitrogén-dioxidá alakítja. Az átvetőcsatorna bejáratánál találjuk az AdBlue injektort, a meleg környezet miatt vízhűtésű. A csatornában, perditőelemeket is alkalmazva, jók a keveredési feltételek 13. Az Euro 6 ma már általános katalizátorelrendezési sémája: DOC+DPF+AdBlue befecskendezés+SCR.

Az új TDI-motor egyesítette a DPF- és SCR-egységeket 14. A katalizátoranyaggal ellátott DPF egyben SCR-katalizátor is! Az SCR katalizátora réz és zeolit.

A DPF-nek oxidálnia is kell, mert

- a kormot el kell égetni (DPF-regeneráláshoz a beindulási hőmérsékletet kell csökkenteni),
- az itt keletkezett CO-t kell szén-dioxidá oxidálni, és ami nagyon fontos
- a „kicsúszni” akaró fölös ammóniát is szén-dioxidá és vízzel kell alakítani.

Mindezen folyamat ellenőrzéséhez NO_x -szonda, lambda-szonda, hőmérők és nyomásmérő szükséges.

Kipufogógáz-visszavezetés - kétféle EGR

Mind az NSC-, mind az SCR-tisztításnál kétféle kipufogógáz-visszavezetést is alkalmaznak. A hagyományos út az, amikor a turbófeltöltő előtti csőszakaszból jut vissza a gáz, itt a hengerfejben kiképzett csatornán át a fojtószelep mögé. Mai megnevezéssel ez a nagy nyomású EGR (HP-EGR). A hengerfejben való átvetés jó megoldás, mert üzemállapottól függően hűti a gázt, vagy éppen hogy, kis motorterhelésnél a kipufogógáz hőfokát növeli a melegebb belépő levegő révén, és így a katalizátorok nem hűlnek le túlságosan.

Újdonság a kisnyomású EGR (LP-EGR). A kipufogógáz a DPF után lép ki, átmelegszik az EGR-hű-

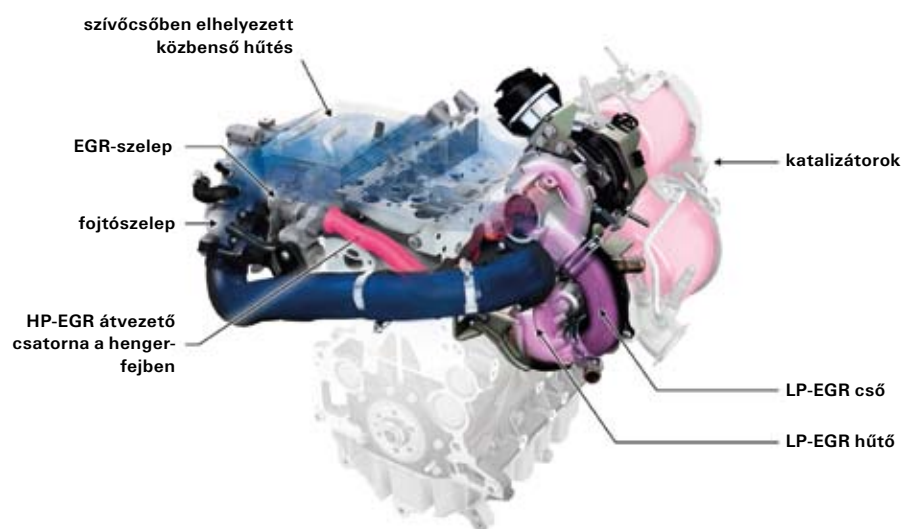
Járműadatok

Az új, 2,0 literes TDI-motorral szerelt Golf az alábbi adatokkal rendelkezik:

Jellemző	EU6 (110 kW)	EU6 (135 kW)
maximális sebesség	216 km/h	230 km/h
gyorsulás 0–100 km/h	8,6 s	7,1 s
rugalmasság 80–120 km/h (4. fokozat)	7,0 s	5,7 s
rugalmasság 80–120 km/h (5. fokozat)	9,5 s	7,5 s
tüzelőanyag-fogyasztás	4,1 l/100 km	4,2 l/100 km
CO ₂ -emisszió	106 g/km	109 g/km

Az MQB, tehát keresztbeépítésű TDI-motorcsalád két új taggal fog bővülni a közeljövőben, egy biturbós 4 hengerűvel és egy 3 hengerűvel, valamint várható az MLB-hez tartozó motorvariáns debütálása is.

