

Robotické zváranie laserom s kamerovým navádzaním

V Moravských Budějoviciach na juhu Moravy sídli spoločnosť BAST, s. r. o. Zameriava sa na komplexné spracovanie a výrobu plechových dielov. Od svojho založenia v roku 1991 si vybudovala renomé najmä medzi zákazníkmi v odvetví výroby koľajových vozidiel, pre ktorých dodáva rôzne nádoby (napr. na toaletný systém) a rámy, ktoré sú súčasťou podvozku vagónov, rámy nesúce nádrže, brzdové zariadenia a pod., čiže diely s vysokým bezpečnostným významom. Výrobný program pre koľajové vozidlá zahŕňa aj skrine pre elektroinštaláciu, ovládacie pulty pre lokomotívy či násypníky na piesok. V odvetviach všeobecného strojárstva a elektrotechniky dodáva BAST rôzne vozíky, skrine, šasi CNC stroja na brúsenie optických šošoviek, kapotáže strojov, dvere do lodí, stojany na bicykle a celé technologické celky, ako sú sušiarne pre textilné stroje a rozsiahle strojné zariadenia na odlučovanie vody z kalu (najmä pre chemické a farmaceutické firmy). Významným výrobným programom sú tiež drevosplynovie kotly.

BAST zamestnáva stabilne okolo 200 pracovníkov a ich rady sa len kozmeticky upravili aj v časoch zúriacej hospodárskej krízy. Ročne moravský závod spracováva 2 000 až 2 500 zákaziek, v súčasnom období sa paralelne pracuje na šiestich stovkách. Pre plánovanie výroby preto nedávno zakúpili moderný plánovací softvér. Všetky výrobky spoločnosti smerujú na export, pretože aj klienti reprezentujúci domáci trh sú v skutočnosti iba pobočky zahraničných firiem. Najväčší odberatelia pochádzajú z Nemecka, Holandska, Rakúska, Dánska, zo Švajčiarska, Švédska, z Veľkej Británie a Francúzska.

Spoločnosť nemá vývoj ani výrobou vlastnej produkcie, ponúka služby presne podľa požiadaviek a dokumentácie klientely. Pri zadaní požiadavky na výrobu zasadá v spoločnosti komisia, ktorá posúdi, či je firma schopná vyhovieť požiadavkám zákazníka. Vo firmnom žargóne sa tento proces nazýva preskúmanie zmluvy. Nový výrobok pre také renomované firmy, ako sú Siemens, Bombardier alebo Alstom, sa neodovzdá skôr, kým priamo do firmy nepríde tím kontrolórov zo strany zákazníka v zložení konštruktér, zvarčiaci špecialista a kvalifikátor. Tí dôkladne preskúmajú podklady prototypu výrobku, ako aj prototyp samotný.



Široké spektrum zariadení

Spoločným menovateľom výroby je spracovanie plechu, ktorý sa reže laserom, seká, ohýba, zostavuje, zvara, lakuje, prípadne inak povrchovo upravuje. Na tieto činnosti slúži v závode široká paleta strojných zariadení, od rôznych ohýbačiek rúr a profilov cez odhľovacie stroje, brúsičky povrchu rúrok až po špičkové CNC vysekováacie centrá, CNC ohraňovacie lisy a laserové páliace centrá. Lakovanie prebieha v mokrej lakovni alebo práškovou metódou (elektrostatické nanášanie). Veľkú časť výrobných činností zaberá zváranie. V tejto sfére spoločnosť disponuje bodovým odporovým zváraním (certifikovaným), navarovaním svorníkov (certifikovaným), klasickým zváraním metódami MIG, MAG, TIG, robotickým zváraním MAG a najnovšie aj robotickým laserovým zváraním s kamerovým navádzaním.

Robotické laserové centrum na zváranie tenkých plechov

Výše 50 % súčasnej výroby je určených pre koľajové vozidlá a podľa slov vedenia firmy je tento podiel už na hranici ľudských a výrobných kapacít a v blízkej budúcnosti ho neplánujú navýšiť. Práve naopak. Zámerom spoločnosti je rozšíriť výrobné kapacity v oblasti spracovania tenkých plechov (do hrúbky 2 mm) a znížiť tak celkový podiel sortimentu pre koľajové vozidlá na približne 40 %. V duchu tejto filozofie sa BAST rozhodol investovať do nákupu nového laserového robotického zvaracieho centra. To dodala na kľúč presne podľa požiadaviek moravského výrobcu slovenská spoločnosť PGS Automation.

Technológia laserového zvárania je pomerne nová a drahá. Z hľadiska perspektívy diferenciacie výroby sa však BAST do nej rozhodol investovať. Pomocou laserovej technológie možno kvalitne zvarať aj tenké plechy s hrúbkou 0,5, resp. 0,7 mm, čo bolo dosiaľ značne problematické. Mimochodom laserové zváranie si poradí aj s výrazne tenšími plechmi, napr. fóliami, čo nie je pre potreby spoločnosti BAST momentálne aktuálne.

