

DP-DC PÁROSÍTOTT ACÉLOK MIG FORRASZTÁSA

MIG BRAZING OF DP-DC STEELS

Berczeli Miklós¹, Weltsch Zoltán^{2*}

¹ Gépjárművek és Járműgyártás Tanszék, Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Magyarország

² Anyagtechnológia Tanszék, GAMF Műszaki és Informatikai Kar, Pallasz Athéné Egyetem, Magyarország

Kulcsszavak:

keményforrasztás
MIG
DP-DC
emelt szilárdságú acél
nedvesítés

Keywords:

brazing
MIG
DP-DC
high strength steel
wetting

Cikktörténet:

Beérkezett 2016. szeptember 8.
Átdolgozva 2016. november 22.
Elfogadva 2016. november 24.

Összefoglalás

A járműgyártók napjainkban egyre nagyobb hangsúlyt fektetnek arra, hogy a karosszéria gyártás során tömegcsökkenést érjenek el a szerkezeti szilárdságának megtartásával. Fontos ugyanakkor, hogy mindezt költséghatékonyan érjék el. Ennek a megvalósításnak egyik lehetősége, ha zónánként olyan szilárdságú acélokat alkalmaznak, amit a funkciója a felépítménynek megkíván. A különböző tulajdonságokkal rendelkező karosszéria elemek összekötése új kihívások elé állítja a járműgyártókat. A normál (DC) és emeltszilárdságú (DP) acélok közötti kötés kialakításának egyik módja a keményforrasztással létrehozott kötések kialakítása, mely számos előnnyel rendelkezik a hegesztéshez képest. Cikkünkben MIG forrasztással alakítunk ki kötést DC-DP anyagpárosítások között és vizsgáljuk a különböző beállítások során bekövetkező változásokat.

Abstract

Nowadays the vehicle manufacturers want to more and more reduce the body weight to achieve a reduction while maintaining structural strength. However it is important, that cost-effectively achieve all this. One method of this embodiment, if the required strength steels are used, which expected the function of the structure. The body panels interconnection with different parameters presents new challenges for vehicle manufacturers. The connection between the standard (DC) and increased strength (DP) steels design is one way for the binding established by brazing, which has several advantages over welding. In this paper MIG brazing bond is formed between the DC-DP material pairs and examine changes in the different settings.

1. Bevezetés

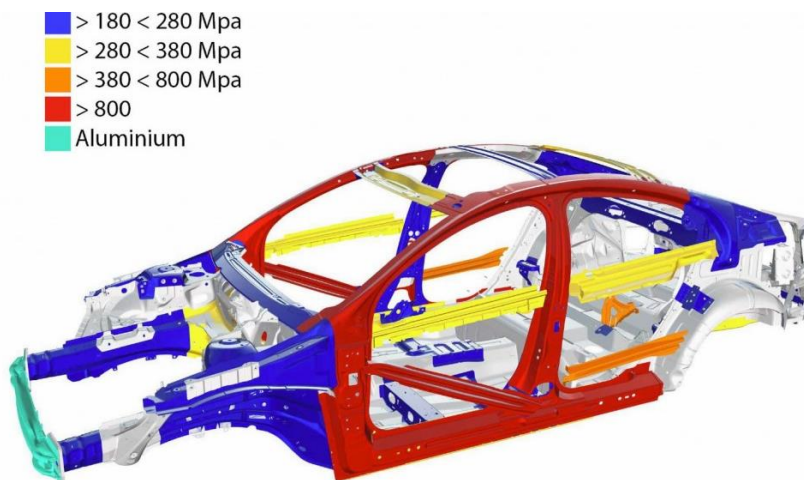
Napjainkban a járműipari szereplők arra fókuszálnak, hogy a gépjárművek karosszériájához felhasznált anyagok és technológiák kielégítsék a legújabb követelményeket. A gyártandó jármű önsúlya csökkenjen, miközben a rendeltetés szempontjából lényeges anyagtulajdonságok csak kis mértékben változzanak. A legfontosabb szempont a felhasználónál jelentkező, költséghatékonyság, ennek egyik fontos eleme a jármű fogyasztása és a mérsékelt környezetterhelés [1]. Ezen kívül nem kihagyható szempont a jármű menettulajdonságainak javítása, valamint az, hogy egyre több kiegészítő feladatot ellátó egységet építenek a járművekbe, amelyek megnövelik annak önsúlyát. A

* Weltsch Zoltán Tel.: +36 20 238 8144
E-mail cím: weltsch.zoltan@gamf.kefo.hu

környezetterhelés, anyag- és a gyártási technológia során felmerülő költséghatékonyság szerepet játszik az ipari résztvevők stratégiájában [2].

