

BEZPEČNOSŤ A OCHRANA ZDRAVIA PRI ZVÁRANÍ TECHNOLOGIOU FSW

OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH OF FSW TECHNOLOGY

Zuzana TURŇOVÁ - Ivana TUREKOVÁ - Tomáš KUPEC

Abstrakt

Zváranie trením (Friction stir welding - FSW) možno zaradiť k moderným technológiám zvárania. Príspevok sa zaoberá problematikou bezpečnosti a ochrany zdravia pri zváraní technológiou FSW a jej porovnaním s klasickými technológiami zvárania z pohľadu možných rizikových faktorov spojených s využívaním tejto špeciálnej technológie zvárania..

Kľúčové slová: Zváranie trením, bezpečnosť pri práci, nebezpečenstvo

Abstract

Friction Welding (Friction stir welding - FSW) can be assigned to advanced welding technologies. The paper deals with health and safety in welding technology of FSW and its comparison with conventional welding technologies from the perspective of potential risk factors associated with the use of this special welding technology.

key words: Friction stir welding, Health and Safety, Hazard

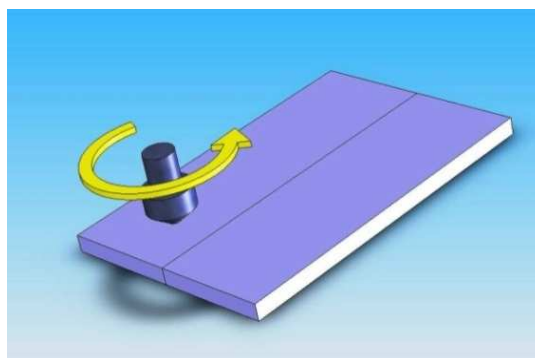
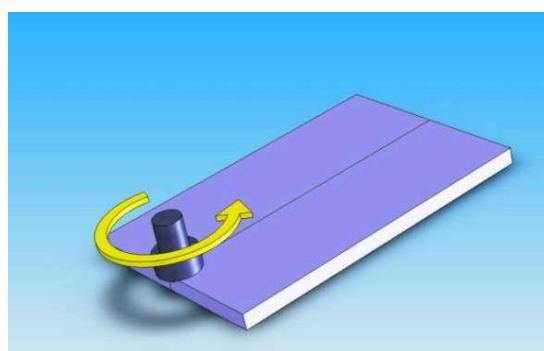
Úvod

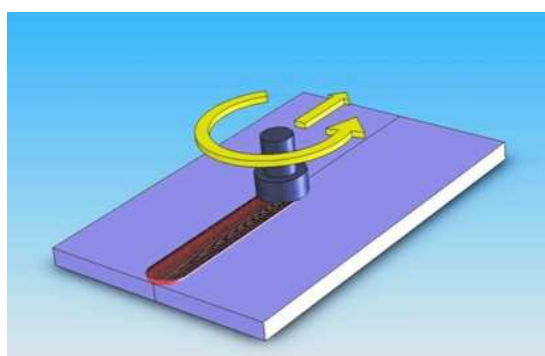
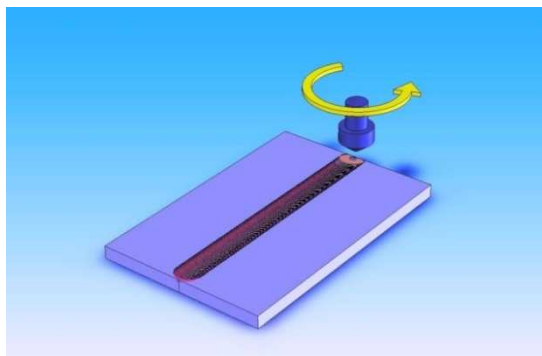
Zváranie FSW je definované ako zváranie v pevnom stave za tepla. Pri zváraní kovov zvarové spoje vznikajú pod teplotou ich solidu. Je možné zvärať aj niektoré druhy plastov. V literatúre sa uvádza aj zváranie vybraných technických materiálov pod vodou.

Bezpečnosť a ochrana zdravia pri práci je stav pracovných podmienok, ktoré vylučujú alebo minimalizujú pôsobenie nebezpečných a škodlivých činiteľov pracovného procesu a pracovného prostredia na zdravie zamestnancov. Zváranie a príbuzné technológie prinášajú okrem značných prínosov tiež niektoré negatívne dôsledky, ovplyvňujúce pracovné a často aj životné prostredie. Tento stav je závažný i pri moderných špeciálnych technológiách, ktoré často nie sú sprevádzané adekvátnymi znalosťami rizík ohrozujúcich zdravie pracovníkov.

