



*Magyarországon készül a „suttogó dízel”*

## Az OPEL 1.6 CDTI motorja

A magyarországi belső égésű motorgyártás és motorfejlesztés a II. világháborút követően napjainkig igen változatos képet mutat. A Steyr licenc alapú Csepel-motorok, majd az M.A.N. licenc alapján gyártott Rába-motorok koruk élen járó motorjai voltak. Hazai továbbfejlesztett változataik meghaladták a licenc termékek jellemzőit. Elismertek voltak a hazai tervezésű és a licenc nagyvasúti dízelmotorok, ezek mellett eltörpültek ugyan méretükben, de kiválóságban nem a motorkerékpár-motorok. A rendszerváltáskor még csak gondolni sem mertünk arra, hogy néhány év elteltével motorgyártásban világszinten is meghatározó szerephez jutunk. És ez a fejlődés további rohamos növekedést mutat. Cikkünkben a General Motors szentgotthárdi Opel Szentgotthárd motorgyárának egy új, a kor követelményeinek mindenben megfelelő, trendmeghatározó dízelmotorját mutatjuk be.



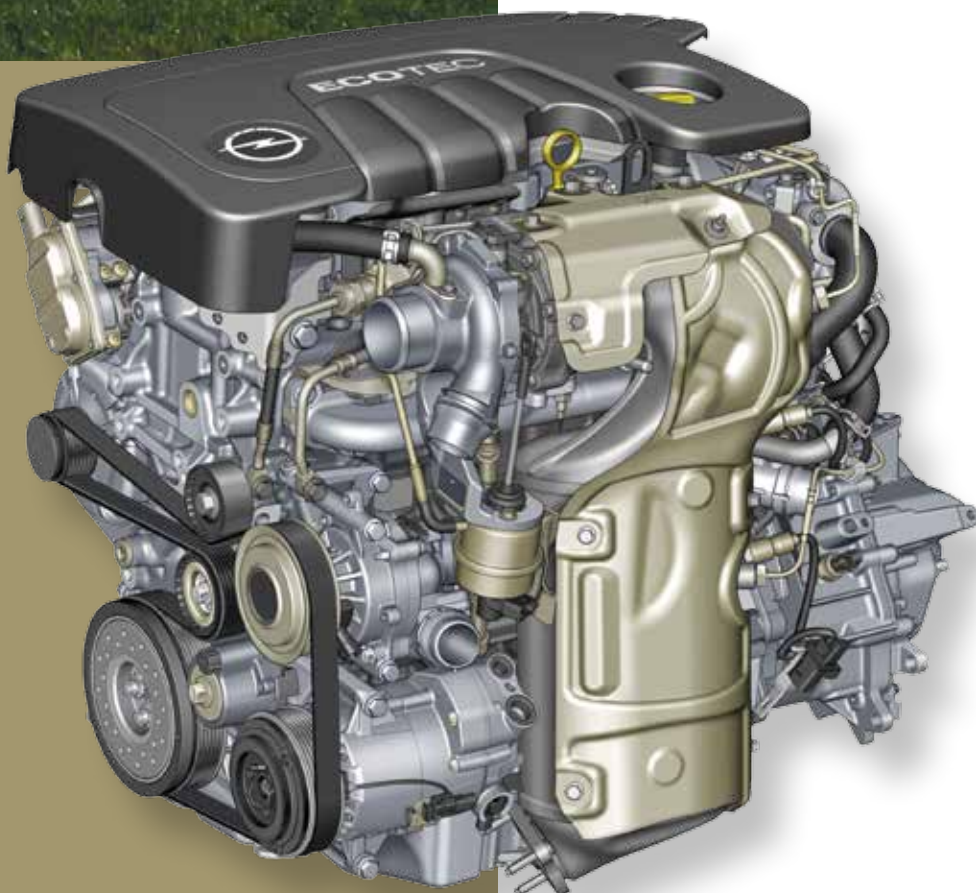
DR. NAGYSZOKOLYAI IVÁN

## A KEZDETEKTŐL NAPJAINKIG

Érdeemes felidézni a szentgotthárdi Opel gyár, elsősorban a motorgyártás történetét dióhéjban, hogy lássuk, milyen út vezetett napjainkig, milyen a fejlődés íve. A General Motors és a Rába Magyar Vagon- és Gépgyár 1990 júliusában szerződést írt alá egy vegyesvállalat létesítéséről, mely a rendszerváltás utáni Magyarország első multinacionális



1 A Flex Motorgyár avató szalagja



vállalata lett. A projektet hivatalosan szeptemberben jelentették be, a General Motors Hungary Járműgyártó Kft. bejegyzése pedig 1991 januárjában történt meg.

