



DR. NAGYSZOKOLYAI IVÁN

Poénos mondásokkal a nagy autógyártók is élnek, így tesz az Audi is, amikor az új A8-as karosszéria-építéséről szól. A mottó szerint a titka nem más, mint az, hogy a megfelelő helyre, a megfelelő anyagot, a megfelelő mennyiségben kell beépíteni... Köszönjük az információt! Az szinte biztos, hogy a karosszériás műhelyekben az új, bemutatás előtt álló A8-as zászlóshajó nem lesz gyakori vendég. A karosszéria bemutatásával nem is a hétköznapi munka segítése a célunk. Az új A8-as karosszériája az ASF-technológia legújabb fejlesztésével készül, mint az állatorvosi ló, minden korszerű, a közeljövőt meghatározó technológiát, anyagokat, kötéstechnikát tartalmaz. Mivel az ASF-technológia már több mint 20 éves, a műhelyek napjainkban is találkozhatnak e technológia korábbi változataival. És ami nagyon fontos: ezeket a technikákat a jövő karosszériásainak tanítani kell.



Az A8 karosszériája

AUDI SPACE FRAME 2017

A könnyűszerkezetes építésnek hosszú történelme van, messze nem vagyunk története végén és jelentősége is egyre nagyobb. Ne említsünk mást, mint a villanyautókat. Az akkumulátorok nem kis tömegét, hogy az autó össztömege nagyon ne nőjön meg, a kocsiszekrény és például az üvegek tömegcsökkentésével érjük el. Ez a mai lecke. Az ütközésbiztonságban

a karosszéria merevségi értékeiből pedig engedni nem lehet. Ami a javítóknak nem jó hír: ezeket a kocsiszekrényeket javítani, ha nem is lehetetlen, de rendkívüli felkészültséget, szerszámozottságot, szeparált műhelyterületet igényel, és nem is olcsó. Ahogy a székely ember mondja: „és még hatszor...”. Nézzük, hogy az ASF-technológia honnan érkezett és hová tart!



❶ Az Audi első „újkori” alumínium karosszériás, tanulmánynak szánt sport prototípusa, az Audi quattro spyder, 1991-ben debütált a frankfurti autószalomon. Az alumínium karosszériás modell az ASF-technológia első képviselője. A modell konstrukciós érdekessége az állandó összerékhajtás, és az, hogy a 128 kW-os középmotort keresztben építették be. Tervezték az autó sorozatgyártását, meg is hirdették, de az utolsó pillanatban a gyártás előkészületeit leállították. A fénykép a zwickaui Horch Audi múzeumban készült.

❷ Az Audi supermodellje, az Avus quattro, 1991-ben a Tokyo Motor Show szenzációja volt. Az egy hónappal előtte bemutatott quattro spyder modellel együtt ezekben az autókban jelent meg először az ASF-technológia. Az Avus quattro motorja a kiállításon még egy gondosan elkészített famodell volt, mert egy ebbe illő motorra (például a W12) még majd' egy évtizedet kellett várni. A fénykép a zwickaui Horch Audi múzeumban készült.

MINDENNEK VAN ELŐZMÉNYE

Az Audi autókstrukciójában, majd 40 éve, a könnyűszerkezetes építés az egyik kiemelt, húzó projekt. A fejlesztési munka, 40 szabadalomra alapozva,

1982-ben indult. Az első tanulmányautókat az 1990-es évek legelején mutatták be ❶ ❷. Sorozatgyártásra tervezett első modell előfutóját, az A8 Concept-01-et, mely először kapta meg az ASF jelzést, a nagyközönség 1993-ban láthatta az

IAA-n, a frankfurti autószalomon ❸. Az autó szenzációt keltett lakkozatlan, polírozott, ezüstös színhatású, teljesen alumínium karosszériájával. Az A8-as sorozatgyártásba került első szériája 1994-ben követte az addigi ASF



❶ Audi A8 ASF Concept-01, 1993.

konceptiómodelleket a maga önhordó, teljesen alumínium karosszériájával. A kocsiszekrény tömege mindössze 249 kg volt és már magán viselte az ASF-konstrukció minden jellegzetes elemét. A húzott nagy teherbírású profílelemek ezek között zárt, többkamrás struktúrájúak és a komplex öntött alu. csatolóelemek alkotják a vázszerkezetet. Ez az ASF, az Audi Space Frame lényege. Az ASF-et nehéz magyarrá fordítani, a vázkeret, térkeret, tegyük hozzá, hogy ennek technológiája, talán leírja a lényegét. Az 1994-es modell karosszériája 334 elemből áll, melyből 237 elemet az ASF-profilok és öntött elemek adják. A neckarsulmi üzemben a karosszériát legnagyobb részben kézi munkával állították össze.