BOZP pri zváraní v pevnom stave

Technológia FSW bola vyvinutá v roku 1991 Thomasom Wayneom [2]. Princíp zvárania spočíva v tom, že rotujúci nástroj (obr.1a), so špeciálne navrhnutým hrotom ramena (pin) je vtlačaný do rozhrania zváraných materiálov (obr. 1b). Nástroj je vedený v smere línie zvaru (obr.1c). Ohrev nastáva v dôsledku trenia a plastickej deformácie zváraných kovov (obr. 1d). Teploty ktoré vznikajú v oblasti zvaru dosahujú zvyčajne 80 až 90 % teploty tavenia zváraného kovu [3]. Pri zváraní dochádza k premene mechanickej energie na teplo [4]. Schéma zvárania FSW je uvedená na obr. 2.





Obr. 1a -1d Postup zvárania metódou FSW

Zváracie zariadenie typu FSW- LM - 060 (VÚZ PI SR) jediné svojho druhu na Slovensku je zobrazené na Obr. 3.

Parametre zariadenia: rýchlosť zvárania - max. 1500 mm/min, prítláčná sila - max 12 t, otáčky nástroja 1500 ot/min., napájanie - 3 AC 380 V, 50 Hz, prúd - 115 A, výkon - 60 kW.



Obr. 3 Zváracie zariadenie typu FSW LM - 060

V súčasnosti musí byť každý nový priemyselný proces podrobne zhodnotený s ohľadom na pracovné ale aj životné prostredie. Každá firma musí investovať do starostlivosti o BOZP a zmapovať riziká vyplývajúce z nových technológií. Výrobcom musia sledovať životný cyklus výrobkov a taktiež ich vplyv na životné prostredie.

Friction Stir Welding ponúka široký rad environmentálnych výhod v porovnaní s tavnými metódami zvárania. Navyše "zelené myslenie" v priemyselnom odvetví má značné marketingové výhody [1].

Technológia FSW má z pohľadu bezpečnosti viacero výhod oproti klasickým, modifikovaným, špeciálnym a hybridným tavným technológiám zvárania. Pri príprave zváraných materiálov väčších hrúbok klasickými spôsobmi, sa vyžadujú operácie akými sú delenie (rezanie) a frézovanie, ktoré sú spojené so vznikom viacerých nežiaducich faktorov v pracovnom prostredí. Pri procese FSW tieto operácie odpadávajú.

Proces FSW nepotrebuje zvärací ani ochranný plyn a preto nevznikajú náklady na tlakové nádoby, potrubné rúry a plynové regulátory. Zvärací proces je vhodný najmä pre materiály s nízkou teplotou tavenia, akým je napríklad

hliník, horčík a ich zliatiny a kovy s vysokou afinitou ku kyslíku (Ti). Nie je potrebný prídavný materiál, čo eliminuje potrebu jeho výroby, skladovania a prepravy. Zváracie zariadenie FSW znamená pre firmu menej investícií na pracovisku. Nie je potrebné chrániť pracovníkov pred UV alebo IR žiarením, či RTG žiarením.

Pri procese FSW nedochádza k tvorbe zváračských dymov a na rozdiel od procesov oblúkového zvarovania (najmä pri zvarovaní hliníka) nie sú potrebné odsávacie zariadenia. Najčastejšie zváracie procesy používané pri zvarovaní hliníka sú GMAW (MIG) alebo GTAW (TIG). Ich použitie pre stredné hrúbky zvarovaných materiálov vyžaduje vynaloženie veľkej energie, v dôsledku čoho pri týchto procesoch vzniká hluk, ktorý je často podceňovaný a to na úkor ochrany zdravia pracovníkov. Vzhľadom k elektrickému pohonu vretena a hydraulickej jednotky pre axiálne tlaky, zariadenie FSW vytvára nižší hluk, ktorý je porovnateľný so štandardnými frézami.

Pri zvažovaní spotreby energie musia byť posúdené tri faktory:

1. koľko energie je potrebné vynaložiť na výrobu zvaru,
2. aká je potrebná celková energia na prevádzku strojného zariadenia,
3. koľko energie je potrebné vynaložiť na povrchové úpravy po zvaraní.

Všeobecne platí že FSW vyžaduje menej energie pri vstupe do procesu zvarovania ako GMAW a GTAW, ale viac energie ako pri zvarovaní laserom. Celková potreba energie závisí od veľkosti zariadenia, druhu zvarovaného materiálu a od hrúbky zvaru. Pri väčšine zváracích procesov sa vyžaduje úprava koreňa zvaru (napr. brúsením) a to má negatívny dopad najmä na kvalitu pracovného prostredia. Pri týchto technológiách je potrebné počítať so zvýšenou spotrebou energie a ďalšími investíciami do zariadení, avšak pri procese FSW tieto náklady nevznikajú [1].