A járműipar ma is jelentősen támaszkodik az acélra. Ennek egyik oka, hogy az összes szerkezeti anyag közül az acél tulajdonságai változtathatók a legolcsóbban a legtágabb határok között. Másrészt olcsóságának és a nyersanyag elérhetőségének köszönhetően a gyártórendszerek nagy része az acél feldolgozására épültek ki, azonban nagy hátránya az acél alkatrészeknek a nagy tömegük. A drágább gépjármű kategóriáknál megjelentek a könnyűfémek és kompozitok, mint a járművek tömegcsökkentésének alternatív lehetőségei, de ezek anyag- és technológiai költségei fékezik elterjedésüket. A súlycsökkentési igény kielégítésére több megoldás is létezik. Egyik megoldás, ha azonos anyag csoportba tartozó, de nagyobb szilárdságú anyagokat akár kisebb vastagsággal alkalmaznak [3]. Másik lehetőség, hogy az acéllal szemben kisebb sűrűségű és összességében kisebb tömegű anyagokat és alkatrészeket építenek be [4].

Az 1. ábra egy korszerű gépjármű karosszériáját mutatja a felhasznált acélok típusaival és beépítési helyeikkel.



1. ábra. Különböző szilárdságú acélok a karosszériában [5]

Látható, hogy az önsúlycsökkentés érdekében a gyártók különböző szilárdságú acélokat alkalmaznak, annak függvényében, hogy mi az adott szerkezeti elem funkciója.

A legnagyobb szilárdsággal rendelkező acél elemek általában a váz oldalsó elemei (piros színű elemek az 1. ábrán). A nagy szilárdság itt elsősorban a biztonsági követelmények miatt fontos: ezek az elemek a jármű vezetője és utasai számára nyújtanak védelmet egy-egy esetleges ütközés esetén. A közepes szilárdsággal rendelkező acél elemek a váz oldalsó elemeihez csatlakozó részek. A nagyobb szilárdság itt is a biztonsági követelmények miatt fontos. A kisebb normál szilárdságú vázelemek többnyire a váz első és hátsó részei. Esetleges ütközésnél ezeknek az elemeknek inkább energiaelnyelő szerepük van. Itt nem a nagy szilárdság az elsődleges szempont, hanem inkább az, hogy ezek a részek az ütközés energiáját az alakváltozásuk során képesek felvenni [6].

A gépjárművek tömegének jelentős részét kitevő karosszéria tömegcsökkentését a biztonsági követelmények fokozódásának egyidejű teljesítése mellett kell megvalósítanunk. A szilárdság növelésével az anyagok alakíthatósága jellemzően csökken, ugyanakkor az alakíthatóság a karosszéria elemek gyártásának egyik kulcskérdése, tehát normál és emelt szilárdságú anyagok együttes alkalmazására van szükség. Önmagában azonban az újabb alapanyagok együttes alkalmazása nem válna lehetővé, ha a gyártástechnológia tovább fejlesztésével nem foglalkoznánk. Az alkatrész elemek kötéstechnológiájának éppen ezért követnie kell az alapanyagok újszerű, hibrid kombinációit [6].