Az ASF-technológiát alkalmazták az Audi ún. prémium kompakt modelljénél, az A2-es „3-literes” autónál, 1999-ben. A cél itt is a lehető legkisebb tömeg elérése volt: az A2-es össztömege vezetők nélkül 895 kg, ebből a karosszéria csak

153 kg-ot tett ki. Az ASF vázrendszeri elemeket továbbfejlesztették, már csak 225 elemből állt. A B-oszlop itt volt először egy darab öntött alumíniumegység. (Az A8-nál ez akkor 8 elemből tevődött össze.) A tető ívelt szerkezetei IHU-technológiával kialakított zárt profilok. Az IHU- (Innenhochdruckumformung) technológia a hidroform eljárás vagy hidroalakítás. Esetünkben cső jellegű kiinduló alapanyagot nagynyomású folyadékkal sajtolnak a kívánt alakra. A két végén ledugózott cső, illetve zártszelvény tágu-lása során veszi fel a szerszám alakját. A karosszéria tömegének mintegy 81%-át az alumíniumlemezek tették ki. A kötéstechnológiában a vágószegecs, a MIG-hegesztés és a lézerhegesztés került előtérbe. Az automatizálás, robotizálás már elérte a 80%-ot. Az A2-ből volt idő, hogy naponta 360 autó is készült. A „tisztelt az elődöknek” indíttatással 2000-ben épített emlékmű, az Audi Studie Rosemeyer koncepcióautó

is alumínium karosszériát kapott, az ASF-technológia elemeinek felhasználásával ❷.

Az Audi A8 második generációja újabb technológiai előrelépést hozott 2002-ben. A módosításokkal a hossz tengely körüli csavaró- vagy torziós merevségben 61%-os javulást értek el, miközben a karosszéria tömege csak 220 kg, mely az akkori acélkarosszériához képest 40%-kal volt könnyebb. További változtatás, hogy az alumínium öntött csatoló, összekötő elemek össztömegét 22%-ról 31%-ra növelték. Az A oszlop ajtózsánérjait is integrált öntött elemek alkotják és egy másik újdonság, az oldalfal egy egységet képez.

A kötéstechnikában a lézerhegesztést továbbfejlesztették, a lézer-hibrid hegesztés nevű technológiai eljárást a hegesztéssel szembeni ideális feltételeket teljesíti: minimális elhúzóerő, kiváló átkötés, nagy technológiai sebesség. Kiválóan bizonyult a tetőelem és az oldalfal összehegesztésénél.

Az Audi TT második generációja 2006-ban újabb fejlesztéseket, ahogy az Audi fogalmaz, top-innovációt hozott az ASF-technológiában. A többanyagú építésmód acél- és alumíniumrészeket integrál. A TT kupé össztömegében a karosszéria 68%-ot tett ki a maga 206 kg tömegével. Az elődmodell acélkarossz-

❸ Vissza a jövőbe. Az alumínium karosszériás modellek sorában ikonikus helyet foglal el az Audi Studie Rosemeyer koncepciómodell, mely 2000-ben készült, a wolfsburgi Autostadt megnyitására. Bernd Rosemeyer legendás Auto-Union autóversenyző és autója, az Auto Union-Silberpfeile emlékét idézi az 1930-as évekből. Motorja W12 hengerű, teljesítménye 500 LE. Sorozatgyártását nem tervezték. A fénykép a zwickau-i Horch Audi múzeumban készült.



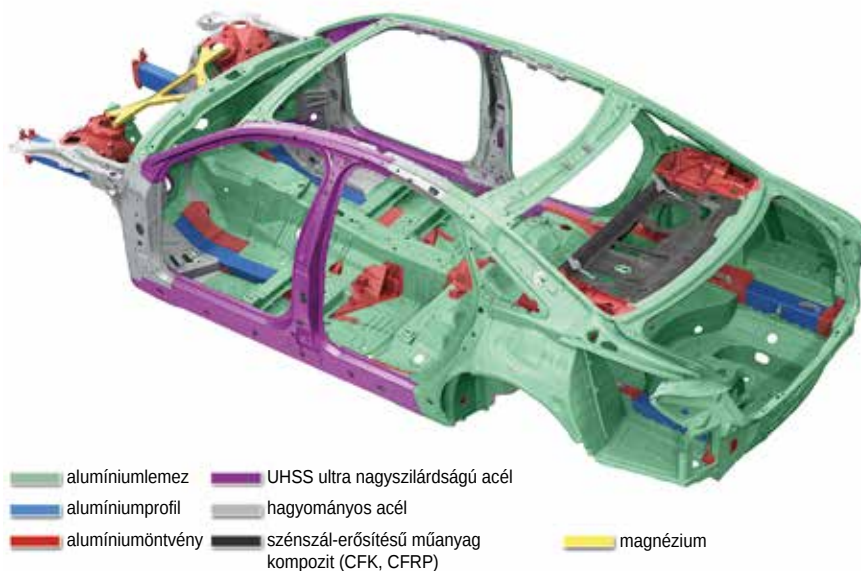
szériájához képest a tömegcsökkenés 90 kg. Az alumíniumelemek megoszlása: lemezek 63 kg, öntött elemek 46 kg, profilok 32 kg.

