

Praktické problémy pri zváraní pozinkovaných plechov

Ing. Miroslav Mucha, PhD., IWE, AIR LIQUIDE SLOVAKIA s.r.o.



Pozinkované plechy patria už dlhú dobu medzi často používané materiály. Ich použitie sa rozšírilo hlavne do oblasti automobilového priemyslu a bi-elej techniky. Zinok vytvára na oceli antikoroziúnu ochranu. Využíva barierový účinok krycej vrstvy ale aj katodický účinok zinkového pokrytia.

ODPOROVÉ BODOVÉ ZVÁRANIE

Časti automobilovej karosérie patria medzi najčastejšie zvárané diely. Automobilová karoséria sa zvära hlavne bodovým odporovým procesom. Pozinkovaný povrch plechov spôsobuje aj pri tejto technológii problémy, ktoré sa musia riešiť, aby sa neznížila kvalita bodových spojov. Zjednodušené popísanie problému je, že pri dotyku bodových elektrod vyrobených z CuCrZr zinok z plechu difunduje do povrchu elektrod a vytvára mosadz. Tento jav je kontinuálny, t.j. obsah zinku sa zvyšuje na povrchu elektrod, čím sa dramaticky zvyšuje odpor medzi elektrodou a plechom. To spôsobí zníženie odporu medzi plechmi, kde ho potrebujeme k vytvoreniu požadovaného zvaru. Následným ohrevom sa ďalej deformuje kontaktná plocha elektrod, čím klesá prúdová hustota. Pokles kvality zvarov je veľmi rýchly. Uvedené sa rieši použitím systémov zvyšujúcich zvärací prúd resp. aj čas podľa pevne nastaveného programu alebo podľa neakej technologickej veličiny charakterizujúcej proces napr.: tepelnej expanzie.



Obr. 1. Preplátovaný spoj MIG – spájkovanie [5]

Podrobnejšie rozobratie tejto problematiky nie je predmetom tohoto článku.

Na karosérii sa vyskytujú aj miesta, ktoré sa musia spojiť tak, aby spoj bol kontinuálny, nepriepustný a dostatočne pevný. Jedna z možností je použiť oblúkovú technológiu zvárania alebo spájkovania.

V automobilovom priemysle sa už dlhší čas používajú na časti karosérií a v súčasnosti aj na kompletne karosérie pokovené plechy. Najviac používanými sú šiaro pozinkované a galvanicky pozinkované plechy [1]. Hrúbka zinkovej vrstvy je 7 až 12 mikrometrov.

MIG – ZVÁRANIE

Výsledok MIG zvárania pozinkovaných plechov ovplyvňuje vznik zinkových pár a oxidov zinku, čoho výsledkom sú póry, defekty koreňovej časti, trhliny (zinc cracking), veľký rozstrek a nestabilné horenie oblúka. Najväčšie problémy pri zapálení a horení oblúka spôsobuje vyparovanie zinku medzi teplotou varu Zn 907 °C a teplotou tavenia ocele 1 500 °C. Transfer kvapiek kovu z prídavného materiálu (Fe drôtu) je taktiež nepriaznivo ovplyvňovaný zinkovými parami [1]. Vzniká paradoxná situácia, keď z hľadiska stability oblúka a prenosu kovu potrebujeme čo najnižší tepelný príkon, ale z dôvodu odplynenia tavného kúpeľa zase príkon musí byť dostatočne veľký. V každom prípade poškodenie zinkovej vrstvy z hľadiska koroznej ochrany je tak veľké, že si vyžaduje opravu.

Jedným z možných riešení podľa AIR LIQUIDE je použiť drôt Carbofil Galva (EN 440:G2Ti) ochranný plyn ARCAL 14 (ISO14175:2008 (M14-ArCo-3/1) [2].



Obr. 2. Makrovýbrus z preplátovaného spoja [5]

Resp. rúrkový drôt s kovovým práškom SAF DUAL Zn (EN758 T3TZV1H15) s plynom ARCAL 14. Typické zväracie parameter sú I = 100 A, U = 11-12 V.

