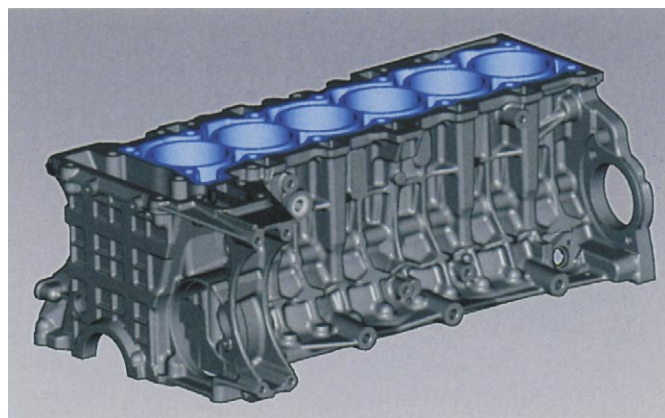


A BMW új hathengerű motorja

Az új, soros, hathengeres Otto-motorral a BMW egy motort kínál, amely új mértéket határoz meg a teljesítménynél, a tömegnél és a fogyasztásnál. Ez a konstrukció az új technológiákra épül, mint az egyesített magnézium-alumínium kettős fém forgattyúház, a villamos hűtőanyag-szivattyú, valamint a BMW szelepszabályozási rendszerének a (Valve-tronic) továbbfejlesztése, a motor fajlagos teljesítménye 63 kW/dm^3 , a fogyasztáscsökkenése 12% és a tömege csak 161 kg.



1. ábra: magnézium-alumínium hengeres forgattyúház felső rész

Az egész világon az első magnézium-alumínium egyesített kettős fém forgattyúház gyártásával alapvetően új technológiát fejlesztettek ki, amelynek alapját a jelentős tömegcsökkenés képezi. A magnézium-alumínium hengeres forgattyúház felső részét az 1. ábrán mutatjuk be. Összehasonlítva, a tisztán alumíniumból készített forgattyúházzal a tömegcsökkenés 24%, ezt elsősorban a magnézium kis sűrűsége biztosítja. A gépkocsik forgattyúházgyártásához felhasznált fémes szerkezeti anyagok sűrűségét az alábbi táblázatban foglaltuk össze.

A tényleges anyagbehelyettesítés a magnézium anyagtulajdonságai alapján kerül előtérbe. A magnézium közel 30%-kal kisebb sűrűségével együtt jár az azonos %-kal kisebb rugalmassági tényező. Azonkívül a magnézium, sem mint henger futófelület, sem mint hűtőközeget vezető elem készítésére nem alkalmas. További nehézség a tervezés folyamán következik be a magnézium kis tartósfolyáshatára miatt, különösen 120°C -nál nagyobb hőmérsékleten, amely a hengeres forgattyúháznál mindig előfordulhat.

A jelentkező nehézségeket azonban kedvező anyagtechnológiai megoldással, a kettősfémszerkezettel oldhatják meg. A nagyobb teljes merevség elérésénél tapasztalták:

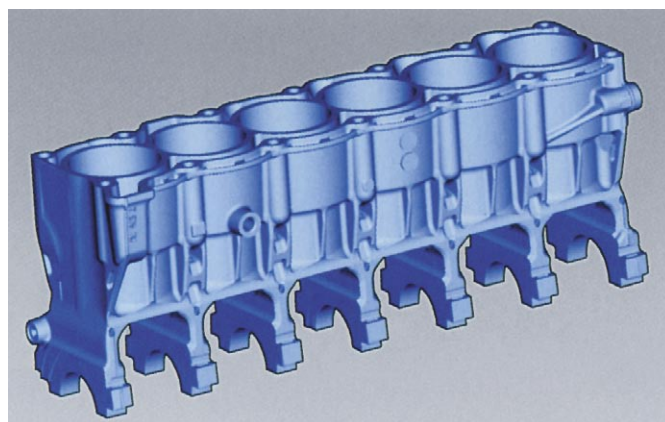
- Az üzemanyag-felhasználás jelentős csökkenése minden területen, függetlenül a különleges üzemanyag minőségétől és a törvényelőírásoktól.
- A jelentős tömegcsökkenés – a nagyobb teljesítménykövetelmény és a technológiai többletráfördítés ellenére a fogyasztás csökkenésével.