ASF-technológiával építették 2007-ben az R87-es modellt. A karosszéria tömege csak 206 kg, mely nagy teljesítményű sportkocsik kategóriájában egyedülálló. Itt alkalmaztak először magnéziumot és szén-szál-erősítésű műanyag kompozitot (CFK).

A következő fejlesztési állomást az A8-as harmadik generációja jelenti 2010-ben. 243 Al elemből és 13 különböző anyagjellemzőjű alumíniumfajtából áll (különbözők az ötvözetek és a hőkezelés). Elsősorban az anyagjellemzőket javították, új ötvözetekkel elért kedvező mechanikai tulajdonságok révén tömegcsökkentés (-20%) mellett érték el nagyobb szilárdságot (+25%). A B-oszlop acél. A karosszéria tömege 231 kg. Itt vezették be az alumínium vákuumos nyomásos öntését.

Az Audi TT és a TT Roadster 2014-ben ismét szolgált technológiai újításokkal. A többanyagú építésmód, mint az ASF továbbfejlesztése veszi át a vezető szerepet. Számos helyen nagyszilárdságú acélt alkalmaztak, melynek alkatrészenkénti kis tömege jól illeszkedik a könnyűszerkezetes építésmódhoz. A karosszériaelemek teljes mértékben és néhány szerkezeti elem továbbra is alumíniumból készült. A kocsiszekrény tömege 276 kg.

Az Audi R8 tömegét 2015-ben tovább csökkentették, 200 kg alá kerültek. A domináns alumíniumrészek mellett a csökkentésben a CFK elemek nagyobb száma játszott szerepet. Ma már látjuk, hogy a kompozitok a sportkocsitechnikából a „hétköznapi” autókba is bekerülnek. Változtattak a CFK gyártástechnológiáján. A gyantatranszferöntés (RTM – Resine Transfer



5 6

Moulding, németül Harzinjektionsverfahren) új változatánál, a régebbi eljárásnál használt hőre keményedő gyanta helyett, a szerszámba helyezett előformázott szálvázat reaktív poliamid-6 műanyaggal, pontosabban annak aktivátorral és katalizátorral összekevert monomerjével, a kaprolaktám ömledékével itatják át. A befröccsentett keverék reakciója az impregnálás után néhány percen belül végbemegy, a szerszámból üvegszállal erősített poliamid-6 formadarabot vesznek ki. Így készülnek például a B-oszlopok, melyek tömege, az acél anyagúhoz képest, 36%-kal könnyebb.

Eljutunk fejlődéstörténetünk mai állomásához, az Audi Q7 2015-ös modelljéhez. Esetünkben ismét a karosszéria tömege érdemel figyelmet: 325 kg-os

értéke, tisztán a karosszéria, 71 kilogrammal kevesebb, mint az elődmodellé. A karosszériatartozékok tömegén 24 kg-ot spóroltak. A többanyagú kocsiszekrényben az alumínium részaránya 41%, többnyire karosszériaelemek, így az ajtók, a motorháztető, a sárvédők stb. és néhány öntött csomóponti szerkezeti elem.

AZ ASF-TECHNOLÓGIA 2017-BEN A LÉNYEG AZ ANYAGMIX

Miért anyagmix, azaz többféle anyagból készülő, más néven vegyes építésű karosszéria? Amikor a tömegcsökkentés igénye jó 30 évvel ezelőtt előtérbe került, a könnyűfémek, elsősorban az alumínium jelentett alternatívát az acéllal szemben. Az acéllipar, érezve a lehetséges igénycsökkenést, rohamos fejlesztésbe kezdett. Az autógyártói



7

követelmények: a nagy merevség, a rezgésekkel szembeni ellenálló képesség, a menetkomfort, a passzív biztonsággal összefüggő nagy energiaelnyelő képesség, csak fokozódtak. A karosszériaépítésben az optimumot a komplex, többanyagú vázszerkezeti és burkolóelem megoldás jelenti. Ezt ma már általános érvényre kijelenthetjük.

Ezt pregnánsan érzékeltetik az új A8-as karosszériájának anyagösszetételét mutató rajzok 5 6.

