

Robotizované pracovisko na zváranie tenkých plechov z nehrdzavejúcich ocelí metódou TIG

Robotic workplace for TIG welding of stainless steel thin plate

TIBOR ZAJÍC

Ing. T. Zajíc, Výskumný ústav zvaračský – Priemyselný inštitút SR (Welding Research Institute – Industrial Institute of SR), Bratislava, Slovensko, zajict@vuz.sk

Realizácia robotizovaného pracoviska na zváranie hranolových nádob z nehrdzavejúceho plechu hrúbky 1,5 mm ■ Cieľ realizácie: zabezpečenie vyššej opakovanej kvality zvarov a povrchovej kresby húseníc ■ Skladba pracoviska na báze robota a polohovadla Fanuc, zdroja zvaracieho prúdu a jednotky podávania Fronius ■ Odkúšanie dvoch alternatív technológie TIG s pridávaním studeného drôtu: bez rozkyvu a s rozkyvom horáka ■ Zaškolenie pracovníkov na obsluhu a programovanie ■ Ukazovatele produktivity a prácnosti

Robotic workplace for welding prism-shaped vessels from stainless plate 1.5 mm in thickness was implemented. The objective of implementation was assurance of higher repeated quality of welds and surface texture of beads. The composition of workplace based on Fanuc robot and positioner, Fronius welding current source and feed unit was described. Two alternatives of TIG technology with cold wire addition namely without and with torch weaving were tested. Training of employees for operation and programming as well as productivity and labour consumption indices were outlined.

> Nárast výroby zvarok rôznych rozmerov a tvarov, zvyšovanie počtu ich kusov a požiadavky zahraničných odberateľov na kvalitu výroby vytvárajú priaznivé podmienky na aplikovanie robotov aj v podmienkach úspešných domácich firiem. Možno povedať, že motivácia firiem na takýto, iste dlhšie zvažovaný a neľahký krok, je rôzna. Môže to byť snaha o úspory pri zavedení viaczmennej

prevádzky, problém so zabezpečením dostatku kvalifikovaných pracovníkov, kvality výslednej produkcie, alebo aj veľkosť výrobných sérií a ich rôznorodosť.

Jednou z firiem, ktoré sa rozhodli vybudovať robotizované pracovisko je aj piešťanská Steel Form, spol. s r. o. Návrh a aplikáciu zabezpečoval Robotic SK, Drietoma, ako systémový integrátor (firma, ktorá

zabezpečuje prepojenie rôznych podsystémov do harmonického celku). Navrhol a zostavil pracovisko pozostávajúce z robota Fanuc, dvojsového polohovadla Fanuc, zvaracieho zdroja FRONIUS a jednouúčelového zvaracieho prípravku. Takáto zostava sa dá úspešne navrhnuť a zrealizovať v čase kratšom ako 8 týždňov.

Spoločnosť Steel Form podniká v oblasti strojárkej výroby. Jej súčasný strojový park pozostáva zo CNC obrábacích zariadení, na ktorých vyrába prevažne výrobky z plechu. Vlastné produkty tvoria rozsiahly sortiment stavebných a zriaďovacích elementov pre stavbu čistých priestorov, napr. zdravotníckej techniky, ako sú elektromechanické, či hydraulické operačné stoly, vyšetrovacie kreslá ušno-nosno-krčných ambulancií, univerzálne transportné vozíky, nemocničný a laboratórny nábytok atď. V rámci zákazkovej výroby sa firma tiež špecializuje na výrobu pozostávajúcu z nehrdzavejúcej ocele, pozinkovaných a lakovaných plechov CNC technológiami.