1992. március 13-án gördült le a szalagról az első Opel Astra, a modern kor első magyar építésű személygépkocsija, melyet Antall József miniszterelnök vezetett le a szerelősorról.

Júniusban elkezdődött az 1.6 literes, 8 szelepes motorok gyártása. 1992 októberében Göncz Árpád köztársasági elnök hivatalosan is felavatta a GM Hungary gyárát.

1996 szeptemberében megkezdte a termelést a hengerfejgyár, a világ egyik legmodernebb gyaraként. Legyártásra került az egymilliomodik motor.

1999-ben lezárult egy korszak: a 4404-edik Vectrával befejeződött az autók építése. A motorgyár ebben az évben gyártotta le az eddigi legnagyobb darabszámot. Több mint 515



2 A Powertrain Engineering Center egyik fékterme Torinóban



3 Az Opel Zafira Tourer motortere

ezer új motor készült, a hengerfejgyártás is nagy lépésekkel bővült. Októberben már a második millió motor is elhagyhatta a gyárat.

Átugrunk néhány évet, melyek sorában sajnos az autógyártás nagyban súlyosan érintett világválság éveit is benne voltak, és eljutunk 2013-ig.

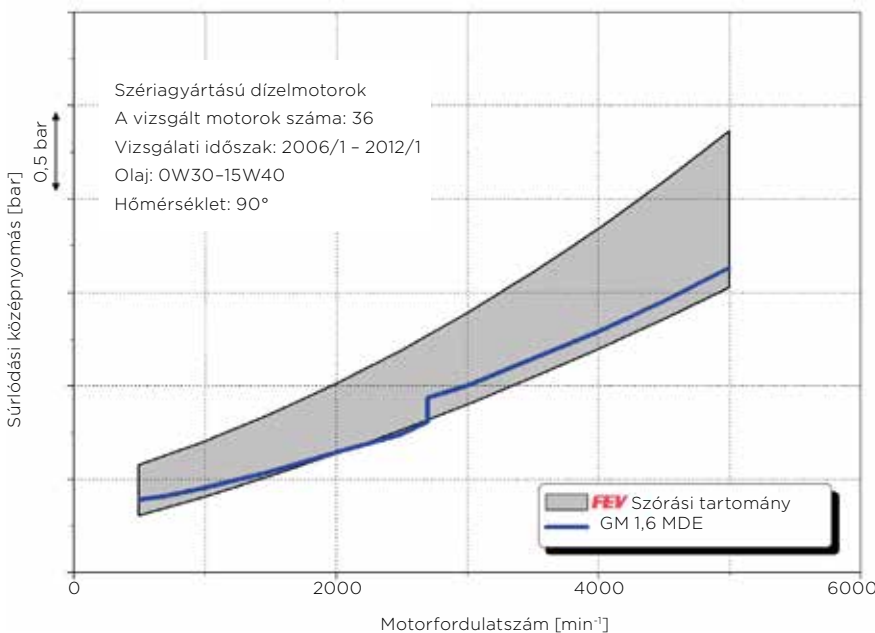
2011. április 12-én Orbán Viktor miniszterelnök és Nick Reilly, az Opel/Vauxhall európai elnöke lerakták a Flex Motorgyár alapkövét. Szeptember

23-án már az új gyár 30 000 m<sup>2</sup>-es csarnoka bokrétaünnepségét tartották. A Flex Motorgyárban, mely Európa egyik legmodernebb és legrugalmasabb motorgyára, ugyanazokon a sorokon nyílik lehetőség különböző motortípusok előállítására.

A 2012. év az Opel Szentgotthárd történetében már a fellendülés korszakát nyitotta meg.

2012 júliusában ünnepelte a vállalat motorgyártásának 20 éves évfordulóját.

OPEL ZAFIRA TOURER ECOFLEX, 1.6 CDTI	
végsebesség	193 km/h
gyorsulás (0–100 km/h)	11,2 s
rugalmasság (5. fokozatban 80–120 km/h)	11,3 s
CO <sub>2</sub> -emisszió (NEDC)	109 g/km
tüzelőanyag-fogyasztás (NEDC)	4,1 l/100 km



4 Szériagyártású dízelmotorok sűrítési középnyomás tartománya, a karakterisztika az Opel 1.6 CDTI értékét mutatja



5 A common rail rendszer elemei

2012. szeptember 20-án, Orbán Viktor miniszterelnök és Thomas Sedran, az Opel/Vauxhall Igazgatótanácsának elnökhelyettese felavatták a Flex Motorgyárat 1.