AZ ALUMÍNIUM

Az ASF-hagyományoknak megfelelően a karosszériát, illetve vázszerkezetet többségében, 58%-ban alumínium

alkotja. A 7 ábra az új A8-as kocsi-szekrény alumínium öntött elemeinek – csomópontok, vázelemek – helyét mutatja. Az új alumíniumötvözetekkel és hőkezelésükkel megnövelték a szilárdságot. Az öntött elemek szakítószilárdsága több, mint 230 MPa, folyáshatára 180 MPa; a profilelemeké 320, illetve 280 MPa. Természetesen a karosszériaelemek teljes mértékben könnyűfém anyagból készülnek. Az alumínium kötéstechnikájában és technológiájában számos újítást vezettek be, erről később lesz szó. A kész fém ASF a katódos mártófestés (KTL) után 200 °C hőmérsékletű alagútkemencébe jut, ahol a hőhatás révén (edzés) az alumíniumötvözetek elnyerik végső keménységüket. Erre a hőkezelési folyamatra, találón a péktermékek készítésének hőmérsékletén történő hőkezelésre, nemcsak acéloknál használatos a „Bake Hardening” kifejezés. Könnyűfém vázszerkezeti anyag az alumínium mellett a magnézium is. Az első rugótoronyok közötti átkötő elem magnéziumból készül, és alumíniumcsavarokkal rögzítik 8.



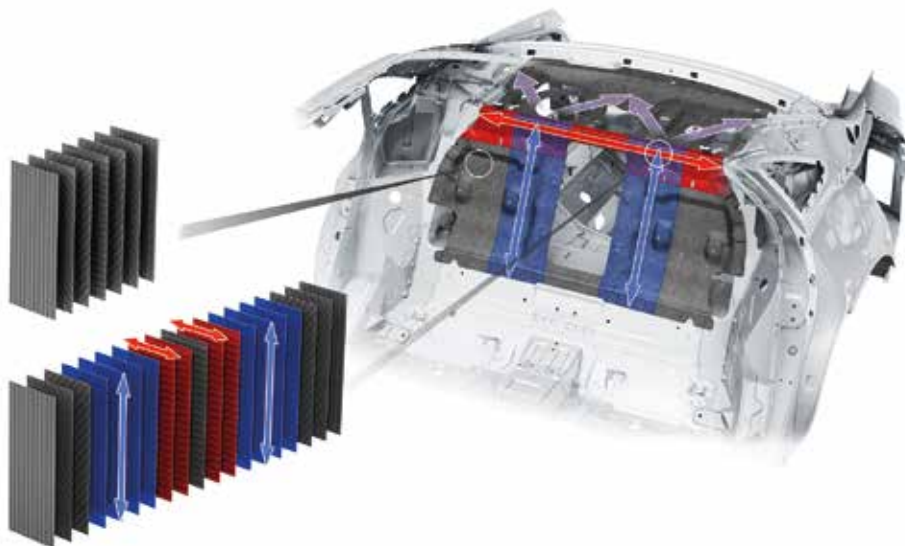
8

VISSZATÉR AZ ACÉL

Napjainkra, az intenzív anyagkutató-sok eredményeképpen, az autóiipari karosszéria, illetve vázszerkezeti acélok szilárdsági tulajdonságai megsokszorozódtak, van, amelyik megőszöröződött. Ennek megfelelően az adott feladatra: utascella-védelem, ütközési zónák, torziós merevség, sokkal kisebb tömegű acél kell, illetve a követelmények lényegesen kisebb szerkezeti tömeggel túl is teljesíthetők.

Előszeretettel alkalmazzák a méretre szabott és a prézelés előtt egyesített lemezeket. Ezek, a helyi igénybevételre szabott, angolul tailored blank lemezek olyan félkész termékek, melyek tulajdonságait helyileg meghatározzák az azt felépítő anyagok és lemezvastagságok. Ez a technológia tovább növelte az acélok felhasználását a könnyűszerkezetes kocsiszekrényeknél, vázszerkezeteknél. A feladatra optimalizált elemek lehetnek:

- különböző minőségű, eltérő lemezvastagságú és bevonatú hegesztett lemezterítékek,
- foltozott, lokálisan megerősített lemezek (Patchwork Blank),
- különböző vastagságú lemezek hengerléssel, folyamatos átme-



