

Az Audi magnézium-hibrid turbómotorja

Ebben a tanulmányban azt az utat ismertetjük, amelyet az Audi a könnyűszerkezetes technológiához használt magnéziumfelhasználástól a motor-technikai alkalmazásokig tett meg. Az Audi anyagtechnológus mérnökeinek sikerült először az 1,8 l 5VT jelű, 67 kW/l fajlagos teljesítményű Otto-turbómotorhoz magnézium-hibrid technológiával könnyűszerkezetes forgattyúházat gyártani.



1. ábra: magnézium-hibrid turbómotor forgattyúháza

Az Audi magnézium-hibrid turbómotor zárt fedelű forgattyúháza nyomásos öntési eljárással készül (1. ábra). A nagy fajlagos teljesítmény és forgatónyomaték miatt a turbómotorok forgattyúházát az Audinál korábban öntöttvasból készítették. A gépkocsitechnikában azonban ismert tény, hogy a motor tömegének a csökkentése a jármű dinamikáját jelentősen javíthatja. Az öntöttvasból készített forgattyúházakkal szemben a magnézium-hibrid technológiával készített könnyűszerkezetes forgattyúház közel 23 kg-mal kisebb tömegű.

A magnéziummotor fajlagos teljesítménye a korszerű könnyűfém motorok szórási sávjának a felső szélén helyezkedik el. Az Audi programjában elsősorban a 67 kW/l fajlagos teljesítményű, 1,8 l 5V jelű turbómotor gyártása szerepelt. A hét osztályban a 110 kW és a 163 kW teljesítménytartományban különféle egységeket gyártanak (a fajlagos teljesítmény 61 kW/l-től 90 kW/l-ig terjed). Az Audi AG különféle, négyhengerű motorjainak teljesítményadatairól az 1. táblázat ad áttekintést. (Az utolsó sorban van a magnézium-hibrid turbómotor.) Az egységeket csökkenő teljesítménytömeg szerint rendezték.

A magnézium-hibrid forgattyúház központi eleme az alumínium hengerbetét, amelyet a 2. ábrán mutatunk be. Ezt hipereutektikus, AlSi17Cu4 jelű alumíniumötvözetből, nyomásos öntési eljárással, kokillába öntik és magnéziummal körülöntik. A hűtővíz korróziós hatásának a megakadályozása céljából a forgattyúház hűtőköpenyét teljesen az alumínium hengerbetétben alakítják ki. A hengerbetét egyrészes szerkezeténél a magnéziumot a legnagyobb hőmérsékletű helyektől elkülönítve a motorblokkban, a hengergerincben öntik. A henger-futófelületeket a gyártásnál a szükséges hónalási

1. táblázat

Motor	Hengeres forgattyúház	Teljesítmény/ forgatónyomaték	Max. középnyomás	Fajlagos teljesítmény	Fajlagos forgatónyomaték	Tömeg DIN 70200	Teljesítménytömeg
1,6 l MPI	Alu-NÖ	75 kW/148 Nm	11,7 bar	47 kW/l	93 Nm/l	104 kg	1,39 kg/kW
1,8 l 5VT	Öv-HÖ	120 kW/225 Nm	15,7 bar	67 kW/l	125 Nm/l	145 kg	1,21 kg/kW
2,0 l TFSI *	Alu-HÖ	110 kW/200 Nm	12,6 bar	55 kW/l	100 Nm/l	131 kg	1,19 kg/kW
2,0 l TFSI *	Öv-HÖ	147 kW/280 Nm	17,6 bar	75 kW/l	140 Nm/l	152 kg	1,03 kg/kW
1,8 l 5VT	Mg-NÖ	120 kW/225 Nm	15,7 bar	67 kW/l	125 Nm/l	122 kg	1,02 kg/kW

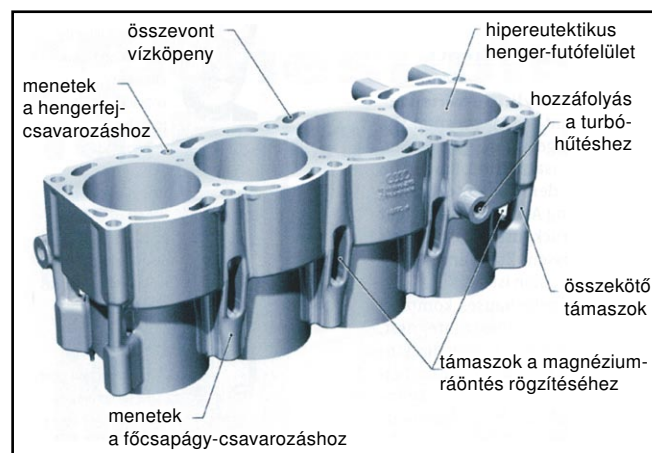
Megjegyzés: *Kiegyenlítő tengelyhajtással

