



Automatisierte Konturerfassung beim Laserschweißen

THOMAS PETERS |
SULZER INNOTEC

Sulzer Innotec bietet eine breite Palette von Laserschweißdienstleistungen für Anwendungen an, die von der Medizintechnik über den Formenbau bis zu Gasturbinenbauteilen reichen. Die CNC-Programmierung (computerized numerical control) für das Auftragsschweißen auf unbekanntem Geometrien ist aufwändig. Ein taktiles Konturerfassungssystem, das in die Laserschweißanlage integriert ist, hilft, die Einrichtzeit zu reduzieren und damit Kosten zu sparen.

▶ Das Laserauftragsschweißen ist mit den konventionellen Auftragsschweißverfahren TIG (tungsten inert gas) und PTA (plasma transfer arc) verwandt. Anstelle des Lichtbogens bzw. des Plasmas wird jedoch ein Laser als Wärmequelle eingesetzt. Der pulverförmige Auftragswerkstoff wird in einem inerten Trägergas transportiert und über eine Pulverdüse dem vom Laser erzeugten Schmelzfleck zugeführt. Die gute Fokussierbarkeit des Laserstrahls erlaubt Leistungsdichten, die mit konventionellen thermischen Ver-

fahren kaum realisierbar sind. Mit wenig Gesamtleistung lässt sich so die gewünschte Bauteilbearbeitung örtlich begrenzt durchführen – Bauteil wie auch Werkstoff werden thermisch nur geringfügig belastet. Das Laserauftragsschweißen eignet sich damit insbesondere für Anwendungen im Werkzeug- und Formenbau, bei denen nur minimaler Verzug toleriert werden kann, sowie für konventionell nur schwer schweißbare Werkstoffe, z.B. hochwarmfeste Nickelbasislegierungen in Gasturbinen.

Schweißen mit CNC-Genauigkeit

Da der Laser in einen CNC-gesteuerten Portalroboter (Bild 1) integriert ist, bedarf es einer geeigneten Programmierung für die Schweißbearbeitung. Dies erlaubt einen präzisen, endformnahen Schweißaufbau, der nur geringe Nacharbeit erfordert. Allerdings ist der Einrichtaufwand beträchtlich, wenn im Falle von komplexen Aufschweißflächen keine genauen Geometriedaten zur Verfügung stehen. Wenn wegen einer Abweichung der Werkstückgeometrie der Pulverstrahl den Schmelzleck des Lasers verfehlt, reduziert sich die Auftragsrate, die Wärmezufuhr in das Grundmaterial steigt an, und die Prozesssicherheit geht verloren.

Die NC-Programme (numerical control) der Laserschweißanlage berücksichtigen eine Reihe von Einflussgrößen. Die Laser-Prozessparameter sind als Ergebnis einer schweißtechnischen Verfahrensprüfung in einer Parameter-Datenbank abgelegt. Die geeignete Schweißstrategie resultiert aus langjähriger Erfahrung und muss gegebenenfalls am Bauteil erprobt werden. Steht nun für komplizierte

Bearbeitungsflächen kein CAD-Modell zur Verfügung, muss die Geometrie beispielsweise durch Digitalisierung von Oberflächenpunkten erfasst werden.

Möglichkeiten zur Konturerfassung

Die geometrische Bestimmung der Aufschweißfläche sowie die Festlegung der Schweißstrategie sind in jedem Fall durch so genanntes Teachen möglich. Der Anlagenbediener führt dabei den Laser-Bearbeitungskopf im Handbetrieb so, dass sich der Fokuspunkt des Lasers auf den geplanten Schweißbahnen über das Werkstück bewegt. Diese Form des Einrichtens erfordert größte Sorgfalt und ist ein langwieriger und damit kostenintensiver Prozess.