10



11

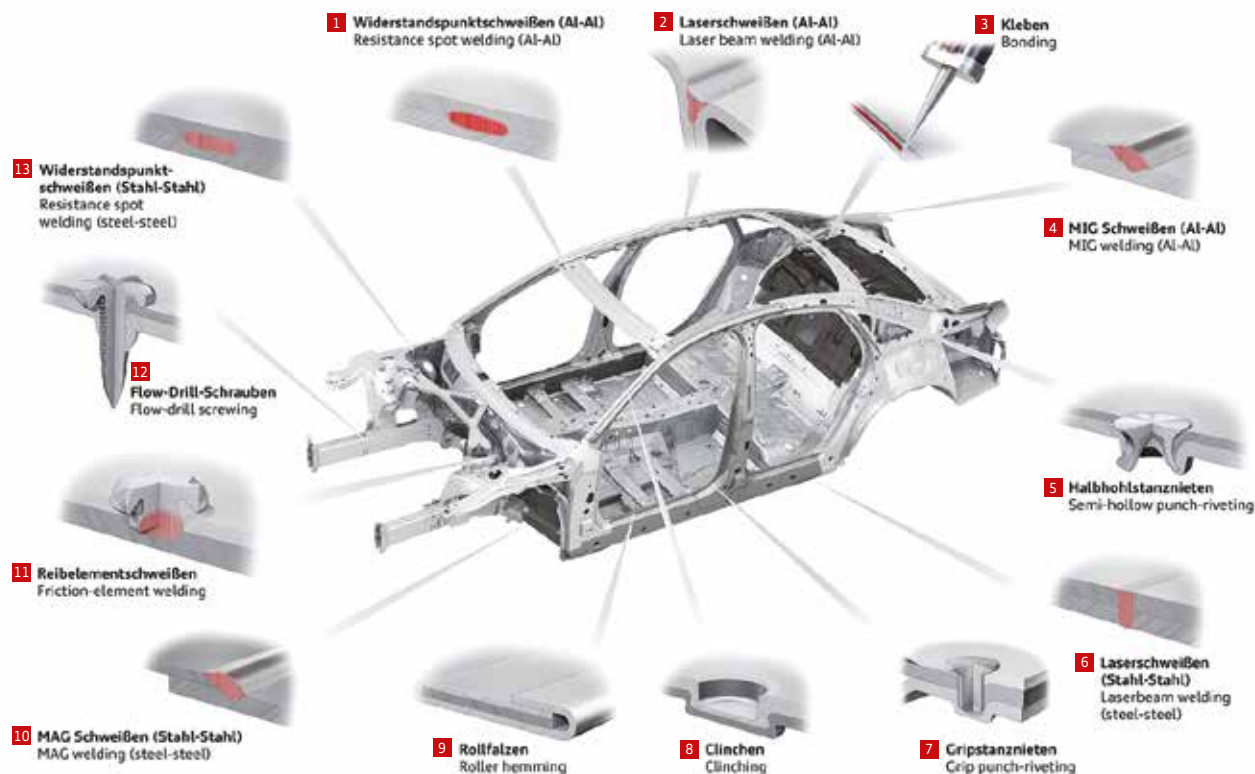
- nettel történő egyesítésével nyert terítékek,
- állandó kiinduló lemezvastagságú lemezből, változó hengerlési nyomóerővel kialakított, szakaszosan eltérő lemezvastagságú teríték vagy idom,
- hőkezeléssel helyileg megváltoztatott mechanikai tulajdonságokkal rendelkező lemezek.

A MŰANYAG KOMPOZITOKÉ A JÖVŐ?

Az elmúlt évtizedben a szén-szál-erősítésű műanyagok gyártástechnológiája egyszerűbbé, az előállítás gyorsabbá vált, miközben az anyagjellemzőik is érdemben javultak. Az új A8-as karosszériájának igazi újdonsága a szén-szál-erősítésű kompozit (CFRP – carbon



9



12 Az új Audi A8 karosszériájánál alkalmazott kötéstechológiák. A gyári ábra német és angol feliratait meghagytuk, mert a hazai szakirodalom sem fordítja le minden esetben – többre még nem született találó magyar megnevezés – és a gyártásnál, egyre gyakrabban a javítóműhelyekben is a magyar szakkifejezéseket sajnos nem használják. 1 – Ellenállás ponthegeztés (Al-Al), 2 – Lézerhegeztés (Al-Al), ennek egyik hegesztőberendezés-változata a CMT, 3 – Ragasztás, 4 – MIG fogyóelektródás, semleges védőgázos hegesztés (Al-Al), 5 – Vágószegecs, 6 – Lézerhegeztés (acél-acél), 7 – Grip vágószegecs (ez váltotta a korábbi Vollstanzniete szegecset), 8 – Klincs kötés (TOX-technológia), 9 – Hengerelt peremzés, a visszahajtás előtt a lemezre ragasztót is felvihetnek, 10 – MAG fogyóelektródás, aktív védőgázos hegesztés (acél-acél), 11 – Dörzshegeztés, 12 – FDS-csavarkötés, 13 – Ellenállás ponthegeztés (acél-acél).

