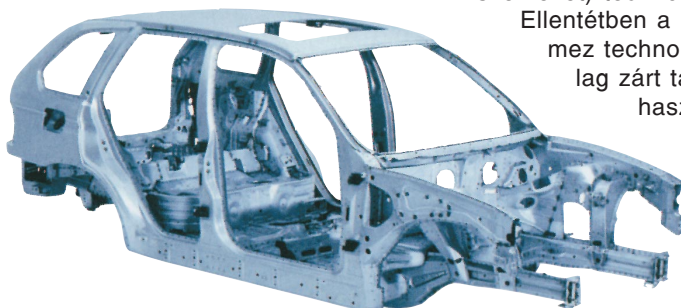


Könnyűszerkezetes BMW karosszériák

Tanulmányunkban a BMW könnyűszerkezetes karosszériák gyártásáról, a felhasznált szerkezeti anyagokról: szerkezeti acélokról, alumínium- és magnéziumötvözetekről adunk áttekintést.

A gyártás gazdaságosságát és a gépkocsi teljesítményét a felhasznált szerkezeti anyagok jelentősen befolyásolják. A gazdaságos üzemű és környezetkímélő gépkocsi kevés üzemanyagot fogyaszt, és kis mennyiségben bocsát ki káros anyagot. A következő években a gépkocsik iránti kereslet változatlan marad, az eladott gépkocsik mennyisége növekszik és a mostani, 2008-ig érvényes környezetvédelmi előírást (140 g CO₂/m³) teljesíteni kell. Ezt többek között a gépkocsi tömegcsökkentésével érhetjük el. A gépkocsi össztömegét a felszerelése is befolyásolja. Jól mutatják ezt a BMW 3-as sorozatban gyártott 316i típusú gépkocsi adatai. A gépkocsi tömege 1993-ban 1190 kg volt, jelenleg a könnyűszerkezetes technológiával gyártott gépkocsié viszont a felsze-



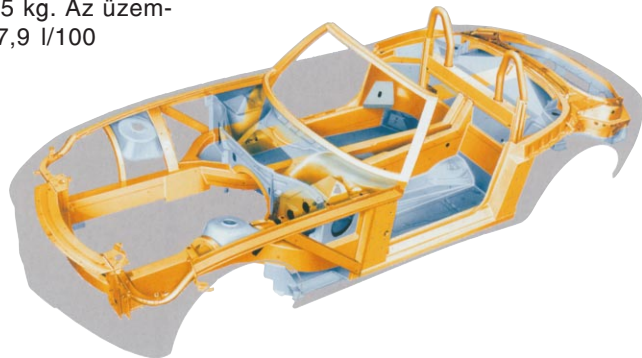
1. ábra: BMW X5 típusú gépkocsi szerkezeti acélból, lemezborítású vázszerkezetes technológiával készített, könnyűszerkezetes karosszériája

léstöbblet miatt 1285 kg. Az üzemanyag-fogyasztás (7,9 l/100 km) a 95 kg-os tömegnövekedés ellenére azonban nem változott. A könnyű szerkezet a gépkocsi dinamikáját is kedvezően befolyásolja. A gépkocsi tömegének a csökkentését a korszerű szerkezeti anyagok felhasználásával

és az új gyártástechnológiák alkalmazásával tudjuk biztosítani. A BMW X5 típusú gépkocsi lemezborítású, vázszerkezet-technológiával, szerkezeti acélokból készített, könnyűszerkezetes nyers karosszériáját az 1. ábrán mutatjuk be. A tartóelemeket és a lemezfelületeket többlépcsős mélyhúzó művelettel alakítják ki és ezért nagy a szerszámköltség. Ez az eljárás védőgáz-hegesztési technológiával az anyag- és a gyártási költségek alapján mégis kedvező, különösen nagy, napi 200 darabos mennyiségnél.

A BMW Z8 típusú gépkocsi 2. ábrán bemutatott nyers karosszériáját alumíniumötvözetből ASF- (Alumínium-Space-Frame, alumínium vázszerkezet) technológiával készítik.