A Flex gyáregységben készülő első motor, az MGE (middle-size gasoline engine), azaz a közepes méretű benzínmotor 2013. február 8-án jött le a gyártósorról.

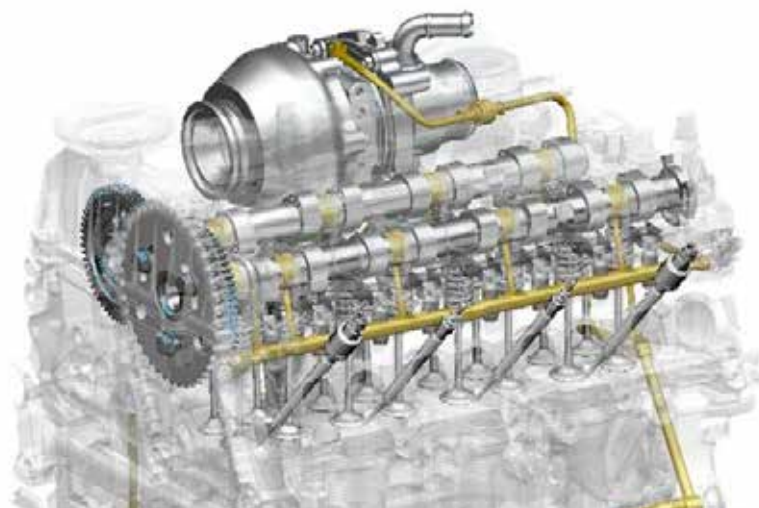
Pár nap múlva, február 12-én Orbán Viktor miniszterelnök és



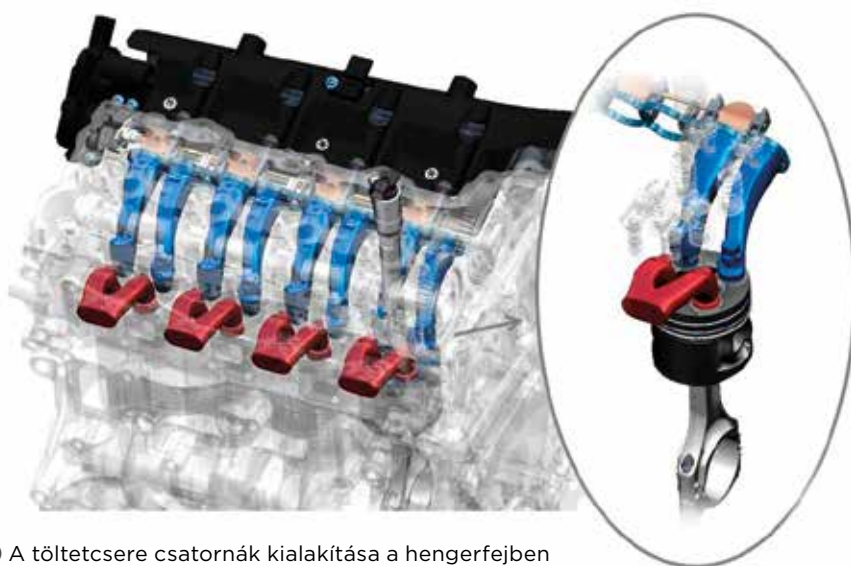
6 A Denso CR nagynyomású szivattyú



7 A Denso közös nyomócső és a CR-injektorkok



8 A két szélső izzógyertya (PSG) méri a hengertéri gáznyomást is



9 A töltetcsere csatornák kialakítása a hengerfejen

Joachim Koschnicke, az Opel/Vauxhall kormányzati kapcsolatokért felelős alelnöke bejelentették a Parlamentben, hogy a Flex gyár tovább bővül: újabb 1600 m<sup>2</sup>-rel nő a csarnok mérete, s további 100 fő felvétele válik szükségessé a következő években. A kapacitásbővítéssel az Opel újabb 130 millió eurót investál szentgotthárdi gyárába.

A Flex gyárban 2013. június 18-án a szintén közepes méretű, teljesen új konstrukciójú dízelmotor, az MDE (middle-size diesel engine) került sorozatgyártásba (lásd a címképet!). 2013. július 9-én ismét bővítést jelentett be Solt Tamás ügyvezető igazgató. Ennek értelmében további 60 millió eurós beruházás valósul meg Szentgotthárdon, mellyel tovább bővül a Flex motorgyár rugalmassága, és éves kapacitása további 70 ezer darabbal növekszik.

A beruházás nyomán további 100 munkahely jön létre. Ezzel a Flex Motorgyár kapcsán megvalósuló összeruházás megközelíti a 700 millió eurót, az éves kapacitás pedig elérheti a 650 ezer darabot.