fiber-reinforced polymer) utastéri hátfal, mely az ún. kalaptartó lemezt is magában foglalja 9. A hátfal szervesen illeszkedik a karosszériába, mint teherviselő szerkezet. A torziós merevséget mintegy 30%-ban határozza meg, és elnyeli mind a hossz-, mind a keresztirányú, valamint a nyíró erőhatásokat. A hátfal szintén terheléshez „szabott” szerkezetű. A 10 ábra mutatja, hogy kb. 50 mm széles kompozit csikokból ragasztással laminált a végső modul. Két laminált modul van, az egyik 7, a másik 19 rétegből áll. A többirányú erőfelvétel miatt a szénszállirányokra is ügyelni kellett. Az ábrán a nyilak a terhelőerő-irányokat mutatják. A hátfalat a kész nyerskarosszériába

a hátsó ablakon át helyezik be akkor, amikor a hátfal már szerelvényeivel, például a hangszórók, biztonsági öv rögzítőelemek, könyöktámasz kompartmentjezettel történik. A 11 ábra a hátfal szerelvényeit nem, csak az elhelyezkedését mutatja.

KÖTŐELEMOK, KÖTÉSTECHNOLÓGIÁK

Hegesztési eljárások

Az új A8-as kocsiszekrényénél alkalmazott kötések fajtáinak számát a gyári irodalom 14-ben adja meg, az áttekintő rajzon 12-13-at sorolnak fel. Mielőtt a

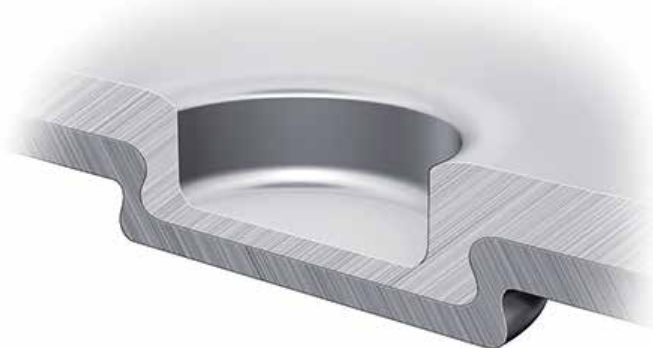
cikket tovább olvasná, ezt az ábrát, illetve a technológiák megnevezéseit kérem, tekintse át.

Nézzük először a hegesztési technikák újdonságait!

Az Audi A8 egyes elemeinél, például a hátsó esőcsatornáknál, a MIG hegesztési eljárás új, CMT rövidítésű változatát alkalmazzák. Az újdonság megkíván egy rövid magyarázatot. A CMT-eljárás forradalmi újítás a hegesztéstechnikában, mind, ami a technológiát, mind, ami az alkalmazási lehetőségeket illeti. A módszer teljesen új, eddig, a XXI. század elejéig, ismeretlen volt. 2022-re sikerült az eljárási problémákat megoldani. A CMT betűszó (Cold Metal Transfer – hi-

deg energia átvitel) egy fogyóelektródás eljárást jelent, ahol a hőbevitel nagyon csekély, összehasonlítva a hagyományos rövidzáras hegesztéssel. Ezért áll a cold (hideg) szó a rövidítésben. Az eljárás egy rövidzáras hegesztés, teljesen új elven működő cseppleválasztással. A CMT-eljárásnál a huzalt nemcsak előre tolják, hanem vissza is húzzák – ennek eredménye a teljesítménytől függő, de maximum 70 Hz-es rezgő mozgás.

A CMT egyik alkalmazási területe az alumínium- és acéllemezek közötti ívhegesztett kötés létrehozása. Főleg az autóiparban találkozhatunk ezzel az igényel, egyrészt a tömeg csökkentése, másrészt a megfelelő mechanikai tulajdonságok elérésének céljából. A legnagyobb probléma ilyen kötések esetén az, hogy egy nagyon rideg, intermetallikus fázis képződik a hegesztés során. Minél vékonyabban tudjuk ezt a réteget tartani, annál jobbak lesznek a kötés mechanikai tulajdonságai. A réteg vastagságát egyértelműen a hőbevitel határozza meg. Az intermetallikus fázis vastagságát csökkenteni csak a hőbevitel csökkentésével lehet elérni. A legjobb, illetve egyedüli megoldás erre a CMT, hiszen itt a hőbevitel az összes eddigi eljárásnál kisebb.