Ellentétben a szerkezeti acéllemez technológiával, itt kizárólag zárt tartószelvényeket használtak fel a nyers karosszéria gyártásához. A vázkeret által bezárt részeknek jelentősen kisebb a terhelésük, ezért azokat más minőségű, kisebb szilárd-



2. ábra: BMW Z8 típusú gépkocsi könnyűfémből, Alumínium-Space-Frame technológiával készített, könnyűszerkezetes karosszériája

ságú és olcsóbb anyagból készítik, mint a tartószelvényeket. Rendszerint sajtoltszelvényeket használnak fel, amelyeket hosszirányban barázdálnak, így a szerkezeti anyagnak nagyobb a szilárdsága és balesetnél nagyobb biztonságot nyújtanak. Ezzel a technológiával készített nyers karosszériánál nagy a felhasznált anyag mennyiségére vonatkoztatott tömegcsökkenés, nagyobb, mint az acélkarosszériánál. A szerszámköltség viszonylag kicsi, és ez kis darabszámnál különösen előnyt jelent. A nagyobb anyagköltség miatt azonban az alumíniumötvözetek felhasználása nem kedvező. A kisebb anyagköltségek és jobb zajszigetelés miatt az acéllemezről készített karosszéria gyártása célszerűbb. Ennek ellenére, az alumíniumötvözetekből készített sajtoltszelvények a burkolatokhoz elsőbbséget élveznek.

Szerkezeti acélok

A könnyűszerkezetes karosszériák gyártásához felhasznált anyagminőségek szerint az elmúlt években kialakult egy kör, amely a növelt és a nagy szilárdságú, mikroötvözött acélokat tartalmazza. A tömegcsökkentés a gépkocsigyártó szakembereknek ma is

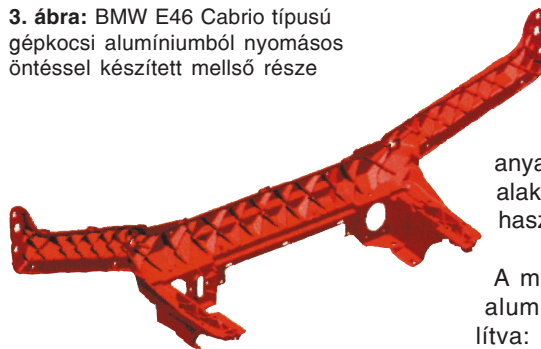
fontos feladata. A karosszériákat elsősorban merevségre és dinamikai igénybevételre méretezik és ezt a folyáshatár és a kifáradási határ biztosítja. A most gyártott, optimalizált karosszériaszervezeteknél felhasznált szerkezeti acélok egyszerre kielégítik a gépkocsiknál a rezgéssel és a zajjal, valamint a dinamikai terheléssel kapcsolatos követelményeket is. A passzív biztonsággal kapcsolatos követelményeket a felhasznált szerkezeti acélok nagyobb szívósságukkal, nyúlásukkal és jobb hidegalakíthatóságukkal biztosítják.

A könnyűszerkezetes karosszéria gyártáshoz felhasznált szerkezeti acélok: DP (dualfázisú), BH (Bake Hardening, melegítésre keményedő), P (foszforötvöztetésű) és TRIP acélok. Leggyakrabban a TWB (Tailored Welded Blanks, méretre szabott hegesztett lemez) könnyűszerkezetes gyártástechnológiát alkalmazzák és ehhez hideg és meleg hengerléssel készített lemezeket használnak fel. A karosszériaszervezetnél esetleg előforduló merevségcsökkenést a kisebb falvastagságú, növelt szilárdságú lemezek felhasználásával és ponthegeztési technológiával készített tartókkal ellensúlyozhatjuk.

Alumíniumötvözetek

A BMW kis darabszámban gyártott gépkocsiknál használ fel alumíniumötvözetekből hengerelt lemezeket, sajtoltszelvényeket és mélyhúzott termékeket az ASF- (Aluminium-Space-Frame, alumínium vázszerkezet) technológiával gyártott nyers karosszériákhoz. A karosszéria belső részein felhasznált, mélyhúzott elemeket az MSZ EN 573-3:1995 sz. szabvány szerinti ENAW AlMg4,5Mn0,4 jelű és az ENAW AlMg3Mn jelű, 1,2–5,0 mm vastagságú lemezből készítik. Az első ötvözetből a jobb alakíthatósága miatt különösen a bonyolult alakú elemeket gyártják. A jobb felületi minőség miatt az ENAW AlMgSi jelű ötvözetből készített lemezeket alakítás és hőkezelés után a külső burkolóelemek készítéséhez használják fel. A burkolólemezek készítéséhez felhasznált ötvözeteket általában hőkezelik, nemesítik és ezzel az ötvözetek szilárdsága, folyáshatára jelentősen növekszik és kielégítik a legszigorúbb baleset-