Jednou z alternatív MIG zvárania je MIG – spájkovanie alebo TOPTIG.

MIG – SPÁJKOVANIE

Z predchádzajúcej stručnej analýzy MIG procesu je zrejmé, že ak by sme dokázali znížiť tepelný príkon resp. teplotu kúpeľa na cca 900 – 1 000 °C, čiže znížili množstvo odpareného zinku, pomohlo by to nielen v operatívnych vlastnostiach procesu ale aj metalurgickej kvalite zvarového kovu. Popisované spĺňa MIG spájkovanie, kde sa používa ako prídavný materiál spájka na báze medi s 3 % Si a 1% Mn s teplotou tavenia 910–1 025 °C [3]. Vo firme AIR LIQUIDE sa používa označenie COPPERFIL Cu-Si3 (DIN 1733:SG - CuSi3). Teplota tavenia Zn je



Obr. 3. Spoj spájkovaný TOPTIG [7]

420 °C. Počas procesu roztavený Zn zostáva na povrchu oceľového plechu a spolu s prídavným materiálom vytvára mosadznú spájku. Percento Zn v mosadzi sa mení v súvislosti so vzdialenosťou od stredu spájkovacieho kúpeľa. Najväčšie percento Zn je na hranici Zn-spájka.

Z hľadiska výroby automobilových karosérií je najdôležitejšie dosiahnuť povrch, ktorý sa už nemusí upravovať. Je nevyhnutné dodržiavať pravidlo čo najmenšieho tepelného príkonu, aby sme sa vyhli nadmernému odparovaniu Zn, čo by ovplyvnilo rozstrek a povrch spájkového šva [3]. Toto je dominantný faktor, pretože rozstrek spájky na pozinkovanom materiály je odstrániteľný len brúsením, čo celkom zničí zinkové pokrytie na okolí spoja.

TECHNOLÓGICKÉ PODMIENKY SPOJA

V niektorých prípadoch je možné použitím krátkého oblúka dosiahnuť kvalitný povrch spoja. Je to závislé od dôsledného dodržiavania technologickej disciplíny, hlavne musí byť dodržaná konštantná vzdialenosť hubice od spájaného materiálu – odporúča sa 10 mm [3, 4]. Akékoľvek nepresnosti vo vedení horáku zapríčinia zvýšenie

rozstrek. Je to samozřejmě spojené s charakteristikou zvarovacího zdroje a s dokonalým podáváním drůtu. Táto technika je úspešnejšia v pozícii PG.

Zlepšit situaci je možné použitím programovatelného zdroje a využitím pulzného proudu. Na zvarování pozinkovaných plechů a zvláště při spájkování (nízké proudy, nízká podávacia rýchlosť) je výhodné, aby zvarovací zdroj disponoval s velmi strmým nárastom pulzného proudu. Takto je možné individuálne podľa hrúbky zinkovej vrstvy a prídavného materiálu nastaviť prenos „jedna kvapka na pulz“ [3].

Zloženie ochranného plynu má vplyv aj na celkový proces spájkovania. Ovplyvňuje hlavne profil šva, zatekanie spájky, čistotu spoja, vytváranie trhlín.

Ako ochranný plyn sa často používa čistý Ar. Tento plyn zabezpečí najlepšiu čistotu spájkovaného spoja ale profil spoja je vysoký kvôli vysokému povrchovému napätiu roztavenej spájky.

Ak sa použije ako ochranný plyn Ar s určitým percentom aktívneho plynu O₂ alebo CO₂ vieme ovplyvniť samotný proces.

Plyn s obsahom 1–3 % CO₂ má stabilizujúci účinok na oblúk a tým na prenos spájky do spoja a znižuje povrchové napätie kúpeľa a tým je spájka tekutejšia a profil spoja je plochší.