Az egyes alkatrészek, szerkezeti elemek oldható vagy nem oldható kötéssel erősíthetők egymáshoz. Az oldható kötések lehetővé teszik az alkatrészek szétszerelését vagy többszöri összeerősítését. Ezzel szemben a nem oldható kötések csak a kötési helyek, illetve a szerkezeti elemek megsértésével vagy szétroncsolásával oldhatók [6]. Hegesztéskor mind az alap, mind a hegesztőanyag megömlik. Ezzel szemben a forrasztások olyan közvetett, anyaggal záró,

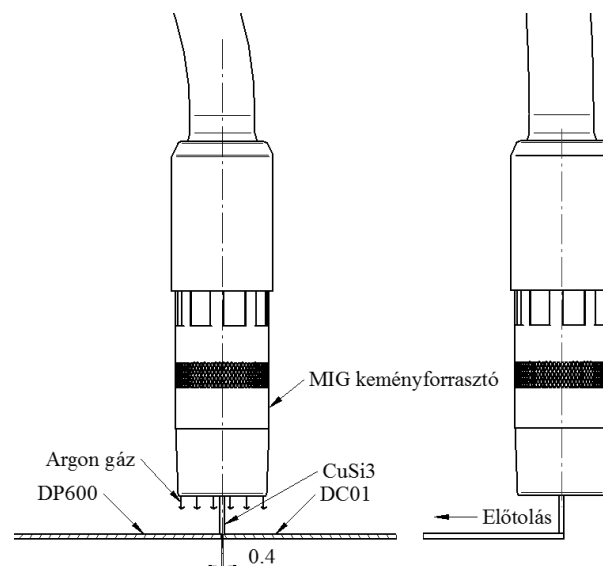
feltételeken oldható kötések, amelyeket fémes vagy nemfémes, de ebben az esetben felületükön fémmel bevont alkatrészekhez alkalmazunk. A kötés fémes adalékanyag (forrasz) segítségével jön létre, felületi ötvöző, adhéziós és diffúziós folyamat következtében [7]. Ennek köszönhetően az alapanyagok megolvadása nélkül lehet létrehozni a kötést. Éppen ebből adódik az előnye: a készre munkált alkatrészek lényeges alakváltozás nélkül köthetők össze, el lehet kerülni a nem kívánatos szövetátalakulások okozta belső feszültségeket és vetemedéseket, kisméretű tömegcikk forrasztása könnyen gépesíthető, automatizálható. Jelentős mechanikai igénybevételnek, illetve hőhatásnak kitett munkadaraboknál célszerű keményforrasztást alkalmazni. A forrasztóanyag helyes megválasztása biztosítja a jó kötésminőséget, ezért fontos, hogy az olvadáspontja közelítse meg a forrasztandó anyagokét, de azokénál mindenképpen kisebb legyen. A forrasztóanyagnak nedvesítő hatásúnak kell lennie, munkadarabokon a kellő hőmérsékleten szét kell terülnie. A kisebb hőbevitel következménye, hogy gazdaságosabb az eljárás. Technológiai, valamint gazdasági előnyei miatt, egyre nagyobb mértékben alkalmazzák a járműiparban [8]. A keményforrasztott kötések kialakításához a leggyakrabban alkalmazott módszerek a lánggal való forrasztás, a merítéses eljárás, a pákával való forrasztás és a kemencében forrasztás. Napjaink modernabb technológiája a MIG keményforrasztás és a lézersugaras keményforrasztás, ezek a technológiák könnyedén integrálhatók és automatizálhatóak a termelésben [9].

Kutatási célunk, hogy MIG keményforrasztási eljárással kötés létesítsünk két különböző szilárdságú és típusú acéllemez között. Különböző technológia paraméterekkel kísérleteztünk, hogy a normál és emeltszilárdságú acél MIG forrasztása esetén milyen beállításokkal lehet minél jobb minőségű kötést létrehozni.

2. Alkalmazott anyagok és eszközök

A kötések létrehozásához normál (DC) és emeltszilárdságú (DP) 50 x 160 mm területű 1.2 mm vastagságú acéllemezeket alkalmaztunk. A normálszilárdságú acél DC 01-es, az emeltszilárdságú acél DP 600-as típusú. A lemezeket hidraulikus és kézi táblaollóval daraboltuk fel. A keményforrasztás létrehozása előtt metanollal lettek megtisztítva, hogy esetlegesen a felületen lévő szennyeződések és zsírt eltávolítsuk. A MIG eljárás során 14 liter/perces átfolyó argon védőgázt alkalmaztunk. A MIG forrasztógép pisztolyát egy szekátorral mozgattuk a forrasztási réssel párhuzamosan és a lemezekre merőlegesen 650 mm/perc sebességgel.

