

9 fokozatú hidromechanikus sebességváltók

A környezetterhelés csökkentésére, az energetikai hatásfok javítására egyik lehetőség a sebességfokozatok számának növelése. Az egymást követő fokozatok áttételi aránya különbségének csökkentése javítja a gyorsulóképességet, a kapcsolások minőségét és pontosságát is. Elérhető továbbá, hogy a legnagyobb fokozatban az erőátvitel összátvétele csökkenjen, ezáltal a motorfordulatszám is kisebb lesz országúti menetben, javul a hatásfok, a menetkomfort, mérséklődik a zajterhelés.



ZF 9HP

A ZF első 9 fokozatú automatikus váltóját a keresztmotoros, összkerék-hajtású Land Rover személygépkocsiba építették be. Ezt a prémiumkategóriás járművet idén márciusban, Genfben, a 83. Nemzetközi Motor Show-n mutatták be. A „9HP” típusú erőátviteli egység a ZF tájékoztatása alapján a nagyfokú hatékonyságát a fokozatok ter-

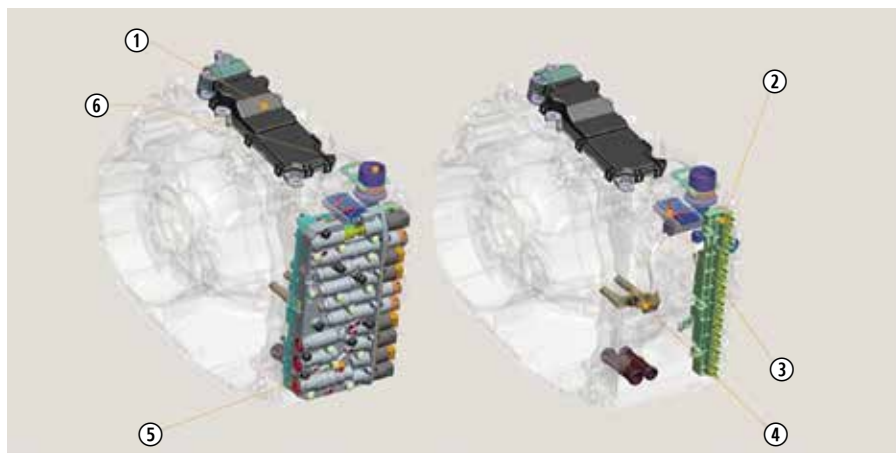
jedelmének és elosztásának, a kompakt kialakításának, a kisméretű moduláris vezérlőmechanikájának, a fokozatok gyors, kényelmes váltásának köszönheti. Összehasonlítva a korábbi (leírásokban manapság szabványosként nevezett) hatfokozatú erőátvitellel, melyeket keresztirányú elrendezésben építenek be, a ZF 9HP következetesen csökkenti a tüzelőanyag-fogyasztást és így a CO₂-kibocsátást. A kiemelkedő

hatásfok műszaki alapja az áttételi arányok nagyon széles terjedelme – mindamelllett, hogy a kilenc fokozatnak köszönhetően különösen csekélyek a fokozatok közötti áttételkülönbségek. Ez – a menetdinamikai tulajdonságok javításán, az utazási komfort növelésén túl – lehetővé teszi, hogy a motor mindig a pillanatnyi terhelésétől függő leg-gazdaságosabb fordulatszám-tartományában üzemeljen.



A ZF 9HP sebességváltót keresztben beépített motorokhoz tervezték; elsőként a 2014-es modellévi Range Rover Evoque modell benzín- és dízelüzemű változatain mutatkozik be