Alu-NÖ Alumínium – Nyomásos öntvény, Öv-HÖ Öntöttvas – Homoköntvény, Alu-HÖ Alumínium – Homoköntvény, Mg-NÖ Magnézium – Nyomásos öntvény

2. táblázat

Ötvözet	Állapot	Al	Mn	Zn	Si max.	Cu max.	Ni max.	Fe max.
AZ91D	Ö	8,5-9,5	0,17-0,40	0,45-0,9	0,05	0,025	0,001	0,004
	K	8,3-9,7	0,15-0,50	0,35-1,0	0,10	0,030	0,002	0,005
AM60B	Ö	5,7-6,3	0,26-0,50	0,20 max.	0,10	0,010	0,002	0,005
	K	5,5-6,5	0,24-0,60	0,22 max.	0,05	0,008	0,001	0,004
AM50A	Ö	4,3-5,3	0,28-0,50	0,20 max.	0,05	0,008	0,001	0,004
	K	4,2-5,4	0,26-0,60	0,22 max.	0,10	0,010	0,002	0,004

Megjegyzés: Állapot: Ö – öntecs, K – kokillaöntvény

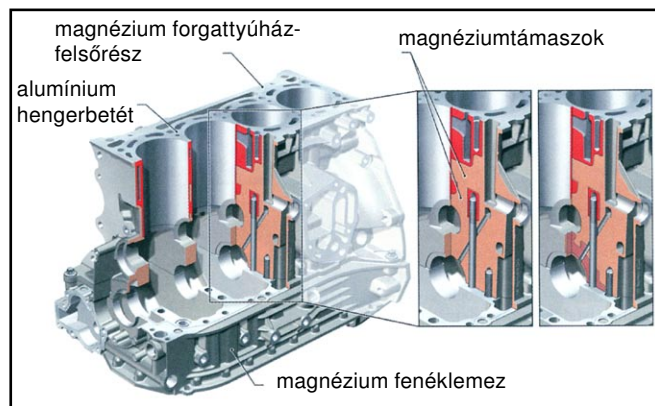


2. ábra: zárt fedelű alumínium hengerbetét (AlSi17Cu4)

ráhagyással készítik el, megmunkáláskor az alumíniumötvözet mikroméretű, kopásálló primer szilíciumszemcséi mechanikailag szabaddá válnak.

A nagyszámú könnyítő kivágás lehetővé teszi a hengerbetét jó alakzáró kialakítását a magnéziumráöntésnél. Végül ennek az egységnek az elemeinél a felületi megmunkálást (AlSi12 minőségű réteg) az alkatrész külső felületén végzik el, amely a megfelelő kötést biztosítja a magnézium és az alumínium között.

A motor követelményei és a fajlagos terhelés szerint a hengerbetétet vagy nyitott, vagy zárt fedeles kivitelben készítik el. Mindkét változatnak a külső alakja teljesen azonos, így



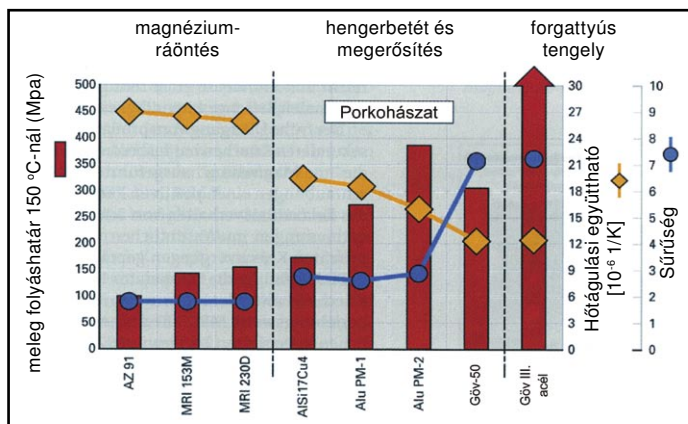
3. ábra: magnézium-hibrid hengeres forgattyúház

mindkét darabot ugyanabban a nyomásos öntőszerszámban készíthetik el.

A hengerbetétnél a hengeres cső felső fedelén és az alsó részén a hengerfej- és a főcsapágy-csavározáshoz dudort öntenek. A lehetőleg egyenes vonalú erőmegvezetés céljából ezeket a csavarozási helyeket mindig merev bordákkal és támaszokkal kötik össze egymással. A darabon a csomópontokban és a szilárdságilag igénybe vett helyeken még néhány további csavarozási pontot alakítanak ki. A hengerbetét alakját a kis

össztömege és a megfelelő szilárdságra való tekintettel, a turbófeltöltés érdekében optimalizálják. A zárt fedelű kivitel lehetővé teszi – az Audi-motorok kompakt mérete ellenére – a nagyon nagy csúcsnyomást, és biztosítja a nyomásos öntéstechnológiával készített forgattyúháznál a darab egységes szerkezetét. A forgattyúház végső megmunkálása után a magnéziumráöntésben maradó kész alumínium hengerbetét tömege kb. 3,8 kg.