Spoločnosť sa rozhodla zvýšiť kvalitu vyrábaných zvaraných nádob zložitého tvaru (hranol s rozmermi cca 300 x 400 x 500 mm, s viacerými výrezmi) z nehrdzavejúcej ocele (obr. 1) pre zahraničného partnera a začať vyrábať veľké série rôznych výrobkov,



Obr.1 Nádobu zložitého tvaru na tekutiny po zvarení
Fig. 1 Vessels of intricate shape for liquids in as-welded condition

ako perspektívny smer ďalšieho rozvoja svojej výroby. Preto v spolupráci s firmou Robotic SK najskôr analyzovala možnosť aplikácie robotizovaného pracoviska a následne určila zvaračské operácie, na ktoré začne zváranie robotom aplikovať najskôr.

ROBOTIZOVANÉ PRACOVISKO

Riešiteľ Robotic SK a realizátor Steel Form za základ pracoviska zvolili osvedčenú kombináciu robota a polohovadla od toho istého výrobcu, nakoľko štandardizovaná komunikácia medzi robotom a polohovadlom je veľkou výhodou. Navrhnutú zostavu robotizovaného zvaračského pracoviska inštalovali do miestnosti vybavenej stropným odsávaním a oddelenej od priestorov s ostatnými výrobnými operáciami. Celé pracovisko pozostáva z (obr. 2):

- robota Fanuc M-6iB, doplneného elektronickým vybavením na zváranie (ekvivalent robota Fanuc Arc Mate 100iB, pôvodne navrhnutého na presné a veľmi rýchle zváranie a rezanie),
- dvojosového polohovadla Fanuc (obr. 3),
- riadiacej jednotky Fanuc Robotics System R-J3iC Controller a softvéru „arc tool“,
- 400 A zdroja Fronius MagicWave 4000,
- zvaračského horáka a podávača drôtu Fronius pre metódu zvarovania TIG (WIG) s pridávaním studeného drôtu (cold wire),
- spojky zápästia robota a horáka Abicor Binzel CAD2 s indikátorom kolízie horáka s niektorou časťou systému alebo zvarkom (kolízia horáka a uvoľnenie spojky okamžite zablokuje činnosť celého pracoviska),
- zvaračského prípravku na ustavenie a pevné uchytenie 4 zostáv dielov zvarkov a na prívod ochranného plynu do oblasti koreňa zvaru.

Základné parametre robota a zdroja sú zhrnuté v tab. 1 a 2. Zvláštnu pozornosť riešiteľ a realizátor venovali odtieneniu zostavy pracoviska od elektromagnetických polí, aby nedochádzalo k elektromagnetickému fúkaniu oblúka TIG procesu. Konečnou fázou realizácie pracoviska bolo naprogramovanie pracoviska a upresnenie technológie zvarovania s nastavením parametrov na zvaračskom zdroji.

TECHNOLÓGIA ZVÁRANIA

Zváraný (základný) materiál nádob je plech z nehrdzavejúcej ocele

Tab. 1 Parametre zvaračského robota Fanuc M-6iB
Tab. 1 Parameters of Fanuc M-6iB welding robot

Parameter Parameter	Hodnota Value
Maximálna nosnosť ramena / Maximum load-carrying capacity of arm	6 kg
Presnosť / Accuracy	± 0,08 mm
Maximálny dosah / Maximum load-carrying capacity of arm	951 mm
Počet pohybových osí / Number of movement axes	6

Tab. 2 Parametre zvaračského zdroja Fronius MagicWave 4000
Tab. 2 Parameters of Fronius MagicWave 4000 welding power source

Parameter Parameter	Hodnota Value
Rozsah zvaračského prúdu / Welding current range	3 – 400 A
Zaťažovateľ 45 % (10 min/40 °C) / 45 % duty cycle (10 min/40 °C)	400 A
Zaťažovateľ 100 % (10 min/40 °C) / 100 % duty cycle (10 min/40 °C)	310 A



Obr. 2 Zostava robotizovaného pracoviska
Fig. 2 Layout of robotic workplace

o hrúbke steny 1,5 mm. Prídavný materiál je drôt Filo 308 LSi. V štádiu overovacej výroby sa skúšali dve alternatívy technológie zvarovania metódou TIG (WIG) s pridávaním studeného drôtu (cold wire) v ochrane plynu N₂, v polohe PA:

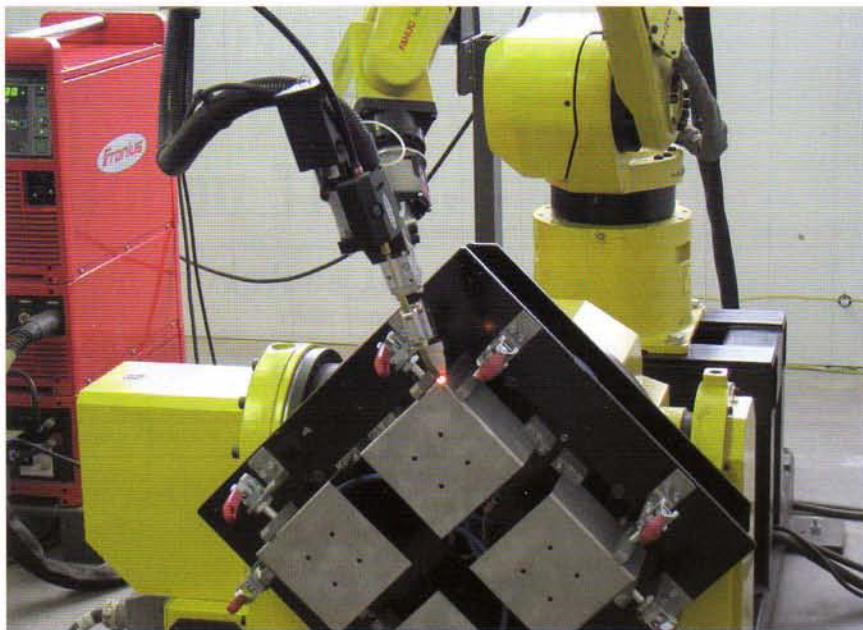
- v prvej alternatíve sa skúšala priama dráha horáka pozdĺž zvaru (bez rozkvyvu) a menšia koreňová medzera. Výhoda tejto alternatívy je vyššia rýchlosť zvarovania, avšak v priebehu zvarovania dochádzalo k nedostatočnému prevareniu koreňa zvaru. Navyše ustavenie hrán zvarovaných dielov navzájom muselo byť podstatne presnejšie,
- v druhej alternatíve sa využil štandardný program robota na zváranie s rozkvyvom (Weaving), čo umožnilo znížiť nároky na presnosť vzájomného ustavenia hrán zvarovaných dielov (a tým aj na presnosť ich výroby).

Robot Fanuc M-6iB dovoluje viacero typov rozkvyvu horáka, ktoré sa líšia

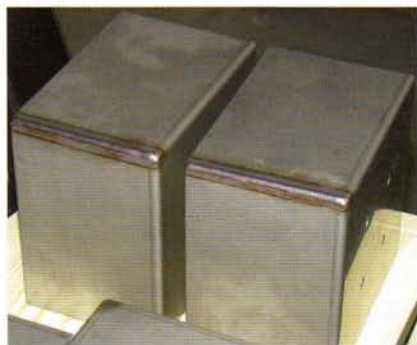


Obr. 3 Dvojosové polohovadlo FANUC so zvaračím prípravkom
Fig. 3 FANUC biaxial positioner with welding jig

hlavne v geometrii rozkvyvu. Niektoré typy rozkvyvu majú pomerne zložitý tvar, ale pre obsluhu je podstatné len zadanie niektorých hlavných parametrov, ako sú šírka rozkvyvu, počiatočný a konečný bod rozkvyvu. Rýchlosť zvarovania pri priamej dráhe horáka bola 30 cm/min a pri rozkvyve 15 cm/min. Druhá alternatíva bola vyhodnotená ako plne vyhovujúca



Obr. 4 Poloha ramena robota, horáka a prípravku pri zváraní
Fig. 4 Position of robot arm, torch and jig in welding



Obr. 5 Výsledok – kvalitne zvarené tenké austenitické plechy
Fig. 5 Result – high-quality welded thin austenitic plates