A ZF 9HP hidromechanikus sebességváltót – lásd a címképet – keresztmotoros, elsőkerék- vagy összkerekhajtású gépkocsikhoz tervezték, jelenleg a költségérzékeny kompakt és középkategóriákban ez az elrendezés a legelterjedtebb, piaci részesedésük kb. 75%. A ZF kiemelte: míg a hét- és nyolcfokozatú erőátviteli egységek hosszirányú elrendezésben már jelen vannak a piacon, ez a fejlesztés újdonság a keresztirányú erőátvitelű gépkocsiknál. A keresztmotoros személygépkocsik motorterében a hely nagyon korlátozott – a konstruktőröknek külön kihívást jelentett, hogy a fokozatok számának növelése ellenére a szerkezeti egység beépítési helyszükséglete nem növekedhetett. Cél volt a hajtáslánc energiavesztéseinek csökkentése is. A kilenc fokozatot újszerű módon: négy bolygóművel és hat tolóhevederrel hozzák létre (ezt a megoldást a ZF-leírások az erőátvitel forradalmának nevezik). Mind a költséghatékonyság, mind a beépítési hely optimalizálása érdekében a ZF mérnökei elhagyták a korábban alkalmazott teljesen integrált mechatronikus modult annak szenzoraival, működtető rendszereivel és az elektronikus vezérlőegységével együtt. Az elektromos vezérlést (ECU/TCU) a jelentősen csökkentett méretű hidraulikus vezérlőtől (HCU) és a szenzoroktól elkülönítve



A ZF 9HP vezérlésének szerkezeti elemei, alkatrészei: 1 – TCU- (Transmission Control Unit) váltó vezérlőelektronika, 2 – csatlakozó lécz, 3 – pozícióérzékelő, 4 – kettős fordulatszám-jeladó, 5 – hidraulikus vezérlőmodul, 6 – elektromos főcsatlakozó

helyezték el a sebességváltó ház felső oldalán. A váltó opcionálisan képes kiszolgálni a motor STOP/START funkcióját is. Annak érdekében, hogy a motor indítását követően a sebességváltó késedelemmentesen üzemképes legyen (a működéséhez szükséges olajnyomás azonnal rendelkezésre álljon), a nyomás fenntartásáról külön (a mechanikus meghajtású főszivattyútól független) elektromos meghajtású segédzivattyú gondoskodik. (A nyomást a motor leállítását követően a korábbi, 8 fokozatú változatnál külön

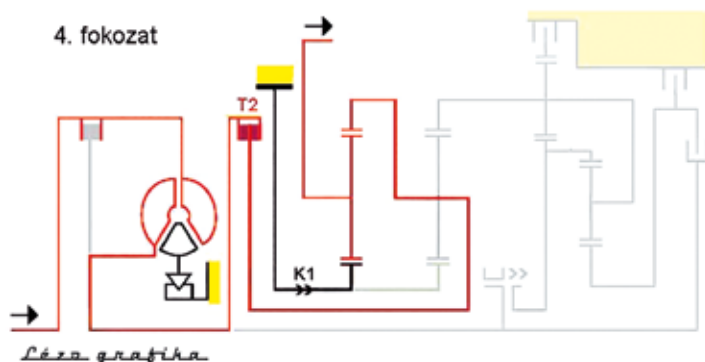
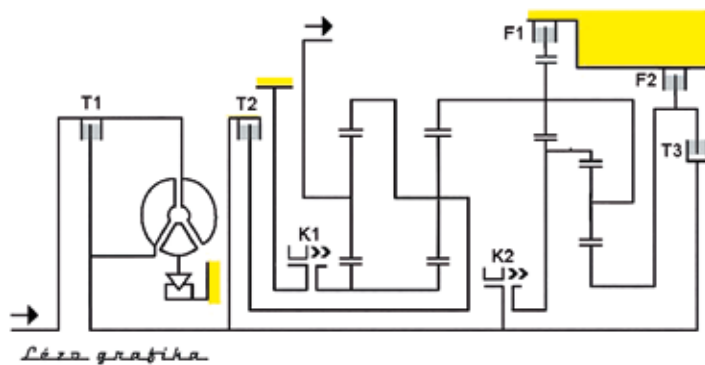
nyomástároló egység – Hydraulic Impulse Storage – tárolta. A hidrodinamikus nyomtérkváltó gyors összezárását az új fejlesztésű torziós csillapító elemek már kis fordulaton lehetővé teszik – a közvetlen motorkapcsolat létrejötté után a hidraulikus veszteségek minimalizálódnak. A ZF a 9HP erőátviteli egységet flexibilis konstrukciós csomagban fejlesztette, annak érdekében, hogy minél több gépkocsiváltozatnál használható legyen. Kettő változatban készül: a hajtási nyomaték tartomány 200...480 Nm.