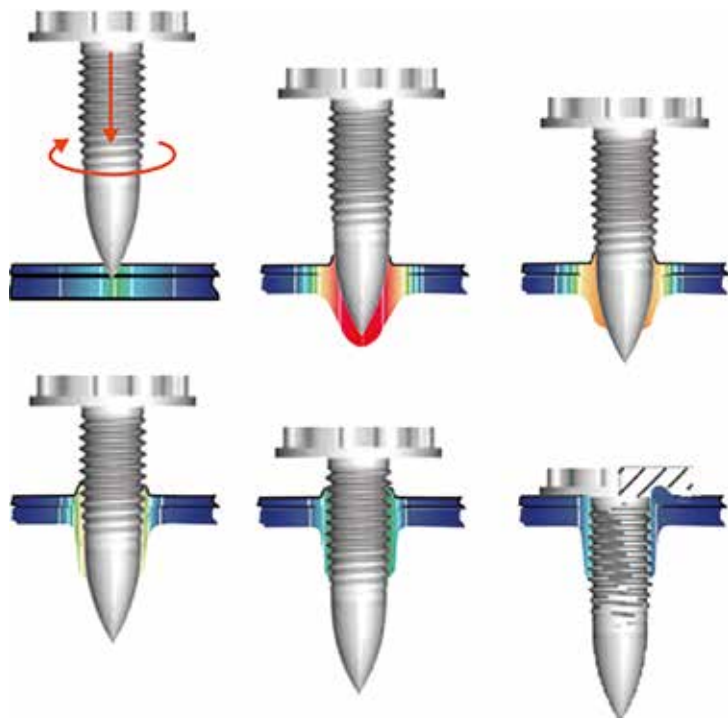
13

Az Audi régen alkalmaz lézerhegesztést, melyet a kezdeti időkben a ThyssenKrupp céggel együtt fejlesztett ki. A lézersugaras hegesztés egy olyan speciális ömlesztő hegesztési eljárás, amelynél a lézersugarat optikai úton vezetjük a hegesztendő munkadarab felületére. A sugár elnyelődése hozza létre a hegesztéshez szükséges hőmennyiséget. Lézerhegesztéssel a fémek igen finom módon, akár a mikron tartományában hegeszthetőek, a varrat az eredeti anyaggal teljesen homogén szerkezetet képez. A lézerhegesztés folyamán csak kis hő keletkezik, ezért nem lép fel deformálódás a hegesztendő darabban. A lézerhegesztéshez pontos vágási felületek szükségesek, de a

hegesztési varrat sokkal keskenyebb lesz, kisebb lesz a hőhatásövezet és tömegcsökkenés is elérhető, mert nincs szükség az átfedéshez plusz anyagra. Az új ASF-technológia a lézerhegesztés továbbfejlesztett eljárását használja. A „Laser-Remote-Schweißen” technikában a lézersugarat nagy gyorsasággal állítható tükörrel irányítják a hegesztési területre, mely tükör akár 1 méter távolságban is lehet. Innen ered a „remote” (távoli) megnevezés. Az eljárás lényegesen megnöveli a hegesztési sebességet, mert a fej lassú pozicionálása helyett a tükröt kell csak állítani, mely lényegesen gyorsabban elvégezhető. Ami azonban ennél is fontosabb, a hegesztés minősége garantált, nem



14



15

kíván olyan gyakorisággal időt rabló és költséges varratellenőrzést, mint a hagyományos lézerhegesztés.

(„vakon“) szerelhetők és így zártszelvényekbe is rögzíthetők. Az alumínium- és magnéziumötvözetből készült

elemek a kereskedelemben kapható vágószegeccsel történő egymáshoz rögzítésénél, akár három réteg összekötésénél, a magnéziumötvözetből készült lemeznél repedések képződtek. Ez az anyag tulajdonságával magyarázható. A fejlesztés eredményeként a szegecselésnél alkalmazott ellentartó „matrica” alakjának optimalizálásával a probléma megoldódott. Úgy végzik a szegecselést, hogy eközben a magnéziumötvözet lemeznél minimális legyen az alakváltozás. Így sikerült repedésmentes szegecskötéseket létrehozni anélkül, hogy szükség lett volna melegítésre 14.

Az FDS (Flow Drilling Screw vagy Flow-Drill Screwing) vékony acél- és alumíniumlemezek közötti termomechanikus eljárással, rendkívül gyorsan létrehozott csavarkötés. A problémát az jelenti, hogy az összekötendő lemezek vastagsága nem teszi lehetővé a menetkiképzést. A csavarral létrehozott, folyatós fúrással együtt történő önmet-

Sajtoló kötés – klincselés

Különböző vastagságú és anyagú, bevonat nélküli vagy bevonatos lemezek kötésére gyakran alkalmazzák az együjtsajtózással történő kötetést. Két, esetleg három lemezt egymásra helyezve a mélyhúzáshoz hasonlóan alakítják úgy, hogy a húzóművelet végén a bélyeg felütközik, és csekély mértékben szétlapítja a kisméretű mélyhúzott edény fenékrészét 16. Ezzel oldhatatlan kötés jön létre. A klincselés a tömegcsökkentéshez is hozzájárul, mert kötőelem, illetve hozaganyag nélkül hozza létre a kapcsolatot.