Megnevezés	Sűrűség (g/cm^3)
acél	7,85
öntöttvas	7,20
alumínium	2,70
magnézium	1,80

Egyszerűen a BMW új hathengeres soros Otto-motorja erősebb (teljesítmény: +20 kW), takarékosabb (fogyasztás: -12%), könnyebb (tömeg: -10 kg).

A következőket könnyűszerkezet fejlesztése általában a forgattyúházzal és az egyes nehezebb elemekkel kezdődik. A világon az első egyesített magnézium-alumínium kettősfém forgattyúházzal alapvetően egy új technológiát fejlesztettek ki, amelynek alapját a jelentős tömegcsökkenés képezi. A további következetes könnyűszerkezettel kapcsolatos intézkedések sorát kiegészítik az előző motorhoz képest a 10 kg-os tömegcsökkenés az üzemi feladatok jelentős növekedésénél.

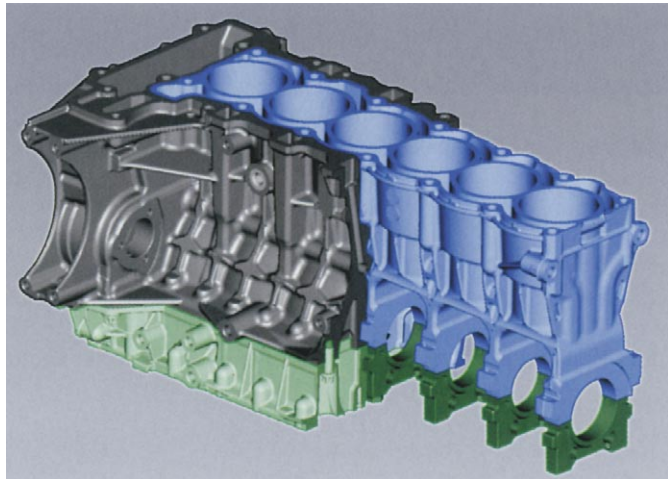
A hengerpersely futófelületeket, a hűtővízvezeték, a forgattyús tengely főcsapágyat, valamint a hengerfejet a csavarozással egy különálló szerkezeti elembe, az úgynevezett hengerbetétbe (inzertbe) egyesítik. A hengerbetétet a 2. ábrán mutatjuk be. A hengerbetét egy hipereutektikus ($\text{Si} > 12\%$) alumíniumötvözetből és a nyomásos technológiával ráöntött magnéziumrészből áll. Ebben az eredeti forgattyúház nyers dara-



2. ábra: egyesített kettősfém forgattyúszerkezet

bot kettősfém technológiával készítik el. Hogy ez lehetséges legyen, mint további lehetséges konstrukciós ismérv, a nyitott vízterű kivitel szükséges.

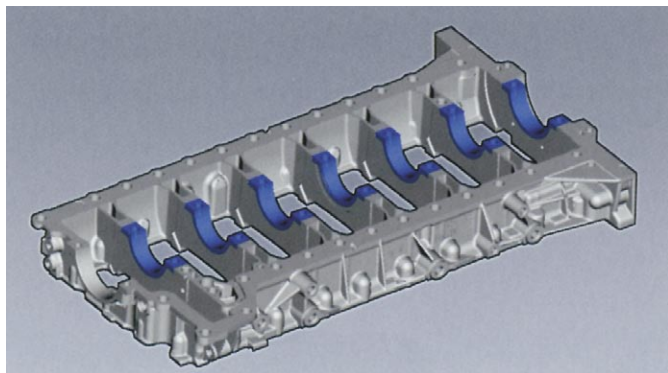
A hengerbetét átveszi ennél az egyesített kettősfém forgattyúház merevségének és a szilárdságának jelentős részét, miközben a magnézium ráöntés kitölti a teret, amikor az jelentős



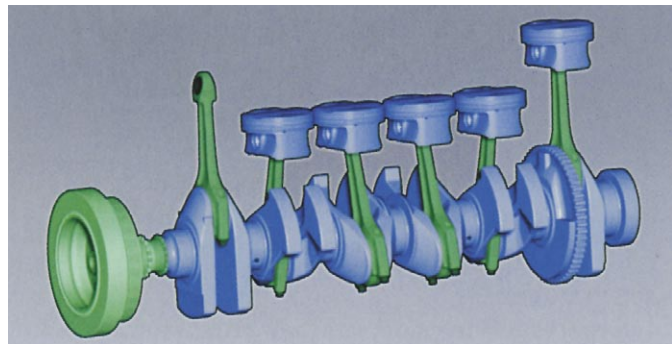
3. ábra: egyesített kettősfém forgattyúszekrény az alsó csapágykerettel

tömegcsökkenést eredményez. A kötés kialakítására a hengerbetét és a magnézium ráöntés között alakzáró kötéssel a makro részben különösen nagy figyelmet szentelnek. Ez biztosítja az összes erő átvitelét az üzemi terhelés közben. A forgattyúház felső részét az alsó csapágykerettel a 3. ábrán mutatjuk be.