Plyn s obsahom 0,5–1 % (max. 2 %) O₂ má podobné účinky len z väčším efektom [2, 3]. Nevýhodou je vznik oxidov medi Cu₂O, ktoré sa vylučujú po hraniciach zŕn a pri ďalšom spracovaní lisovaním môžu vytvoriť trhliny. Toto je spojené so spôsobom dezoxidácie medi a Si obsiahnutý v Carofil CuSi3 je veľmi účinný dezoxidant, takže pravdepodobnosť skrehnutia spoja je nízka [2]. Estetická nevýhoda je tmavo sfarbený povrch spoja.

Je samozrejme, že spájkovanie má splňať aj iné vlastnosti ako maximálnu pevnosť spoja. Hlavne pri spájaní pokovených plechů, kde chceme eliminovať poškodenie ochrannej vrstvy. Napriek tomu určité pevnostné vlastnosti musí mať. Vo všeobecnosti sa konštatuje, že pevnostné vlastnosti sú postačujúce [2, 4]. Môžu mať

dokonca väčšiu pevnosť ako zvarané spoje, ak sa dokáže vytvoriť kapilárny spoj s väčšou plochou.

Musíme si uvedomiť, že pevnosť spájky SG CuSi3 je 360 N/mm² a MIG – Spájkovanie je väčšinou nánosové a teda tvar spoja treba navrhnuť z pevnostného hľadiska tak, aby bol optimálny. V materiáli [3] sa uvádza, že testované preplátované spájkované spoje SG CuSi3 sa pretrhli v spájke. Príprava vzoriek podľa EN 895. Podobné výsledky sa konštatujú v literatúre [6]. Dôležité je, aby sme v snahe o čo najmenší tepelný príkon a najkrajší povrch spoja nedosiahli namiesto spájkovaných spojov „studené spoje“.

TOPTIG

TOPTIG je nový spôsob ako splniť požiadavky na montáž veľmi tenkých plechů v robotike. Koncept horáka poskytuje veľmi dobrú prístupnosť pri zložitých komponentoch, ktoré sa majú zvarovať. Nevyžaduje špecifického robota (štandardný MIG MAG robot) s dodatočnou osou.

Pretože TOPTIG používa techniku TIG, prenos kovu je prakticky nezávislý od oblúku a tým umožňuje úplne bezostrežkový proces zvarovania aj spájkovania. [7]

Vďaka ďalším funkciám ako automatický menič držačkov a konektor pre rýchle pripojenie podávača drôtu horák značne zvyšuje efektivitu robota.

Viacere testy s pilotným zákazníkom ukázali, že hlavný záujem je pri spájkovaní karosérií. V tomto prípade je tu možnosť použiť drôt CuAl, ktorý umožňuje dosiahnutie zaujímavých mechanických vlastností bez krehkej zóny v čiare nataniva a bez rozstreků, čo bolo najväčšou nevýhodou tohto drôtu pri aplikáciách MIG (rozstrek vysoko príľnavý k povlaku). TOPTIG nie je určený len na dlhé švy, aby zmenšil deformácie, ale aj na opakované krátke švy, pri ktorých sa musí dbať na maximálnu efektivitu dĺžky (dĺžka penetrácie/celková dĺžka švu).

ZHRNUTIE

V príspěvku sme sa pokúsili stručne načrtnúť problémy zo zvarovaním pozinkovaného plechu

používaného v automobilovom priemysle a podobných odvetviach (priemyselné klimatizácie a pod.) Uvedená problematika je veľmi široká a ku každej tu spomenutej technológii existuje množstvo článkov a technických dokumentov. V príspěvku sú stručne popísané problémy zo zvarovaním pozinkovaných plechů a ich možných riešením.