A 2013. február óta üzemelő Flex gyárban termelt 14 ezer motor mellett a Family1-es motorgyár 340 ezer motort állított elő, melynek körülbelül 70 százaléka a tengeren-



10 A szívócső burkolata a zajcsökkentést szolgálja



11 Kipufogógáz-visszavezetés (hűtő- és RGR-szelep)

túlton került értékesítésre. 2014-ben az összdarabszám 10%-os növekedése várható, azaz a két motorgyár együttesen közel 400 ezer darab motort állít majd elő. Amellett, hogy a darabszámok emelkednek, 2014-ben 20 új motorvariáns is bevezetésre kerül, továbbá a megmunkált motorkomponens-üzletág is újraindul. A 2014. év legjelentősebb eseménye lesz a kisméretű, 3 hengerű benzines motorcsalád (SGE, small-size gasoline engine) sorozatgyártásának júniusi elindulása. A Flex gyár folyamatos feljutásának köszönhetően a munkatársak létszáma 2013-ban 150 fővel nőtt, idén pedig több száz közel 400 fős létszámnövekedés várható.

## GYÁRLÁTOGATÁS

Szerkesztőségünk kérésére az Opel Szentgotthárd Flex Motorgyár igazgatója, Kenyeres Gyula fogad szívvel. Régi ismeretség köt minket össze, tudja, hogy amennyire a gyári titoktartás engedi, minket a „nagyon műszaki” dolgok érdekelnek. „Mi elsősorban gyártók vagyunk, és ezt nem ma kezdtük” – mondja, ahogy a gyártósorok mellett lévő irodájában kezdjük a beszél-

getést. „A szentgotthárdi gyártású, szerelésű motorokat mindenütt a legnagyobb elismerés övezi, többször is megkaptuk konzernen belül a legjobbaknak járó kiváló minősítést. Talán ezért kaptuk meg az újgenerációs SIDI benzinmotor mellett a mai legkorszerűbb dízelmotor gyártását is. Kedves Tanár Úr, ha a motorról kérdezel, hogy mit tud, mik voltak a konstrukciós szempontok, arról mi már kevesebbet tudunk, hiszen a mi fő feladatunk a hatékony, minőségi gyártás, de segítünk, hogy ezekhez az információk is rendelkezésedre álljanak.” Köszönöm!

Akkor nézzük, hogy egy kissé terjedelmesebb cikk erejéig mi mindent tudunk meg az új dízelmotorról! Az 1.6 literes, 4 hengerű CDTI dízelmotor motor, illetve motorcsalád gyártói megnevezése MDE (Midsize Diesel Engine), mely a B-, C-, illetve D-szegmens autóihoz készül. Járműmodellbe építéstől függően különböző emissziótechnikával – SCR vagy LNT – teljesíti az Euro 6 előírást. Az MDE alapot a Powertrain Engineering Centerben, Torinóban tervezték 2, a beépítés és a kalibráció Rüsselsheimben készült, szakmai támogatást kaptak a GM fejlesztés-



12 BorgWarner gyártmányú VTG turbóöltő

tőközpontjaiból, az USA-ból. Mint arról beszámolnak, 1000 mérnököt vontak be a fejlesztésbe, 24 ezer szerkezetanalízist végeztek, ebben 90 millió végeelem-számítást az optimalizáláshoz.

Az MDE-motort csak a GM szentgotthárdi Flex gyárában gyártják 2013-tól.

## MOTORJELLEMZŐK

Az Astra hatchback, notchback és Sports Tourer is megkapta a 100 kW-os MDE-motort. Az Astra fogyasztása ezzel a motorral 3,9 liter/100 km. Az Astra hatchback gyorsulása 0–100 km/h között 10,3 s, 80 és 120 km/h között pedig 9,2 s. Az Astra végsebessége 200 km/h (Astra notchback 205 km/h). Az MDE-motornak van 81 kW-os változata is (maximális nyomaték 300 Nm), ezzel az Astra fogyasztása 3,7 liter/100 km, CO<sub>2</sub>-emissziója 97 g/km, a gyorsulás 12 s, a végsebesség 186 km/h.