Szegecs és csavarkötések

A szegecsanyák és szegecscsavarok a leginkább sokoldalú megoldást kínálják, ha egy jól terhelhető furat- vagy csapmenet kialakítására van szükség olyan munkadarabon, ahol a vékony anyagvastagság nem teszi lehetővé a bemetszett menet kialakítását. Ezek az elemek ellentartás nélkül, egy oldalról



16

ÁLLJUNK MEG NÉHÁNY SZÓRA...

A cikk összeállítója, aki se nem karosszériás, se nem anyagtechnológus, pláne nem műanyag, alig ért valamit az autós gyártástechnológiákhoz, bizony megküzdött ezzel az anyaggal. Az új anyagok, gyártási eljárások, nem oldható kötések, ragasztások már magyar megnevezésükben is problémát okoztak, és lényegüket, ha nagy vonalakban is, de muszáj volt megérteni. Szerencsére a neten fellelhető hazai szakirodalomból sok mindenre kaphatunk választ. Ezért is készült a részletes irodalomjegyzék, melynek tételeit bárki megtalálhatja a világhálón. Remélem, hogy a velem hasonló cipőben járó, az autótechnikát szeretők számára is nyújt a cikk némi látókörbővítést, talán új ismeretet is. Abban pedig őszintén bízom, hogy a szakma tanulóit anyagismereti és gyártástechnológiai tantárgyaikban ezekkel megismertetik.

Szánom ezt az anyagot nyári olvasmányként a karosszériás szakmát oktatóknak is, ha csak ismeretfrissítésül szolgál, az sem haszontalan. Az autójavítók nincsenek könnyű helyzetben, a bajok forrását ezen karosszériák javítása (vagy javíthatatlansága?) jelenti. A gyártástechnológiáknál alkalmazott kötések (szegecseles, lézerhegesztés) a javítás során nem ismételhetőek meg. Nagyon kevés az ezekre vonatkozó szakirodalom, tanfolyami képzés talán egyáltalán nincs is.

szó menetkészítésnél a lemezanyag a csavar becsavarásakor (megadott nyomóerővel és fordulatszámmal végezve) lágyul, behajlik és így a menet

kialakítására nagyobb anyagtömeg áll rendelkezésre. A 10. ábra képsora ezt világossá teszi. Javításnál metrikus csavarral helyettesíthető, általában M4, M5, M6 méretben.

Befejezésül az A8-as karosszériájának négy, kötéstechnikára jellemző szerkezeti részletét mutatjuk be.

ÉS AMI MÉG KELLETT HOZZÁ...

Neckarsulmban fel kellett építeni egy új gyárat, melynek termelési alapterülete 50 ezer m². Egyszerre 17 daru dolgozott az építkezésen, köztük Európa legnagyobbja, egy 600 tonna emelésére képes is. Kutatóintézetekkel, egyetemekkel, gyártóberendezés-gyártókkal ki kellett fejleszteni az új gyártástechnológiát. A gyárban 500 robot, 90 ragasztóberendezés, 60 FDS csavarozó automata, 270 szegecselelőállomás, 90 ellenállás-hegesztő gép található. A tervezésnél számos apró szempont is érvényesült. Például a ponthegeztető 35 kg-mal könnyebb, így az azt mozgató robot kisebb energiafelvételű lesz. Végül, de egyáltalán nem utolsósorban ki kellett képezni a dolgozókat. ■

Felhasznált irodalom:

Pál Károlyné: Új technológiák könnyűszerkezetes autóelemek gyártására; www.muanyagipari-szemle.hu

Audi MediaCenter – Die ASF-Technologie, Meilensteine seit 1994.

Audi MediaCenter – Looking ahead to the new Audi A8: Space Frame with a unique mix of materials

Audi MediaCenter – Intelligenter Materialmix – die Karosserie des neuen Audi A8

Es ist schwer, leicht zu sein, Kraftband, 11/2017, p. 42-44.

Somoskői Gábor: A CMT eljárás elméleti alapjai és gyakorlati alkalmazási lehetőségei. 25. Jubileumi Hegesztési Konferencia Budapest, 2010.

Béres Gábor, Tisza Miklós: Hegesztett lemezek járműkarosszéria építésben való alkalmazásának áttekintése. Gradus Vol 3, No 1, 2016.

LZN Laser Zentrum Nord GmbH; <http://www.lzn-hamburg.de>

Béres Gábor, Danyi József, Végvári Ferenc, Tisza Miklós: Napjaink járműkarosszéria anyagai, Gradus Vol 2, No 2, 2015.

Kőfalusi Pál et al.: Járműfedélzeti elektronika – A személygépkocsi karosszériák gyártásának új tendenciái, BME-MOGI, 2014.

Danyi József, Végvári Ferenc: Gépjárműgyártás, fenntartás. Egyetemi jegyzet. 2011. KEFO-GAMF www.tankonyvtar.hu