Konvenčné metódy zvárania spôsobujú deformácie a vypukliny, ktoré treba následne prácne a drahô odstrániť. Laserové zváranie tieto deformácie eliminuje. Diely sú prakticky hotové bez potreby ďalšieho prebrusovania. Laserové zváranie je náročné na prípravu hrán, ktoré musia byť dostatočne blízko seba. Medzera na laserové zváranie by nemala byť vo všeobecnosti väčšia ako 0,1 mm, čo kladie vysoké nároky na prípravu dielov. Z tohto dôvodu si do závodu zaobstarali aj špičkovú CNC ohýbačku s výrazne vyššou presnosťou, akou disponujú klasické ohraňovacie lisy. Na laserovom zvaracom centre možno vyrobiť rôzne kryty, pohľadové skrinky, zásobníky na papier, odpadkové koše a pod. Veľmi perspektívne sa javia aplikácie v automobilovom priemysle, pretože automobilky chcú zvarať pozinkované plechy dovedna bez toho, aby sa na druhej strane spálil povrchovo nanesený zinok. Laserové zváranie je pre tento prípad ideálne. V budúcnosti chcú laserové centrum využiť aj na výrobu dielov pre koľajové vozidlá. „Hlavným využitím centra je však výroba krytov (opláštenia) strojov, kde musia byť zvary tiež dôkladné a čisté, podobne ako je to v automobilovom priemysle,“ hovorí konateľ firmy Ing. Miroslav Bazala.

Koncepcia centra

Centrum tvoria dva otočné stoly, pri každom z nich je umiestnený robot FANUC M-710iC/50 v uzavretej bunke. V tesnej blízkosti bunky sa nachádza laserový zdroj TruDisk od spoločnosti Trumpf s výkonom 4 kW, odkiaľ vedú výstupy k dvom robotom FANUC. Súčasná konfigurácia umožňuje pripojenie štyroch laserových hláv, pričom zdroj obsahuje ešte rezervu na ďalšie dva vývody. Diel osadený v prípravku na otočnom stole sa zvara robotom, ktorý má na koncovom manipulátore pripevnenú laserovú zvaraciu hlavu. Počas práce robota v bunke sa na druhej strane otočného stola osádza ďalší výrobok určený na spracovanie. Otočný stôl, na ktorom sa nachádza prípravok aj samotný výrobok, je schopný otočiť sa o 180° v čase štyri sekundy, pričom rýchlosť otáčania možno regulovať. Priestor otočného stola je monitorovaný bezpečnostnými prvkami, a to vstupnou optickou závorou, podlahovým optickým skenerom

a nášlapnými rohožami. Pri porušení ochrannej zóny sa okamžite zastavuje pohyb otáčania stola a predchádza sa tak prípadným úrazom na pracovisku.

Nasadené roboty od spoločnosti Fanuc, ktorá je najväčším svetovým výrobcom priemyselných robotov, sú totožné modely M-710iC/50 s opakovateľnosťou 0,07 mm a relatívne tuhým zápästím, čo je dôvod, prečo sa používajú v aplikácii laserového zvarovania. S robotom sú spriahnuté ďalšie dve polohovadlá na každej strane, ktoré tvoria externú – siedmu os. Nasadený model robota vyniká najlepším momentom, nosnosťou a rýchlosťou vo svojej triede. Významnou vlastnosťou je schopnosť pretočiť os J3, čo prináša výhody v skrátenej cyklu, v možnosti



flexibilnejšieho dizajnu pracovnej bunky, v práci niekoľkých robotov v tesnej blízkosti a v plnom využití pracovného priestoru pri stropnej montáži. Zaujímavosťou tiež je, že na zápästí sa nenachádzajú žiadne elektrické komponenty. Všetky motory na pohyb zápästia sú namontované na ramene J3, čím sa

znižuje riziko ich poškodenia vplyvom vysokých teplôt či náročných podmienok prostredia. Laserová hlava je najvybavenejším modelom na trhu. Disponuje reguláciou polohy ohniska, reguláciou intenzity osvetlenia a digitálnou kamerou s inteligentným navádzaním. Samozrejmosťou sú štandardné komponenty, ako kazetová jednotka s ochranným sklom a systém privodu ochranného plynu zvaru.

Laserový zdroj

Jadrom centra je laserový pevnolátkový zdroj. Ide o diskový typ zdroja generujúci laserové svetlo s vlnovou dĺžkou 1 034 nm. Svetlo potom prechádza rezonátorom, odkiaľ putuje do dvoch dráh tvorených optickými vláknami. Z optických vlákien sú napájané oba robotické systémy osadené uvedenými ostriacimi hlavami.