A technológiai elrendezés a 2. ábrán látható.



2. ábra. MIG keményforrasztás technológiai elrendezése

A lemezek ledarabolása és előkészítése után MIG keményforrasztással alakítottunk ki kötést közöttük. A próbatesteket egymással szemben 0.4 mm hézag alkalmazásával forrasztottuk össze 1.2 mm átmérőjű CuSi3 forrasz anyaggal. Létrehoztunk DP 600-DP 600, DC 01-DC 01 és DC 01-DP 600 anyagpárosításokat. A kötések elkészítése után Keyence fénymikroszkóppal

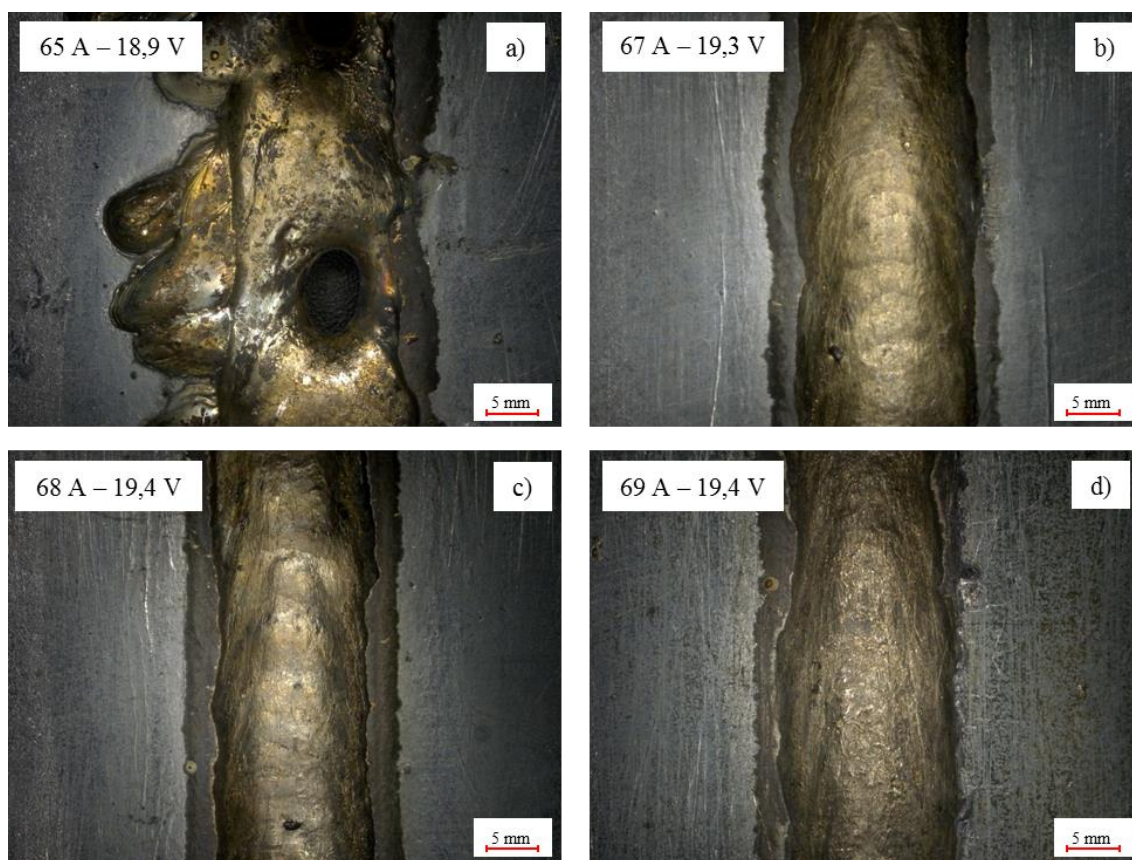
felvételeket készítettünk a kötésekről, hogy meghatározzuk, hogy az egyes anyagpárosítások esetén, milyen tényezők változnak a kötés kialakulása során. A felvételek készítése előtt megtisztítottuk a már meglévő kötéseket a technológiai során keletkezett szennyeződésektől.