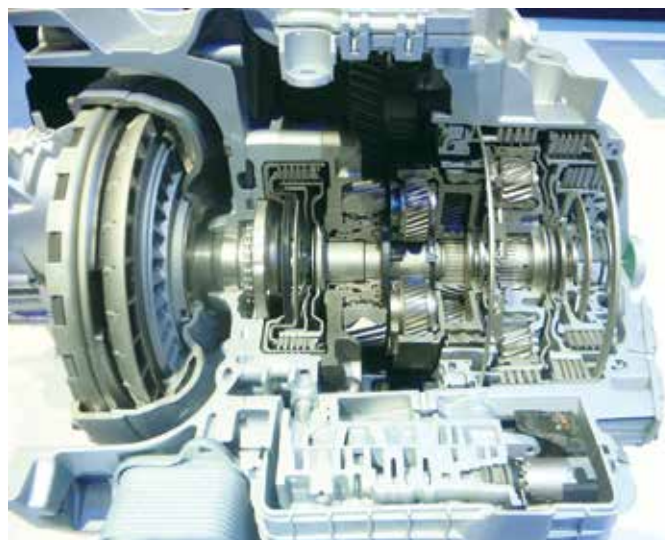
A ZF 9HP váltó fokozatátvételi adatai, valamint a váltó kinematikai kapcsolási rajza és 4. fokozatának kapcsolása látható az ábrákon

A ZF 9HP váltó fokozatátvételi adatai

fokozat	áttétel	áttételi ugrás
1	4,7	
2	2,84	1,65
3	1,9	1,49
4	1,38	1,38
5	1,00	1,38
6	0,8	1,24
7	0,7	1,16
8	0,58	1,21
9	0,48	1,21
R	3,8	

Teljes áttétel: 9,8





A hidromechanikus sebességváltó hidrodinamikusan nyomatékváltója és a bolygóműves mechanikus sebességváltó bolygóművei és lemezes fokozatváltó tengelykapcsolói figyelhetők meg a képen.



A 9HP konstrukciójában elöl, keresztben elhelyezett motorbeépítéshez illeszkedik. A váltó kihajtását ennek megfelelően a váltóház oldalán találjuk. A képek a differenciálművet és a hátramenő tengelyhajtást mutatják



A ZF 9HP fejlesztésénél a helykihasználás csökkentése volt az egyik szempont. Mindössze 6 mm-rel hosszabb, ráadásul 7,5 kilogrammal kisebb tömegű, mint az eddig alkalmazott hatfokozatú sebességváltó.

(A terhelhetőségtől függően a befoglaló méreteik is eltérnek.) Párhuzamos rendszerű hibrid hajtásra alkalmassá tehető, további olajszivattyú beépítése nélkül: a hidrodinamikusan tengelykapcsoló villanymotorral helyettesíthető. A 9HP szoftvere és interface-e „nyitott” – ez is hozzájárul ahhoz, hogy alkalmas lesz a legtöbb gépkocsi-konceptióhoz.

A 9HP gyártása 2013-ban kezdődött meg a ZF Gray Court-ban (Dél-Karolina, USA) lévő gyárban, a tervek szerint évenként 400 ezer 9HP váltót készítenek.

Mercedes-Benz 9G-Tronic

A Mercedes-Benz saját fejlesztésű új automatikus sebességváltója a 9G-Tronic, amely először az idén július végén bemutatott (nap-