Az alsó csapágykeretet szintén, mint kettősfém elemet, nyomásos öntéstechnológiával gyártják. Az alsó csapágykeretet a 4. ábrán mutatjuk be. Az alsó csapágykeret összekötését a forgattyúház felső részével erőfolytonos csavarozással oldják meg. Mivel a szabványos magnéziumötvözet a megkívánt 150°C-os hőmérséklet-tartományban nem biztosítja a megkívánt tartós folyáshatárt, szükséges volt egy ötvözetet kifejleszteni, amely a mechanikai tulajdonságoknál, különösen a tartós folyáshatárnál, a lengőszilárdságnál és az önthatóságnál a követelmények között a kompromisszumot biztosítja. Az ötvözés- és az öntéstechnológia szempontjából megfelelő anyagot a kanadai Noranda vállalat



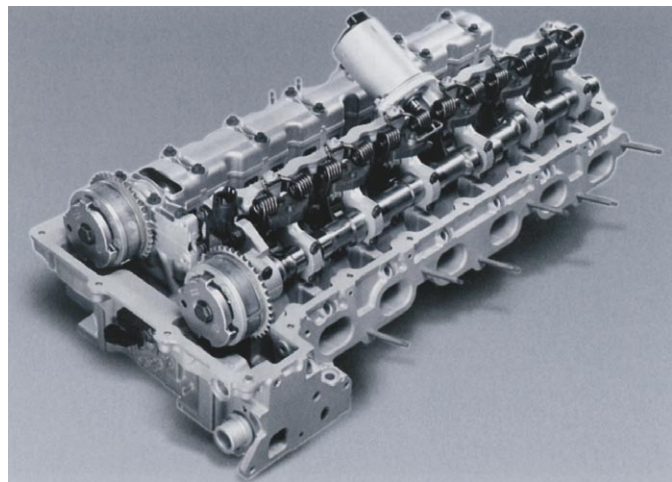
4. ábra: alsó csapágykeret



5. ábra: forgattyús hajtómű

fejlesztette ki és az általa gyártott, AJ62 jelű ötvözet teljesíti ezeket a követelményeket. Ez egy hármás, magnézium-alumínium-stroncium ötvözet, amelyet az AJ52 rendszer alapján, a jobb önthetőségre való tekintettel továbbfejlesztettek.

A forgattyúmű a forgattyús tengelyt, a hajtórudat, a dugattyút és a torziós lengéscsillapítót tartalmazza. Az erős alsó csapágykeret használata teszi lehetővé, hogy a 3-literes motornál a forgattyús tengelyt a DIN szerinti GGG70, az MSZ EN 1563: 2000 szerinti az EN-GJS-700-2 jelű gömbgrafitos öntöttvasból készítsék el. A forgattyús tengely gyártásához a tervezők egyébként ötvözött, nemesíthető, valamint mikroötvözött perlités acélt is választhatnak.

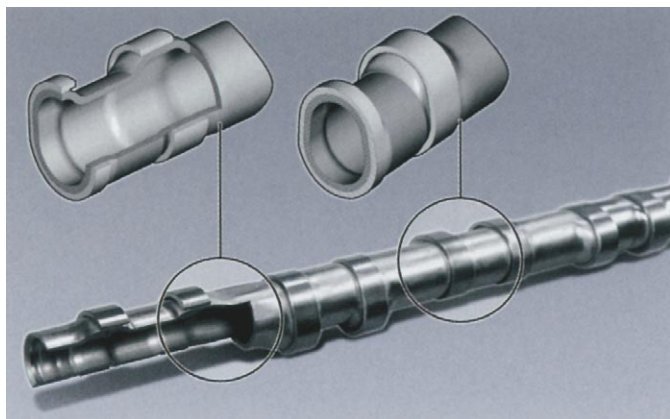


6. ábra: hengerfej

A süllyesztékes kovácsolás után a darabot nagyolják, a nemesíthető acélokat nemesítik, majd a készremunkálás után a csapokat indukciósan edzik és köszörülik. A gömbgrafitos öntöttvas felhasználása gazdaságos technológia, a kisebb anyag- és az öntéstechnológia-költség miatt. A Crak-technológiával készített hajtórudat az oszcillációs tömeg csökkentése céljából trapéz alakúra képezték ki. A forgattyúművet az 5. ábrán mutatjuk be.