3. Eredmények

Egy előre, szisztematikusan meghatározott paraméterhalmaz alapján készítettünk keményforrasztott varratokat a növelt és alapszilárdságú acélok között. Azonban, a varrat változatosságait csak azokon a kötéseken mutatjuk be, amelyeken a különbségek a leginkább szemléltethetőek.

3.1. MIG technológiai beállítások meghatározása

Annak érdekében, hogy a megfelelő technológiai beállításokat meghatározhassuk próba forrasztásokat készítettünk DP 600-as acélokon 1.2 mm átmérőjű CuSi3 forrasztóanyaggal. A forrasztóhuzalhoz tartozó ajánlás 65 A és 18.9 V-os technológiai beállításokat javasolt. A különböző MIG beállításokkal elkészített varratokat a 3. ábrán láthatjuk.



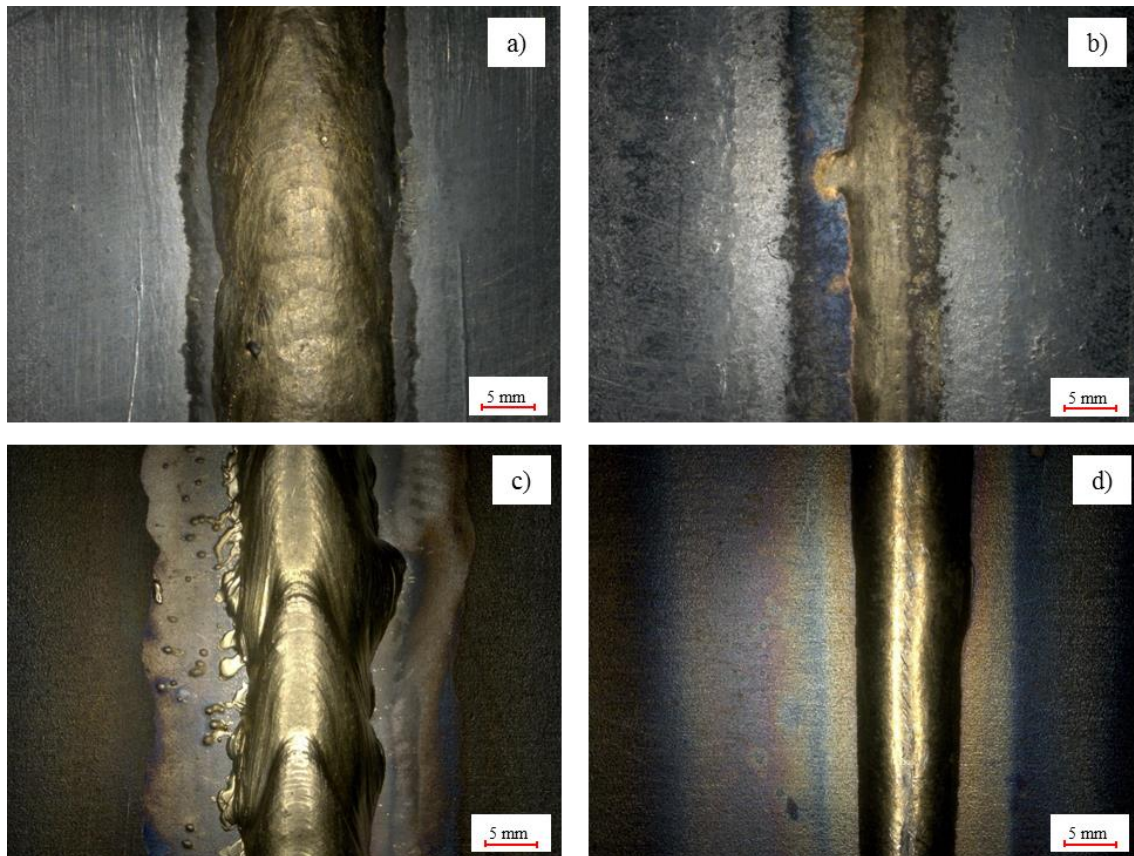
3. ábra. MIG technológiai paraméterek hatása a keményforrasztásra DP acélokon: a) 65 A, 18.9 V, b) 67 A, 19.3 V, c) 68 A, 19.4 V és d) 69 A, 19.4 V