DR. NAGYSZOKOLYAI IVÁN

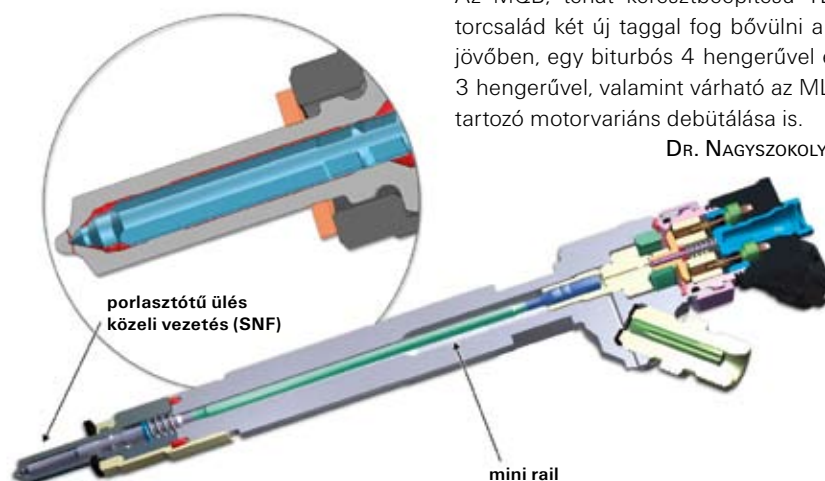


15 HP és LP kipufogógáz-visszavezetés

tón és a turbótöltő előtti csőszakaszba lép be. A két rendszert együtt mutatja a 15. ábra. Az LP-EGR hűtőegysége és szabályzó-szelepe a 16. ábrán látható. A motorközeli gázélvétel szükségtelemé teszi a kipufogócsőbe torlasztó fojtószelep beépítését. Az LP-EGR előnye, hogy tiszta – részecskementes – kipufogógáz jut vissz a szívóoldalra.

Befecskendezés

A motor common rail befecskendezésű. Maximális nyomása 2000 bar, melyet egy Bosch CP4.1 szivattyú állít elő. Az injektor CRI2-20 típusjelű, mágnesszelepes. Újdonsága a porlasztótartóban kialakított „mini rail”, mely nyomáslengés tompító hatású, valamint a porlasztócsúcs kilépő furataihoz közel kialakított tűvezetés 17.

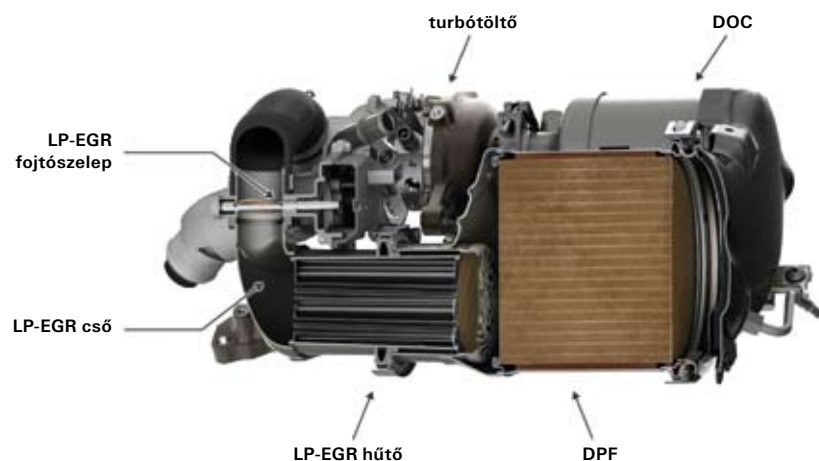


17 CRI2-20 típusjelű, mágnesszelepes injektor

Forrás:

Dr.-Ing. Heinz-Jakob Neußer, Dipl.-Ing. Jörn Kahrstedt, Dipl.-Ing. Hanno Jelden, Dipl.-Ing. Hermann-Josef Engler, Dipl. Ing. Richard Dorenkamp, Dr.-Ing. Stefanie Jauns-Seyfried, Dipl. Ing. Andreas Krause, Volkswagen AG, Wolfsburg „Die neue modulare TDI®-Generation von Volkswagen”, 33. Internationales Wiener Motorensymposium 2012.”

Dr.-Ing. Heinz-Jakob Neußer, Dipl.-Ing. Jörn Kahrstedt, Dipl.-Ing. Hanno Jelden, Dipl. Ing. Richard Dorenkamp, Dr. rer. nat. Thorsten Düsterdiek, Volkswagen AG, Wolfsburg, „Die EU6-Motoren des Modularen Dieselmotorkonstruktionens von Volkswagen – innovative motornaher Abgasreinigung für weitere NO_x- und CO₂-Minderung.” 34. Internationales Wiener Motorensymposium 2013.”



16 LP-EGR gázélvétel és hűtés