Obr. 4. Horák TOPTIG-u[7]

POUŽITÁ LITERATÚRA

- [1] DILTHEY U., REISGEN U., 000 DICKERS-BACH J., WARMUTH P.: Resistance spot welding metal-active gaswelding of galvanized sheets. Welding and cutting 52 (2000), c. 11, s. 660–667.
- [2] Interný dokument AIR LIQUIDE.
- [3] ROHDE H., KATIC J., PASCHOLD R.: ESAB pulsed gas-shielded metal arc brazing of surface-coated sheets. Svetsaren 2000, c. 3, s. 20–23.
- [4] DILTHEYU., BACHEM H.: GMA-Brazing of galvanized and alloyed steels an alternative joining technology in vehicle construction. IIW Doc. XII-1630-00.
- [5] SCHWARZ B., PLÍHAL A., MARTINEC J., ŠVEIDLER Z., SCHLIXBIER M.: Metoda GMA určená pro svařování pozinkových plechů. XXV Dni svarovací techniky, Vamberk 2002.
- [6] SEJČ P.: Hodnotenie parametrov MIG/MAG spájkovania pozinkovaných plechů na vlastnosti a štruktúru spoja. Zborník SZS, Bratislava Máj 2002.
- [7] FORTAIN, J.M. GUIHEUX1), S. OPPERBECKE, T.: TOPTIG-alternativa zvarovania tenkých plechů. Konferencia Zvarovanie 2006. Tatr. Lomnica, nov. 2006.

Školicí středisko ČSÚ s.r.o. Ostrava bude v průběhu roku 2009 realizovat celoroční doškolovací vzdělávací program, určený pro vyšší svařecký personál se zaměřením na rozvoj a udržování odborně-technické úrovně.

Kurzy a semináře pro rok 2009	Termín	Místo konání	Přihlášky	Výstup
Mezinárodní svařecký specialista	Duben 13. 04. – 15. 05. 2009	ČSÚ s.r.o. Ostrava	L. Bučková	Diplom CWS-ANB IWS
Svařování v jaderné energetice IV.	20. 04. – 22. 04. 2009	Ostravice horský hotel Sepetná	A. Pindorová	Osvědčení
Specializační kurz pro svařování betonářských ocelí	Květen 25. 05. – 27. 05. 2009	ČSÚ s.r.o. Ostrava	L. Bučková	Diplom CWS-ANB
Mezinárodní svařecký inženýr	Srpen 24. 08. – 23. 10. 2009	ČSÚ s.r.o. Ostrava	L. Bučková	Diplom CWS-ANB IWI
Mezinárodní svařecký technolog	24. 08. – 09. 10. 2009	ČSÚ s.r.o. Ostrava	L. Bučková	Diplom CWS-ANB IWT
Nové materiály, technologie a zařízení pro svařování 12. ročník mezinárodního semináře pro vyšší svařecký personál	Září 23. 09. – 25. 09. 2009	Ostravice horský hotel Sepetná	A. Pindorová	Osvědčení
Seminář pro svařecké školy	Říjen 21. 10. 2009	ČSÚ s.r.o. Ostrava	M. Ihazová	Osvědčení
Mezinárodní konstruktér svařovaných konstrukcí	26. 10. – 13. 11. 2009	ČSÚ s.r.o. Ostrava	L. Bučková	Diplom CWS-ANB
Specializační kurz pro svařování betonářských ocelí	19. 10. – 21. 10. 2009	ČSÚ s.r.o. Ostrava	L. Bučková	Diplom CWS-ANB
Mezinárodní svařecký specialista	Listopad 02. 11. – 04. 12. 2009	ČSÚ s.r.o. Ostrava	L. Bučková	Diplom CWS-ANB IWS
Mezinárodní svařecký inspekční personál Úroveň - C (inženýr/technolog), pracoviště ATG/ČSÚ	23. 11. – 11. 12. 2009	ČSÚ s.r.o. Ostrava	L. Bučková	Diplom CWS-ANB IWI-C
Mezinárodní svařecký praktik – instruktor svařování	02. 11. – 27. 11. 2009	ČSÚ s.r.o. Ostrava	M. Ihazová	Diplom CWS-ANB IWP, Certifikát