A magnézium forgattyúház felső részét akusztikai szempontból rövid peremmel készítik. A magnézium-hibrid forgattyúház metsetét a 3. ábrán mutatjuk be, amely a magnézium forgattyúház felső részét, az alumínium hengerbetétet, a magnézium fenéklemezt és a magnézium támaszokat tartalmazza. A stabil forgattyúház-alsórész (fenéklemez) a motorblokk elcsavarodással szembeni ellenállását növeli, a magnézium kis rugalmassági tényezője által elért merevségvesztést ezzel a technológiával egyenlítik ki.



4. ábra: magnézium-hibrid technológiánál használt, a követelményeknek megfelelő szerkezeti anyagok

A forgattyúház-felső részét és a fenéklemezt is nyomásos öntéstechnológiával készítik, és az alumínium hengerbetétéhez egy tartószerkezetet alakítanak ki. Az ötvény falvastagsága a beöntőtölcsérnél kb. 4 mm, ezáltal – az előbb említett könnyítő kivágásokkal együtt – a betét jó megtámasztását és rögzítését a magnézium biztosítja. Az ötvény szerkezete az erős bordázatával átveszi az olajvezetés funkcióját is.

A forgattyús tengely csapágyfurat-nagyságának a csökkentéséhez a forgattyúház-felső rész főcsapágybakjainál a megerősítő elemeket kisebb hőtágulású, szilárdabb anyagból öntik.

A hibrid technológia előnye, hogy a forgattyúházhoz, annak minden részéhez, a helyi követelményeknek megfelelő anyagot választ-

3. táblázat

Jellemzők	AZ91D	AM60B	AM50A	MRI153M	MRI230D
Szakítószilárdság (MPa)					
20 °C	160	130	125	170	180
150 °C	100	85	75	135	150
Max. szakítószilárdság (MPa)					
20 °C	240	235	230	250	235
150 °C	120	115	110	190	205
Nyomószilárdság (MPa)	160	130	125	170	180
Nyúlás (%)	4	14	15	8	6
Fajlagos ütőmunka (J)	4	14	15	8	6
Rugalmassági tényező (Gpa)	45	45	45	–	–
Keménység (HB)	70	65	60	45	60
Kifáradási szilárdság (MPa)	95	90	90	120	110
Sűrűség 20 °C-on (g/cm ³)	1,81	–	1,77	1,82	1,80

hatunk. A váltás a monoteknológiáról a hibrid technológiára, pl. a választott anyagoknál, nagy szilárdságot és tartós folyáshatárt biztosít. A 2. táblázat a kokillában öntött magnéziumötvözetek vegyi összetételét tartalmazza. Az MRI153M és az MRI230D ötvözetek vegyi összetételéről az irodalom nem ad

tájékoztatót, csupán annyi adatot közöl, hogy ezek Mg-Al-Ca-Sr és egyéb elemeket tartalmazó ötvözetek. A 3. táblázat a kokillában öntött magnéziumötvözetek mechanikai jellemzőit és sűrűségét tartalmazza. A forgattyúházgyártásnál említett követelményeket figyelembe véve az MRI153M

és az MRI230D ötvözetek 200 °C-os hőmérséklet-tartományban is jó megoldást jelentenek. Ezeket az ötvözeteket a Volkswagen Konzern Kutató Intézetével együttműködve az izraeli Magnesium Research Institut (MRI) fejlesztette ki. A 4. ábrán a hibrid technológiánál felhasznált, a követelményeknek megfelelő anyagválasztékot, illetve azok fontosabb anyagjellemzőit mutatjuk be. A magnéziumráöntés anyaga AZ91, MRI153M és MRI230D jelű ötvözetek, a hengerbetét anyaga pedig AlSi17Cu4 jelű alumíniumötvözet. A hengerbetét megerősítéséhez AluPM-1 és AluPM-2 jelű alumíniumporokat, illetve GÖV50 jelű gömbráfos öntöttvasat használnak fel. A forgattyús tengely anyaga gömbráfos öntöttvas vagy acél.

Enyingi Kálmán

- Forrás:*
1. Dr. Ing. Rudolph Krebs és munkatársai: Audi AG Ingolstadt Magnesium-Hibrid-Turbomotor von Audi MTZ 4/2005.
 2. Izraeli Mg Users Association Internetes anyaga http://idea-fp6.net/Downloads/Properties_of_Magnesium&Aluminum_Alloys.pdf

au, au, yeah!!!

az univerzum legegyszerűbb, legnagyobb 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 @-1** (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