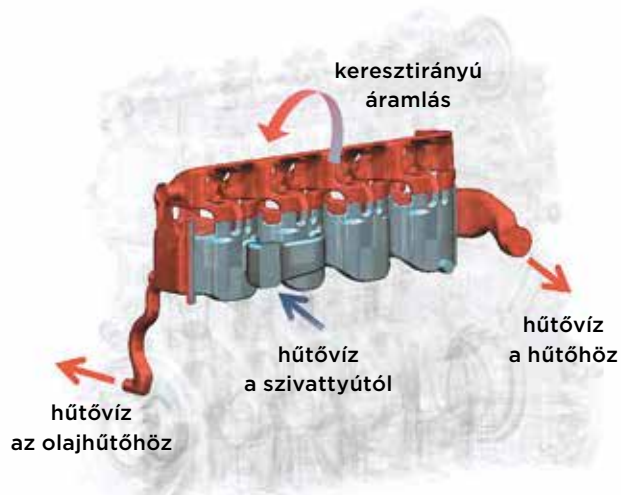
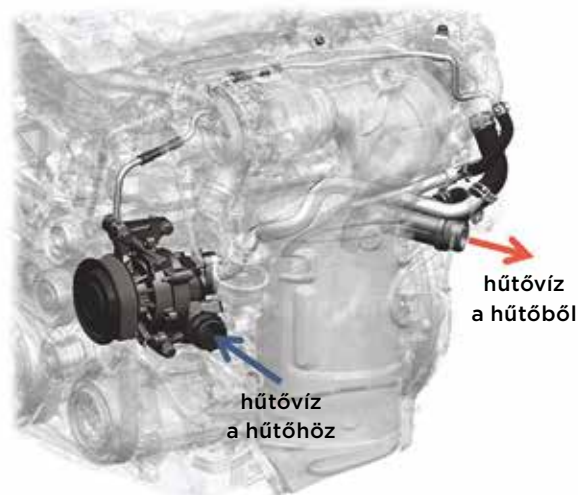
A motor súrlódáscsökkentésére nagy figyelmet fordítottak. Az MDE-motor súrlódási középnyomása (FMEP – Friction Mean Effective Pressure) a konkurens személygépkocsi dízelmotor modellek értékeit mutató sáv alsó határán fekszik az 1750–2750 min<sup>-1</sup> fordulatszám inter-

A DÍZELMOTOR FŐBB ADATAI	
hengerek száma	4
lökettérfogat	1598 cm <sup>3</sup>
furat/lökét	79,7/80,1 mm
hengertávolság	88,7 mm
kompreszióviszony	16:1
névleges teljesítmény	100 kW/3500–4000 min <sup>-1</sup>
maximális forgatónyomaték	320 Nm/2000 min <sup>-1</sup>
emissziómegfelelés	Euro 6
alumínium motorblokk és csapágykeret (bedplate)	
szelepek száma	16
vezérlés	DOHC, lánchajtással, a lánchajtás a motor lendítőkerék felőli végén van (!)
kipufogógáz-visszavezetés	hűtött nagynyomású (HP) EGR by-pass ággal
főtengely	4 „sonkás” főtengely
turbótöltő	vízhűtésű, VNT (BorgWarner)
segédberendezések	olajszivattyú és vákuumszivattyú egybeépítve a kartertérben, lánchajtás a főtengelyről
teljesítményre vetített fajlagos tömeg	1,4 kg/kW
műanyag és kompozit anyagok fokozott alkalmazása	
szeleppel vezérelt dugattyúhűtő olajcsatorna	
befecskendezés	egy ciklusban max. 10 részbefecskendezés
CR-injektor	elektromágnes, 8 furatú porlasztócsúcs
maximális befecskendezési nyomás	2000 bar
A motort kéttömegű lendítőkerékkel szerelik.	

vallumban, mely a leggyakrabban használt üzemi tartomány. Ezzel a súrlódási középnyomással ma az MDE-motor kategóriája legjobb értékét hozza ④.

## TÜZELŐANYAG-ADAGOLÁS

A DENSO gyártmányú common rail rendszer a DENSO székesfehérvári gyárából kerül ki ⑤. A maximális üzemi nyomás 2000 bar. A nagynyo-



⑬ Hűtővíz-csatlakozások



14 A VTG turbótöltő állítóműve útdóval



16 Szíjtárcsa integrált főtengely torziós lengéscsillapítóval (TVD)

mású HP3 CR-szivattyú az ismert két dugattyús, hozamszabályzós 6. A többszörösen tagolt (maximálisan 10) befecskendezés az égéslefolyást lágyabbá teszi, mely az égési zajt lényegesen csökkenti. Emellett az égési csúcshőmérséklet mérséklésével kedvező szinten marad a nitrogén-oxidképződés. A mágnesszelepes DENSO CR-injektor 7 belső elemei DLC-bevonatot kaptak, melyek rendkívüli kopásállóságot, így a motor élettartama alatt teljes biztonságú működést garantálnak, valamint alkalmassá teszik a befecskendezőrendszert a világ különböző helyein kapható bio tüzelőanyagokkal való üzemre.