Vlnová dĺžka lúča je pri pevnolátkových zdrojoch odlišná od plyných laserov. Vďaka tomu možno laserový lúč viesť optickým káblom. Konvenčné laserové systémy (budenie lúča v plynnom prostredí, spravidla CO₂) vedú lúč iba prostredníctvom sústavy zrkadiel. Ohybný optický kábel sa však môže umiestniť podľa potreby na robot, ktorý sa následne môže ľubovoľne pohybovať v priestore. Výkon laserového zdroja je plynulo regulovateľný v celej svojej škále na každom z robotov. To umožňuje zvärať čierny materiál, ale aj nehrdzavejúcu oceľ do hrúbky 6 mm s úplným prievarom. Laserové zvarovanie takisto dokáže vytvárať estetické zaoblené spoje dvoch dielov položených kolmo na seba (napr. pri zváraní skríň) bez potreby ďalšieho brúsenia.

Každý z robotov FANUC komunikuje s centrálnym riadením, ktoré rozhoduje o činnosti konkrétneho robotického pracoviska. Laserový lúč je do istej úrovne samostatne programovateľný v centrálnom riadení, kde sa zadávajú základné parametre, ako je typ lúča (napr. kontinuálny) alebo impulzný režim. Robot posiela požiadavky na presné výkony a časy. Zdroj lasera je vybavený obslužnou konzolou, prostredníctvom ktorej možno monitorovať napríklad aj parametre údržby (teplotu a hladinu vody, prevádzkový čas zdroja atď.).

Programovanie FANUC robota

Prvou možnosťou programovania základnej trajektórie pohybu robota je prostredníctvom obslužného panela, keď technik navádza robot prostredníctvom obrazu zobrazeného na externom monitore. Ostriaca optika osadená regulovateľným osvetlením snímaného predmetu umožňuje pohodlné definovanie miest, kde dôjde k meraniu a korekcii polohy robota v závislosti od polohy dielu. Riadiaci systém dokáže prostredníctvom snímania odrazov svetla

násť medzeru zvaru v rozptyle do ± 4 mm od medzery. Technik si na zvolenej trajektórii vyberá dostatočný počet navádzacích bodov, ktoré si potom robot prechádza a mapuje. Po nastavení trajektórie a parametrov zvarovania sa zrealizuje niekoľko testovacích zvarov na vzorkách, kde sa odlašujú nastavené parametre.

Druhou možnosťou je programovanie trajektórie prostredníctvom 3D modelu v softvérovom nástroji z pohodlia kancelárie. Naprogramované sekvencie sa posielajú po komunikačnej sieti do riadiaceho systému robota. Programovanie je vďaka prívetivému používateľskému rozhraniu a sofistikovanému riadiacemu systému robota veľmi jednoduché. Naprogramovanie trajektórie je otázkou niekoľkých minút. Po definovaní dráhy zvaru nasleduje ladenie parametrov zvarovania, ako sú výkon (plynulo regulovateľný od 80 do 4 000 W), rýchlosť pohybu zvarovania (bežný údaj je 2,4 m/min.) a nastavenie polohy ohniska.

Technici sú s obsluhou nového laserového centra spokojní. Pochvalujú si automatické vyhľadávanie medzery zvaru, jednoduché programovanie a rýchlosť úpravy programu robota, ktoré spočíva iba v zadaní základných orientačných bodov trajektórie pohybu. Kuriózne vyznelo ich ponosovanie, že robot je pri zváraní natoľko rýchly, že na otočnom stole nestíhajú vymieňať hotové výrobky za nové.

Obslužný panel pracoviska

Pre samotnú obsluhu je pracovisko používateľsky príjemne koncipované. Operátori majú na paneli k dispozícii prehľadnú vizualizáciu procesu zvarovania. Tá obsahuje tri základné záložky – stôl, robot a alarmy. V každej záložke sa spravuje oblasť, ktorú označuje.

Dialkové sledovanie centra

K laserovému centru bolo zriadené dialkové sledovanie cez internet, či už troma webovými kamerami alebo vzdialeným prístupom k jednotlivým uzlom zariadenia (riadiaci systém, roboty, laser a pod.). Zabezpečuje sa tým plná kontrola nad výrobným procesom. K dispozícii sú on-line výrobné dáta a v neposlednom rade sa tak výrazne eliminujú prestoje a neočakávané servisné výjazdy.

Záver

Centrum laserového zvarovania na robotických pracoviskách s kamerovým navádzaním v juhomoravskej spoločnosti BAST je schopné realizovať maximum, čo vie v súčasnosti laserová technológia v priemysle ponúknuť. Okrem iného možno automaticky zvoliť polohu ohniska, ktorá je kľúčová pre kvalitu a hĺbku zvaru. Robot FANUC si vďaka kamerovému systému hravo poradí aj s nepresnosťami prípravku, chybami operátora pri zakladaní výrobu alebo vstupného materiálu.

Ide o jedno z najšpičkovejších robotických pracovísk na laserové zvarovanie na svete. Potvrďuje to aj fakt, že centrum si prišli na vlastné oči pozrieť i zástupcovia dodávateľa laserového zdroja zo spoločnosti Trumpf, ktorí sa s takýmto pokrokovým riešením laserového zvarovania v praxi ešte nestretli.

Branislav Bložon