Obr. 6 Riadiaca jednotka Fanuc Robotics System R-J3iC Controller
Fig. 6 Control unit Fanuc Robotics System R-J3iC Controller

ako z hľadiska dosiahnutej kvality, tak aj jej opakovateľnosti. To znamená, že aj s malými nepresnosťami strihania a ohýbania zvaraných dielov možno dosiahnuť kvalitný, pravidelný a rovný zvar a hladký povrch húsenice v celej výrobnéj sérii. Tým sa naplnili zadané ciele. Na obr. 4 je horák v činnosti v polohe zvárania PA, zvarok a upínacie prvky zvaracieho prípravku. Hotové zvarky nádob sú na obr. 5.

ZAŠKOLENIE PRACOVNÍKOV

Na zvládnutie riadenia a programovania robotizovaného pracoviska je potrebné pracovníka zaškoliť. Školenie v trnavskom školiacom centre firiem Fanuc a Robotic SK trvá iba 3 dni a po jeho absolvovaní zvládne obsluhu riadenia a programovanie robota a polohovadla na primeranej úrovni. Na obr. 6 je riadiaca jednotka Fanuc Robotics System R-J3iC Controller s prenosným programovacím modulom.

UKAZOVATELE PRODUKTIVITY A PRÁCNOSTI

Doteraz sa v spoločnosti Steel Form obdobné výrobky zvárali ručne, čo neumožňovalo plniť vysoké a stále kritériá kvality. Pri ručnom zváraní trvala výroba 4 nádob približne 15 – 20 min. a po zavedení robotizácie sa ten istý počet kusov zvarí za cca 8 minút (176 sekúnd trvá programový cyklus pracoviska a približne 5 minút uvoľnenie a vybrané hotových zvarokov z prípravku a po-

tom vloženie ďalších dielov a ich upnutie v prípravku). Pracovisko môže obsluhovať menej kvalifikovaný pracovník po krátkom zaučení. Je možnosť dvoj- a trojzmennej prevádzky. Odstránili sa niektoré operácie, ako stehovanie a obmedzilo sa náročné čistenie a leštenie okolia zvarov po zváraní.

ZÁVER

Spustením robotizovaného pracoviska do prevádzky sa splnili ciele, ktoré si firma Steel Form vytýčila, a to zvýšiť kvalitu vyrábaných nádob, znížiť ohrev okolia zvaru (a teda aj nabehnutie farieb oxidáciou základného materiálu nehrdzavejúcej ocele pôsobením atmosférického vzduchu pri vyšších teplotách pozdĺž zvaru) a tým následne uľahčiť čistenie a leštenie nádob a tiež zabezpečiť možnosť pružnej zmeny výrobného programu v rôzne veľkých sériách. Významný vplyv na rozhodovanie o investícii a realizácii robotizovaného pracoviska majú klesajúce ceny robotov. Nároky na obsluhu robotizovaných pracovísk tiež klesajú, keďže ich riadenie a programovanie je „priateľské“, na vysokej úrovni a do veľkej miery zjednodušené.

CONCLUSIONS

By putting robotic workplace into operation Steel Form Company (Piešťany, Slovakia) has fulfilled the objectives which it has set, namely to increase quality of manufactured vessels, to decrease heating of weld vicinity (and hence also colouring by oxidation of parent metal of stainless steel due to the effect of atmospheric air at higher temperatures along the weld) and thus subsequently to make easier cleaning and polishing of vessels and also to assure possibility of flexible change of production program in differently large series. The decreasing prices of robots have a significant effect on decision making about investment and implementation of robotic workplace. The demands on operation of robotic workplaces are also decreasing because their control and programming is 'friendly', on high level and simplified to a large degree.

Literatúra

- [1] Firemná literatúra Fanuc a Fronius
- [2] www.fronius.com
- [3] Osobné konzultácie v spoločnostiach Robotic SK, Drietoma a Steel Form, Piešťany