A motorirányítás és az égésfolyamat-felügyelet nyomáslefutás alapú visszacsatolással történik. A motor hagyományos funkciójú izzógyertyái közül kettő (1. és 4. hengerben) ún. PSG gyertya 8. A PSG (Pressure Sensor Glow Plug) gyertya érzékelője révén a mindenkori égéstéri gáznyomás értékét továbbítja az ECU-ba. Ezzel a maximális csúcshőmérséklet (MDE-motorban 180 bar) ellenőrizhető, vezérelhető az előbefecskendezés és a többszörös befecskendezés. Nem minden MDE-motorba szerelnek PSG izzógyertyát, ezeknél a motoroknál az égésfolyamat jellemzői modellalapon becsültek.

A kapcsolt EGR-csatornák kialakítása olyan, hogy a visszavezetendő kipufogógáz (EGR) mennyisége legfeljebb 1%-ban ingadozhat a névleges érték körül. Az EGR-szelep a hűtő belépő – meleg – oldalán van, a leragadás esélye ezzel csökkenthető 11. Az EGR-szelep DC-motorja útviisszajelzéssel pontos és gyors szabályozást tesz lehetővé (lásd a 14. képet).

## TURBÓTÖLTÉS

A BorgWarner gyártmányú, magyarországi gyártású (BorgWarner Turbo Systems Alkatrészgyártó Kft., Oroszlány) turbótöltő VNT, a vezetőlapát állítóműve vákuumos, az állítás útja visszajelzett, a visszacsatolással válik a rendszer szabályozottá 12.

## HŰTÉS

A hűtővízáramlás a blokkon és hengerfejen keresztirányú, ez egyenletesebb hűtést, hőfokelosztást eredményez. A vízbefetés a blokkba a kipufogóoldalon van, innen jut fel a víz a hengerfejbe, majd hurokkal jut vissza a blokkba 13. A vízkilépés a blokk szívóoldalán van.

A vízszivattyúhajtás elektromos tengelykapcsolóval leválasztható, így a

## TÖLTETCSERE

A motornak két önálló szívócsatornája van. Az egyik tangenciális csatorna, a másik perdületes csatorna. Ezek határozzák meg a levegő hengerbe bevezetés áramlásának módját 9. Az egyik csatorna fojtószeleppel fokozatmentesen zárható és helyzete visszajelzett, így a hengertéri levegőtöltet-áramlás tág határok között beállítható. Ennek révén kedvező nyeresémisszió és nagy középnyomás érhető el.

A szívócső kompozit, mely a szívási zaj csökkentése végett kapszulázott és zajárnyékoló burkolatot is kap 10.



15 A főtengely lengéscsillapító (TVD) szerkezete

motor a felmelegítési periódusban 10 °C értékkel nagyobb hőfokú hűtőközeggel üzemel. A szabályozás a hengerfej fémhőmérséklete, a hűtőközeg hőmérséklete és az akkumulálódott hő alapján történik. A vízszivattyúhajtás elektromos tengelykapcsolóval kapcsolható 14.

## SEGÉDBERENDEZÉSEK

A segédberendezések hajtása (tanuljunk angolul: ez a FEAD – Front End Accessory Drive) hajtja a vízszivattyút, a klímakompresszort, a generátort poli-V, 6 bordás szíjjal, szíjfeszítés görgős feszítővel. A főtengely szíjtárcsa a torziós főtengely lengéscsillapítás (TVD – Torsional Vibration Damper) feladatát is ellátja, mechanikus elvű, tangenciális rugó elhelyezésű, szabadonfutós (15. és 16. kép). A szíj feszítőerőt és a dinamikus igénybevételét ezzel lehetett csökkenteni, ez különösen előnyös stop/start üzemben. A szíjfeszítő rugóerőt az



17 Az SCR-emissziótechnika és az AdBlue injektor elhelyezése

elődmotorhoz képest 52%-kal tudták csökkenteni, így csökkennek a csapágyterhelések, nő a szíj élettartama, csökken a hajtás zaja. A zajcsökkentés eredménye 2 dB(A) hangnyomásszint-változás.

A motor vákuumszivattyúját és kenőolaj-szivattyúját összeépítették és a kartertérben helyezték el, hajtása a

főtengelyről láncsal történik. A kenőolaj-szivattyú két fokozatban szállítás-, illetve nyomásszabályozott. A dugattyúhűtés olajsugarához szükséges a nagyobb szállítás és nyomás. A motorblokk oldalán található mágnesszelep a dugattyú olajhűtés olajcsatornáját nyitja meg, ha a hűtésre szükség van (lásd a 6. képet!). A két szivattyú főtengelyről történő lánchajtása a motor lendítőkerék felőli végén van.