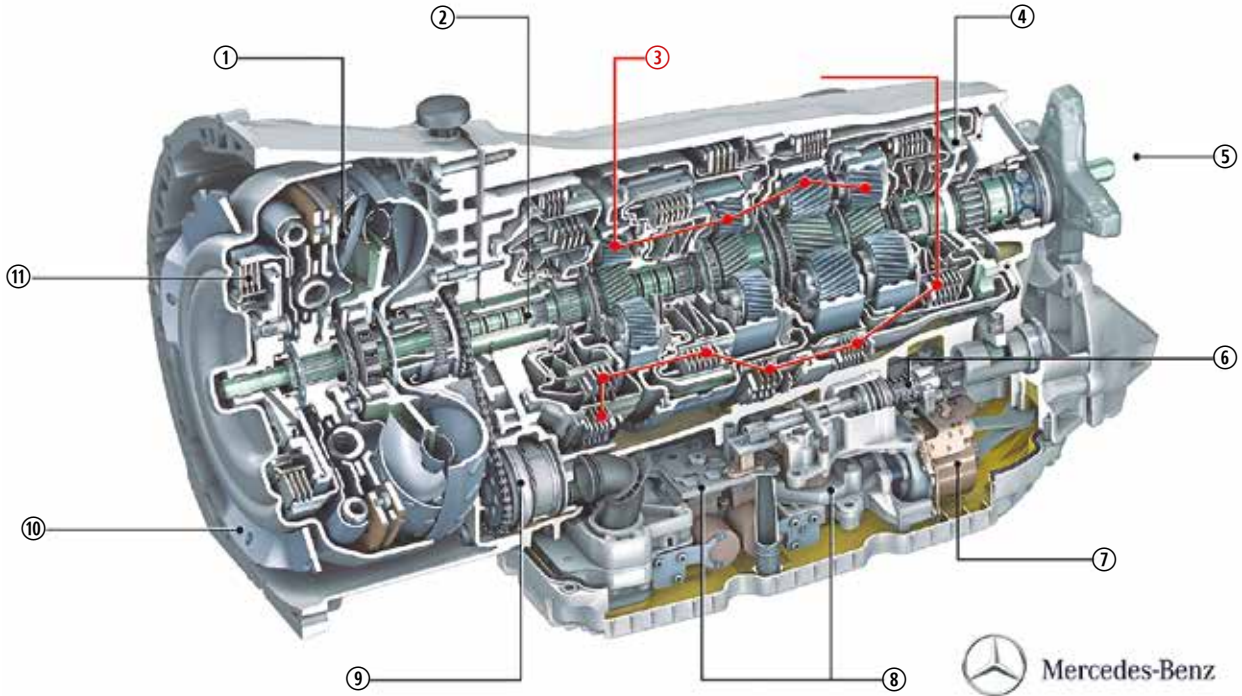
jainkban piacra került) E 350 BlueTEC prémiumkategóriás személygépkocsival debütált. A fejlesztők célja volt: létrehozni az osztályban egyik leghatékonyabb tüzelőanyag-felhasználású dízelüzemű személygépkocsit. A 3000 cm³ lökettérfogatú, 185 kW teljesítményű, 620 Nm névleges nyomatékú, „V” elrendezésű, hathengerű személygépkocsi (melyben ez a váltó felár nélküli „alapfelszerelés”) innovációs eredményei:

- tüzelőanyag-fogyasztás 5,3 liter/100 km (ENSZ EGB NEDC vizsgálati programban mérve),
- CO₂-kibocsátása mindössze 138 g/km,
- zajkibocsátása több mint 4 dB[A] értékkel, tehát a zajterhelés kétszeresen csökkent,
- a gépkocsi NVH-komfortossága javult.

Az előző modellek paramétereikhez képest javuló értékek az új motor és az új kilenc fokozatú automata sebességváltó sikerességét, azok „tökéletes kölcsönhatását” igazolják. Az első és kilencedik fokozat át-tételeinek hányadosa 9,15 – ezzel elérték, hogy a 120 km/h sebesség tartásához a

kilencedik sebességfokozatban a motor 1350 min⁻¹ fordulatszáma elegendő. A MERCEDES E 350 BlueTEC szerkezeti egységei hagyományos elrendezésűek: a motor és a sebességváltó alap kivételben a hátsó kerekeket hajtja. A 9G-Tronic alkalmassá tehető összkerékajátásra is. A tervezőknek

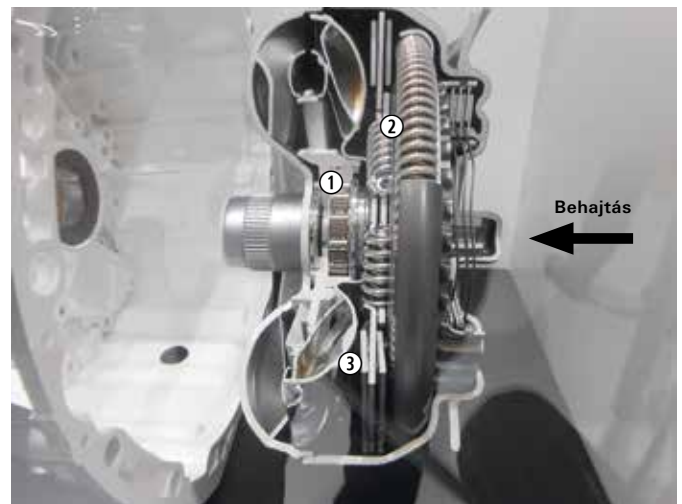
figyelembe kellett venniük, hogy a két újabb fokozat ellenére a szerkezeti egység helyigénye nem növekedhetett az elődökéhez képest – mindemellett, hogy az átvihető nyomaték az 1000 Nm értéket meghaladja. A kilenc fokozatot, illetve váltását ebben a váltóban is négy egyesített bolygóművel