Első esetben a varrat teljes hosszán szakaszosan átolvadt a forrasztóanyag és körülbelül 4-5 mm-es lyukak maradtak a varratban (3. ábra a). Ennek oka lehet, hogy az alacsony áramerősség és feszültség értékek miatt nagy cseppekben olvadt le a forrasztóanyag. Látszik, hogy a varrat két oldala sem párhuzamos. Az áramerősség és feszültség értékeket ezek után tapasztalati úton optimalizáltuk. Az elkészített varratok közül szemrevételezéssel és esztétikai tulajdonságai alapján a 67 A és 19.3 V beállításokat határoztuk meg a későbbi kísérletek alap beállításának (3. ábra b). Ebben az esetben a forrasztóanyag megfelelően szétterült a DP 600-as acélon és a hőhatás zóna mértéke is mérsékelte.

Csekély változtatás a beállításokon már nagymértékben megváltoztatja a forrasztóanyag ráolvasását az acélra (3. ábra c és d).

3.2. DP és DC acélpárosítások keményforrasztása

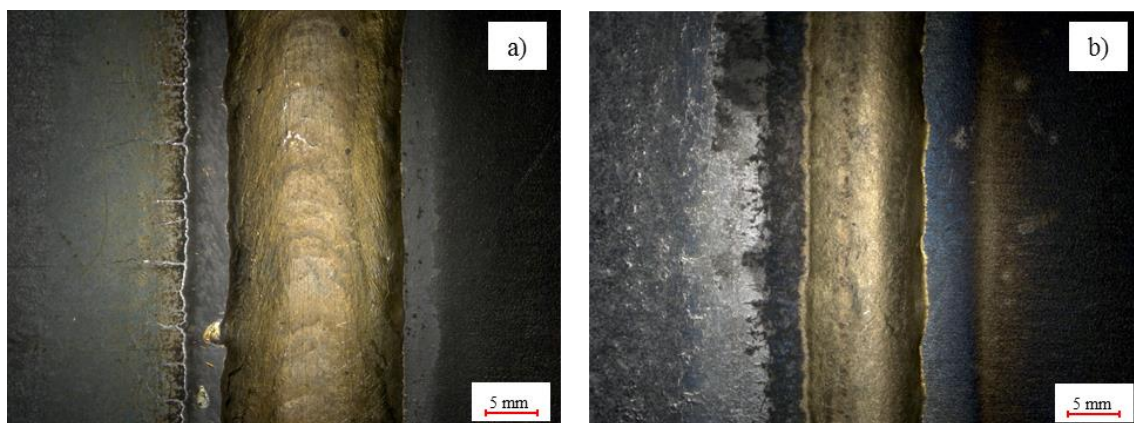
Az előzőekben meghatározott technológiai paraméterekkel és 0.4 mm-eres hézag alkalmazásával két DP 600-as acél koronája és gyöke az alábbi módon alakult.



4. ábra. DP-DP és DC-DC acélpárosítások keményforrasztása: a) DP-DP koronája, b) DP-DP gyök oldala, c) DC-DC koronája és d) DC-DC gyök oldala

A varrat koronája egyenletesen szétterül a DP 600-as acélon és a hőhatászóna is kis mértékben jelentkezik párhuzamosan a varrattal (4. ábra a). A keményforrasztás gyöke folytonos (4. ábra b). Ugyan ezekkel a beállításokkal két DC 01-es típusú acél keményforrasztását is kialakítottuk. Látható, hogy itt a korona már keskenyebb és magasabb, de esztétikailag fényesebb (4. ábra c). A gyök oldalon a forrasztanyag jobban átfolyt (4. ábra d). A DC 01-es acél esetén nagyobb mértékben megjelent a hőhatás övezet. Illetve enyhe fröcskölést is tapasztaltunk.

Szintén ugyan ezekkel a beállításokkal készítettük el a kutatási célként kitűzött keményforrasztott kötést a két különböző típusú acél összekötésével (5. ábra).