Záver

Zváranie metódou FSW má viacero výhod oproti predovšetkým tavným technológiám zvarovania (zváranie plameňom, elektrickým oblúkom obalenou elektródou, zvarovaním GTAW, GMAW, pod tavivom, elektrotroskovým zvarovaním, plazmovým oblúkom, elektrónovým lúčom ale aj v niektorých prípadoch oproti zvarovaniu lasermi. Okrem spomenutých výhod je ešte potrebné poukázať na dobré mechanické vlastnosti zvarových spojov dané predovšetkým kvalitnou štruktúrou zvarového kovu, menšou deformáciou zvarkov, menším zmršťovaním a tým aj menšími napätiami vo zvarkoch. Zváranie je realizované bez rozstrekov, bez prítomnosti rôznych druhov žiarenia (elektrický oblúk, lasery, elektrónový lúč).

Z hľadiska bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci zvarači nie sú vystavení dymom, aerosólom, žiareniu elektrického oblúka, kovových výparov (Zn pri zvarovaní mosadze), RTG žiareniu pri zvarovaní elektrónovým lúčom, rôznym druhom žiarenia pri zvarovaní a tepelnom delení lasermi a pod. Zariadenie na zváranie metódou FSW navyše nie je náročné na obsluhu.

Na záver je potrebné poznamenať že aj napriek spomínaným výhodám tejto technológie z pohľadu BOZP je povinnosťou každého zamestnávateľa identifikovať všetky riziká ktoré sa v danom pracovnom prostredí nachádzajú a zamestnancom poskytnúť zodpovedajúcu ochranu.

♦♦ Poďakovanie

Príspevok vznikol za podpory Grantovej Agentúry VEGA MŠVVŠ SR a SAV, Projekt číslo 1/2594/12 „Výskum metalurgického spájania a ďalších technologických procesov spracovania horčíkových a iných ľahkých zliatin progresívnymi a ekologicky vhodnými technológiami“.

ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ODKAZOV

- [1] *Friction Stir Welding. Technical Handbook*. ESAB 2011
- [2] International Symposium - Friction Stir Welding [cit. 2012-11-03] Dostupný na internete: <http://www.twi.co.uk/fsw/>
- [3] Friction Stir Processing Technology: A Review [cit. 2012-11-03] Dostupný na internete : http://med.iaun.ac.ir/site/files/iaun_staff_498.pdf
- [4] TURŇA, M.: *Špeciálne metódy zvarovania*. Bratislava : Alfa, 1989.
- [5] TURŇA, M.: *Špeciálne metódy zvarovania*. Prednášky na IWE. FS ČVUT Praha, 2011.
- [6] FSW-Frictionstir welding products [cit. 2012-12-03] *FSW-Frictionstir welding products.esab.com* →

Products › Weldingautomation

- [7] Railway Manufacturers Implement Friction Stir Welding [cit. 2012-11-03] Dostupné na internete: www.aws.org/wj/oct02/feature.html
- [8] Friction stir welding [cit. 2012-12-04] Dostupné na internete: www.nasa.gov/centers/marshall/pdf/104835main_friction.pdf
- [9] Buckling analysis for an integrally stiffened panel structure with a friction stir weld. Dostupné na <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0263823109001128>

ADRESY AUTOROV**Ivana TUREKOVÁ**, doc. Ing., PhD.,

Slovenská technická univerzita v Bratislave, Materiálovotechnologická fakulta STU v Trnave, Ústav bezpečnostného a environmentálneho inžinierstva, Botanická 49, 917 24, Trnava, Slovenská republika

Zuzana TURŇOVÁ, Ing., PhD.,

Slovenská technická univerzita v Bratislave, Materiálovotechnologická fakulta STU v Trnave, Ústav bezpečnostného a environmentálneho inžinierstva, Botanická 49, 917 24, Trnava, Slovenská republika

Tomáš KUPEC, Ing.,

Slovenská technická univerzita v Bratislave, Materiálovotechnologická fakulta STU v Trnave, Ústav bezpečnostného a environmentálneho inžinierstva, Botanická 49, 917 24, Trnava, Slovenská republika

RECENZENT**Vojtech KOLLÁR**, prof. Ing., PhD.,

Vysoká škola ekonómie a manažmentu verejnej správy v Bratislave, Ústav verejnej správy, Katedra bezpečnostného manažmentu, Furdekova 16, 851 04 Bratislava 5, Slovenská republika