A tömegoptimalizált, öntött dugattyút 20 mm-es csapátmérővel az AISi 17 (Si=17%) jelű ötvözetből készítik és henger futófelülethez hasonlóan vasréteggel vonják be.

Hogy a jelenlegi konstrukciós lehetőséget kedvezően kihasználhassák, a hengerfej gyártására két módszert dolgoztak ki, és végül a kisnyomású kokillaöntés eljárás mellett döntöttek. A 6. ábrán az így készített hengerfejet mutatjuk be. Más esetben motorokhoz a



7. ábra: könnyűszerkezetes vezértengely

hengerfejet lemezgrafitos öntöttvasból homokformába vagy alumínium-ötvözetből kokillába öntik. A kokillába kisnyomásos öntéssel öntött hengerfejek mechanikai, szilársági tulajdonságai az ötvözet gyors lehűlése miatt kiválóak, azonkívül a darabok méretpontossága a nyomásos kokillaöntés következtében miatt kedvező.

A könnyűszerkezetes technológiával készített vezértengely a szelephajtásnál 12 kg-os tömegcsökkenést eredményezett. Ennél a technológiánál a hidroeljárással készített bütykös gyűrűket egy acélcsőre szerelik fel. Az egyes elemek pontossága miatt a Vanos felső rész felhegesztése után csak egy kis köszörülé-

si ráfordítás szükséges. A könnyűszerkezetes vezértengelyt a 7. ábrán mutatjuk be. A motorok vezértengelyét a hagyományos módon ötvözetlen, ötvözött vagy mikroötvözött perlités acélból, süllyesztékben kovácsolják. A darabokat normalizálják vagy nemesítik, a csapokat készremunkálás után indukciós technológiával edzik, és végül a csapokat köszörülik. Ez a technológia az anyag-, valamint a kovácsolás-, forgácsolás- és a hőkezelés-technológia költségei miatt nem gazdaságos eljárás. Az új könnyűszerkezetes technológiánál a tengely egy cső, és erre szerelik fel a köszörülést nem igénylő, pontos tűrésekkel, hidroeljárással készített bütykös gyűrűket. Így nemcsak a tengely tömege csökken, hanem a gyártástechnológia is gazdaságosabb.

A BMW új hathengeres Otto-motorjánál alkalmazott anyag- és gyártástechnológiai megoldásokkal, mint az egyesített kettősfém forgattyúház, a gömagrafitos öntöttvasból készített forgattyús tengely, a kisnyomású technológiával öntött hengerfej és a könnyűszerkezetes vezértengely – lényeges tömegcsökkenést értek el, és a költségek csökkenése miatt a gyártás gazdaságossága is jelentősen növekedett. Ez jó alap a motorgyártás továbbfejlesztéséhez.

Enyingi Kálmán

Forrás:

1. Dr. Manfred Klüting – Dr. Christian Landerl:
Der neue Sechszylinder - Ottomotor von BMW, MTZ 11/2004.
2. Enyingi Kálmán:
Magnézium a gépkocsiban – Autótechnika 2003/9
3. A szerzőnek a Széchenyi István Egyetemen tartott előadásainak az anyaga.

au, au, yeah!!!

az univerzum legegyszerűbb,
legnagyszerűbb akciója

Teendőd: az nincs...

Te csak vásárolj az Auto Universumtól, a többit bízd ránk!

2005. március 1-től az Auto Universum saját termékeiből való vásárlás minden nettó 1000 Ft-ja után automatikusan 1 @-t (kuk@cot) regisztrál informatikai rendszerünk.

Már 200 @ összegyűjtése után **TUTI BIZTOS AJÁNDÉKOK VÁRNAK RÁD!**

Az akció részleteiről érdeklődj az AUTO UNIVERSUM KFT. munkatársainál:
AUTO UNIVERSUM KFT. 1211 Budapest, Szállítók útja 3. Tel.: (06 1) 425-7570 www.autouniversum.hu