5. ábra. DP-DC acélpárosítások keményforrasztása: a) DP-DC koronája, b) DP-DC gyök oldala

A korona bal oldalán a DP 600-as acél esetén látható nyomot hagyott a forrasztás folyamata a cink bevonat leégése miatt. Azonban a forrasztanyag jobban szétterült és megfolyt, mint csak DP 600-as acél alkalmazása esetén. Gyök oldalon is látható, hogy szép folyamatos gyök jelent meg. Csak DP 600-as acél alkalmazása esetén nem alakult ki ilyen gyök a hátoldalon. A DC 01-es acél esetén a hőhatás zónák az oxidáció miatt megjelenő színes sávokban mutatkoznak, míg a DP 600-as acél esetén sötét és szürke sávokban jelentkeznek a hőhatás övezet. A DP 600-as és DC 01-es acél forrasztásakor felmerülő előnyök és hátrányok együttesen jelentkeznek. DP 600-as acélokhoz képest a gyök sokkal jobban kialakult, ellenben a bevonat leégése foltot hagy a kötés mentén.

4. Összefoglalás

DC 01 és DP 600 anyagminőségű acéllemezeken végeztünk el MIG keményforrasztási kísérleteket különböző paraméterekkel és a következőket állapítottunk meg:

- Csekély forrasztási paraméter változtatás nagymértékben megváltoztatja a forrasztanyag ráolvadását az acélra.
- Az elkészített varratok közül szemrevételezéssel és esztétikai tulajdonságai alapján a 67 A és 19.3 V beállításokat határoztuk meg optimális beállításnak.
- A forrasztási varrat koronája különféleképpen alakul ki a DC-DP anyagoknál.

A kötést metallográfiai, keménységeloszlási és szilárdsági vizsgálatokkal jellemezni tudjuk és további javaslatokat tehetünk az optimalizálásának irányába.

Köszönetnyilvánítás

Az Emberi Erőforrások Minisztériuma ÚNKP-16-2-I. kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának támogatásával készült.

Irodalomjegyzék

- [1] "Korszerű, növelt szilárdságú acélok a járműváz és karosszéria gyártásában" Gépjárművek és Járműgyártás Tanszék. [Online]. Available: http://www.gjt.bme.hu/sites/default/files/korszeru_novelt_szil_acelok.pdf. [Megtekintés: 30-Aug-2016].
- [2] "Járműgyártás és Javítás 1," Tankönyvtár. [Online]. Available: http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/0018_Jarmugyartas_es_javitas/adatok.html. [Megtekintés: 30-Aug-2016].
- [3] "Fém és polimer anyagok lézersugaras kötésteknológiája," Autopro. [Online]. Available: <http://autopro.hu/gyartasor/Fem-es-polimer-anyagok-lezersugaras-kotesteknologiaja/17080/>. [Megtekintés: 30-Aug-2016].
- [4] "Dual phase versus TRIP strip steels: Microstructural changes as a consequence of quasi-static and dynamic tensile testing," Materials Characterization. [Online]. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1044580306002269>. [Megtekintés: 30-Aug-2016].
- [5] "2012 Volvo S60 Body Structure," Boron Extrication. [Online]. Available: <http://www.boronextrication.com/2011/08/16/2012-volvo-s60-body-structure/>. [Megtekintés: 30-Aug-2016].
- [6] "Különleges autóiipari acél ötvözetek, karosszéria elemek lemezanyagai," 2013.
- [7] "Forrasztott kötések," Miskolci Egyetem. [Online]. Available: http://www.uni-miskolc.hu/~elkszabo/Oktatas/VA_Villamos_alaplabor_3_resz.pdf. [Megtekintés: 30-Aug-2016].
- [8] "MIG Brazing What Is It, Why Should I Use It?," Repairability Technical Support Portal. [Online]. Available: <https://rts.i-car.com/collision-repair-news/mig-brazing-what-is-it-why-should-i-use-it.html>. [Megtekintés: 30-Aug-2016].
- [9] "MIG-forrasztás munkahely a jövő eljárása," Autó technika. [Online]. Available: <http://autotechnika.hu/uploads/files/archiv/2003/02/53-54.pdf>. [Megtekintés: 30-Aug-2016].