18 Az Opel 1.6 CDTI motor LNT+DPF katalizátorral

## KIPUFOGÓGÁZ-UTÓKEZELÉS

Az MDE-motor, attól függően, hogy milyen gépjárműbe építik, kétféle Euro 6 előírást teljesítő emissziótechnikai rendszerrel készül: motor közeli beépítésű DOC és DPF + padló alatti SCR 17, valamint motor közeli tárolókatalizátor (LNT – Lean NO<sub>x</sub> Trap) dízeloxidációs (DOC) funkcióval és vele egybeépített részecskeszűrővel (DPF) 18. Optimalizálták a katalizátor térfogatot és felületnagyságot, tökéletesítették az áramlás eloszlását a belépő felületeken. Így a felületkihasználásban 97%-a aktív lett.

DPF-regenerálás nem flexibilis kezdeményezés helyett, kifinomult vezérlési algoritmusmal, modellalapú lerakódás-meghatározás alapján





20 Motorirányító egység (D1P-E98 ECU)

elrendelt szakaszos regenerálású. A csak DPF differenciányomás alapú regenerálás-igény meghatározás nem kellő pontosságú és felesleges regeneráláshoz vezet annak érdekében, hogy a DPF-eltömődést elkerüljék. A modellalapú regenerálás-igény meghatározás veszély nélkül csökkenti a regenerálások számát, ezzel csökkenti a tüzelőanyag-fogyasztást.

Az SCR esetében a maradéktalan NH<sub>3</sub>-képzés és a kipufogógázzal való tökéletes keveredés az NO<sub>x</sub> átalakítási hatások növelésének feltétele. A jól megválasztott geometriai kialakítás, az AdBlue injektor elhelyezése, a keverőelemek alakja és elhelyezése révén – nagyon kis ellennyomás mellett – 95%-os átalakítási hatásfokot értek el.

A DOC-DPF szabályozáshoz egy hőmérséklet-jeladót és egy lambda-szondát építettek be, a DPF pillanatnyi fojtását differencia nyomásjeladó mutatja.

Az SCR-szabályozáshoz és OBD-felügyelethez egy hőmérséklet-jeladót és két NO<sub>x</sub>-szondát alkalmaznak.

Az emissziótechnikai rendszert nem a motorgyártó, hanem az autógyártó szereli fel, illetve csatlakoztatja a motorhoz.

### ZAJCSÖKKENTÉS

Az MDE-motor beceneve „suttogó dízel”, mely a rendkívül kis zajkibocsátására utal. A motorfejlesztés kiemelt célja volt a motor csendes járásának elérése. Már külön-külön említettük ennek elemeit, foglaljuk össze most tétélesen is: a befecskendezés többszörözése, ezzel az égésfolyamat lágyítása, a szívórendszer kapszulázása, zajszigetelése, a kartertérbe helyezett vákuumszivattyú, a segédberendezés-hajtás „simítása”, a motor közeli kipufogó-tisztító rendszer. Az eredményt

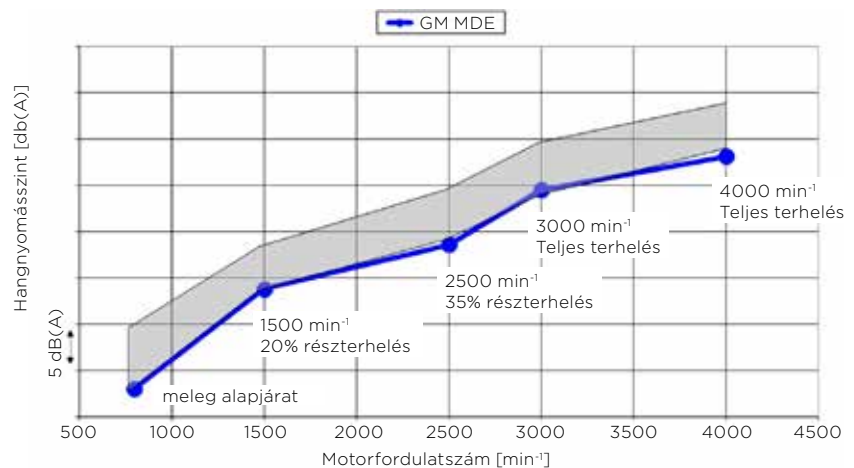
a 19. diagram mutatja. A motor zajkibocsátása, a vetélytársakkal összehasonlítva, kiemelkedően jó. Az autótészték kiemelik a rendkívül zajszegény, kulturált motorüzemet.