3. ábra: BMW E46 Cabrio típusú gépkocsi alumíniumból nyomásos öntéssel készített mellső része



biztonsági követelményeket is. Ezt a nagy szilárdságú ötvözetet a gépkocsi dinamikailag erősen igénybe vett elemeinek, tengely- és lökhárítótartók készítésére is felhasználják. Az alumíniumötvözetekből hengerelt lemezek és sajtoltszelvények, valamint a nyomásos öntvények felhasználása a nagy szerszámköltség miatt csak nagy darabszámnál gazdaságos.

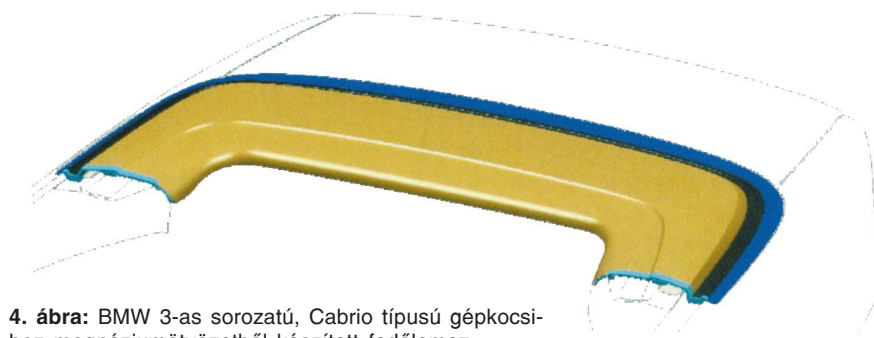
A jelenleg is gyártott, 3-as sorozatú, E46 Cabrio típusú gépkocsi 3. ábrán bemutatott mellső részét a rendelkez-

szívósságuk, nyúlásuk ($A_{80} = 2-10\%$) miatt alkatrészgyártáshoz nem a legalkalmasabb szerkezeti anyagok. Képlékenyen alakított szerkezeti anyagként, lemez és szelvény alakban csak kis mennyiségben használják fel.

A magnéziumötvözetek jellemzői az alumíniumötvözetekkel összehasonlítva:

- nagyobb anyagköltség, drága szerkezeti anyag,
- az öntőszerszámok élettartama kétszeres, kisebb a szerszámköltség,
- jobb a megmunkálhatóságuk.

A 4. ábrán a BMW 3-as sorozatú, Cabrio típusú gépkocsihoz AM50HP jelű ötvözetből készített, nagy felületű (mérete 1,5 m) fedőlemezt mutatjuk be. A tömegcsökkenés az ugyanolyan méretű, acéllemezéből készített fedéllel összehasonlítva 3 kg. Nyomásos öntéstechnológiával azon kívül szoktak magnéziumötvözetekből igényesen



4. ábra: BMW 3-as sorozatú, Cabrio típusú gépkocsihoz magnéziumötvözetből készített fedőlemez

zésre álló tér optimális kihasználása érdekében a nagy szilárdságú ENAW AlSi9Mg jelű ötvözetből készítik. Ez az elem a gépkocsi nyitott részén van és jelentős a torziós igénybevétele. Ennél a darabnál az öntéstechnológiától függő szabadság az alakválasztásnál lehetővé tett egy utólagos lépést az ideális gépkocsi irányában a négy mellső hossztartónál.

Magnéziumötvözetek

Az alapfém kis ($1,74 \text{ g/cm}^3$) sűrűsége miatt használták eddig a magnéziumötvözeteket a gépkocsigyártásban, elsősorban nyomásos öntvény alakjában. A magnéziumötvözetek a kis

kialakított, formatervezett karosszéria-elemeket is készíteni. A nyomásos öntéssel készített darabok szerszámélettartama nagyobb, a szerszámköltség kisebb, ezért a gyártás gazdaságosabb, mint a lemezből készített elemeknél.

A BMW újgenerációs, 2002 őszén piacra vitt, tizenkét hengeres, 760Li típusú gépkocsi, N73 jelű motor szívóberendezésének a fedele is magnéziumötvözetből készül.

Forrásmunkák:

1. Hivatkozott szabvány
2. ATZ, 2002. évf. 3. sz.

Enyingi Kálmán