A Mercedes-Benz 9G-Tronic váltó főbb szerkezeti elemei: 1 – hidrodinamikus nyomatékváltó kettős turbinakerék, kettős (rugós) torzióslengés-csillapítóval és ingás lengésfojtóval, 2 – váltóbehajtó tengely, 3 – négy bolygóműegységből álló, szabadalmaztatott egyesített bolygóműrendszer, hat kapcsolóelemmel, 4 – parkolóörögzőfék, 5 – kihajtás a hátsó tengelyhez, 6 – rögzítőfék-aktuátor, 7 – elektromos hajtású, kiegészítő olajszivattyú, 8 – integrált mechatronikai modul ECU-val és elektrohidraulikus mágnesszelepekkel, 9 – lánchajtású szárnylapátos hidraulikaszivattyú, 10 – belső égésű motor csatlakozás, 11 – hidrodinamikus nyomatékváltó egység blokkírózó tengelykapcsoló



A váltó motoroldali nézete: a blokkírózó tengelykapcsoló és a rugós torzióslengés-csillapító



A hidrodinamikus nyomatékváltó szabadonfutóval (1), rugós torzióslengés-csillapítóval (2), valamint az ingás lengésfojtóval (3)



A hidrodinamikus nyomatékváltó metszete és a torzióslengés-csillapító



Az egyesített bolygóművek és a lamellás fokozatváltó tengelykapcsolók



A rögzítőfék aktuátora és az elektromos hajtású olajszivattyú



Az integrált mechatronikai modul és az elektrohidraulikus mágnesszelepek

és hat lemezes tengelykapcsolóval hozzák létre. A 9G-Tronic is képes kiszolgálni a motor STOP/START funkcióját, a mechanikus és elektromos meghajtású szivattyúkat ez a konstrukció is tartalmazza. Újszerű, integrált vezérlőrendszerrel érték el a rövid, csaknem észrevehetetlen váltásokat. A vezérlés lehetővé teszi néhány sebességfokozat „átugrását” is mind gyorsításkor, mind lassításkor. A 9G-Tronic is alkalmas hibrid hajtással együttműködni, plug-in (hálózati árammal töltött akkumulátorokkal táplált) rendszerű kettős üzemre tehető alkalmassá. A gyártó tervei szerint a 9G-Tronic erőátvitel az elkövetkező években csaknem valamennyi típusba – és motorváltozattal együttműködve – beépíthető lesz.

FORD és GM

A FORD-tól és a General Motorstól érkező tudósítások új, 9 fokozatú erőátviteli egység közös fejlesztéséről adtak hírt, a mai modellekhez képest 3...4% tüzelőanyag-megtakarításról szólnak. Megemlítik, hogy alkották meg – példa az innováció idejének és költségeinek csökkentésére. A mindkét gyártó által közösen alkalmazni szándékozott elektrohidraulikus egységek további megtakarításokra adnak lehetőséget. A Ford beszámolója szerint, míg a váltón belül a fokozatok áttételi aránya megegyezik, az erőátvitel a végáttétel illesztésével teszik majd alkalmassá a különböző gép-

köcsi- és motorváltozatokhoz. Példaként említik a 2,0 literes EcoBoost turbófeltöltős Ford-motort az új 9 fokozatú automata váltóval a Focus, Escape, Fiesta, Fusion, Taurus és Edge típusokba. A Fiesta motorválasztékát példaként említve, hogy az 1,0 literes háromhengerű változattól a 2,0 literesig terjed.

VÍGH LÁSZLÓ – NAGYSZOKOLYAI IVÁN

Képek: ZF Media, Daimler Media;
Fotók: Nszl, Őri

A ZF 9HP működésének animált grafikával illusztrált leírása a http://en.wikipedia.org/wiki/ZF_9HP_transmission oldalon tekinthető meg.