### MOTORIRÁNYÍTÓ EGYSÉG

A D1P-E98 jelű ECU-t olaszországi, németországi és USA GM fejlesztőközpontokban tervezték, és a GM 3 és 4 hengerű Euro 6 dízelmotorjaihoz készült. Több mint 150 szabadalmaztatott kontroll funkcióra képes, jellemzői: egymagos CPU, 4 MB flash, 256 kB RAM, 256 MHz órajel 20.

Alapfunkciói (az MDE-motornál a felsoroltak mindegyikét értelemszerűen nem alkalmazzák):

- integrált izzógyertya-vezérlés,
- flexibilis CR-injektor ASIC-vezérlő, kis- és nagyfeszültségű rendszerekhez,
- maximálisan 10 részre osztott ciklusadag-befecskendezés,
- tüzelőanyag-adag korrekció algoritmus,
- hengertéri nyomás visszacsatolású égésszabályozás (PSG izzógyertya),
- egy-, illetve kétfokozatú töltésvezérlés,
- HP- és LP EGR-vezérlés,
- változtatható hengertéri levegő-áramlás-vezérlés fojtószeleppel,



19 A kategória motorjai értékmezőjében az Opel 1.6 CDTI motor zajkibocsátása



21 Szentgotthárdon a szerelősorról jelenleg 2-5 percenként jönnek le az 1.6 CDTI motorok

- modell alapú DPF koromtelítődés értékelés,
- DPF regenerálásvezérlés többszörös befecskendezéssel és kipufogócső-befecskendezéssel,
- NO<sub>x</sub>-redukció vezérlés SCR- és LNT-rendszerekhez,
- változtatható hűtő- és kenőolaj-szivattyú vezérlés,
- indítógenerátoros mild-hibrid vezérlés,
- tökéletesített diagnosztikai funkciók.

Az Opel Szentgotthárd Flex Motorgyárában az 1.6 CDTI dízelmotor hengerfej, főtengely és motorblokk megmunkálását, valamint a motor összeszerelését végzik, a fokozott igények miatt egyre növekvő darabszámban 21 hamarosan két műszakban. A szerelősorról a motor jelenleg 2-5 percenként jön le, a Flex lényege, hogy ez a termelési igénynek megfelelően rugalmasan állítható be, illetve a megmunkált komponensek több motorcsaládhoz azonos gyártósorokon készülnek.

A motoroknak egy része kerül a gyártósorról lekerülve melegjára, azaz motorfékpadra. Ennek számát a minőségbiztosítási rendszer írja elő. Többségüket hidegteszten (hidegjára-

táson) vizsgálják. A hidegteszt során tömítettségeket, forgatási súrlódási ellenállást, a szelepvezérlést ellenőrzik. Ma ez a teszteljárás a világ motorgyártásában általános, a gyári titkot az adott motorra vonatkozó megfelelőségi paraméterek jelentik. Szentgotthárdról az 1.6 CDTI motor

Európa szinte valamennyi GM Opel autógyárába kerül. A kiváló paraméterekkel rendelkező motor és a minőségi gyártás méltán öregbíti a hazai motorgyártás világhírét. ■

Fotó: media.opel.com; Nszl, Czika László

Forrás:

1) Ing. Gianmarco Boretto, Ing. Roberto Golisano, Ing. Michele Scotti, Ing. Pierpaolo Antonioli, Ph.D. Richard M. Frank, Ing. Giovanni Rovatti, General Motors Powertrain Europe s.r.l., Turin, Italy, Dipl.-Ing. Markus Weßlau, Adam Opel AG, Rüsselsheim, Germany: The first of a new generation of diesel engines from General Motors - the efficient and powerful 1.6 liter Euro6 Midsize Diesel Engine, 34. Internationales Wiener Motorensymposium 2013

2) Ing. Gianmarco Boretto (Program Manager and Chief Engineer, Midsize Diesel Engine): THE NEW 1.6 CDTI DIESEL ENGINE, Dudenhofen, April 2013.

3) Tizenhét motort adományozott az Opel Szentgotthárd, közlemény, 2013. 12. 16.

4) <http://www.opel.hu/experience-opel/szentgotthardi-opel-gyar/info.html>

Ajánlott filmek:

<https://www.youtube.com/watch?v=DE8DbbfNUKM>  
<http://www.beru.com/video/video-psg-en.html>  
<https://www.youtube.com/watch?v=CIYV93wuKnE>  
<https://www.youtube.com/watch?v=OkAAHkcsr60>



**GIANMARCO BORETTO,**  
 Programmedzser és  
 MDE főmérnök,  
 dízelmotorok,  
 GM Powertrain Europe