Für einfache Geometrien wie Dreiecke, Rechtecke, Kreise oder Kreisringe eignen sich parametrisierte NC-Programme, in denen Geometrieparameter beispielsweise die Eckpunkte eines zu schweißenden Rechtecks beschreiben. Die Maschinensteuerung berechnet dann selbstständig die Lage der Schweißbahnen. Eine Sammlung derartiger Standard-

lösungen erleichtert und verkürzt den Einrichtprozess erheblich. Das Einrichten von komplexen Freiformflächen ist damit jedoch nicht möglich.

Ein automatisches Konturerfassungssystem erlaubt dagegen die schnelle Aufnahme der Bauteilgeometrie bei gleichzeitiger Festlegung der Schweißstrategie und reduziert damit die notwendigen Einrichtzeiten.

Integration eines Konturerfassungssystems

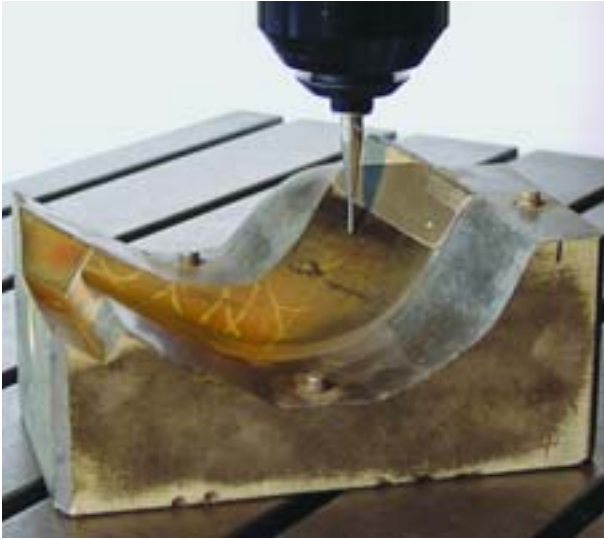
Die Erfassung unbekannter Geometrien durch ein Konturerfassungssystem kann mit optischen oder taktilen Sensoren erfolgen. Erstere erfordern vergleichsweise hohe Investitionen und sind in ihrer Genauigkeit von der Oberflächenqualität abhängig. Daher hat Sulzer Innotec für die Anwendung in einer Werkstattumgebung einem kontinuierlich messenden, berührend arbeitenden Erfassungssystem den Vorzug gegeben. Die PC-gestützte Steuerung der Konturerfassung übernimmt für den Betriebsfall Digitalisieren die Maschinensteuerung der Laserschweißanlage. Dabei wird ein Digitalisierkopf mit Taststift am Laserkopf befestigt und über ein Kabel mit der Steuerung verbunden. Zum Schweißen muss der Digitalisierkopf entfernt werden, damit eine Beschädigung durch Reflektionen des Laserlichts vermieden werden kann.

Konturerfassen und Auftragsschweißen

Für den Digitalisiervorgang wird nach Montage des Digitalisierkopfs der Maschinen-Nullpunkt des Portalroboters angefahren und daraufhin an die Digitalisiersteue-



1 Die Laserschweißanlage von Sulzer Innotec besteht aus einem 2-kW-CO₂-Laser sowie einem Sechs-Achsen-Portalroboter mit einem Arbeitsraum von 2,7 × 1,8 × 0,9 m.



2 Endformnahes Auftragsschweißen erfordert eine präzise Konturerfassung. Ein Digitalisierkopf mit berührungsempfindlichem Taststift ermöglicht das rasche automatisierte Digitalisieren auch komplexer geometrischer Formen.

rung übergeben. Damit laufen die Konturerfassung wie auch der anschließende Schweißprozess im gleichen Koordinatensystem – Koordinatentransformationen sind überflüssig. In der Betriebsart Digitalisieren lässt sich der Laserkopf einfach über ein Auslenken des Tastsensors von Hand an das zu bearbeitende Bauteil heranfüh-

3 Ist die Geometrie erfasst, wird der Tastkopf durch eine Koaxial-Pulverdüse ersetzt, und das Auftragsschweißen kann beginnen.



ren. Durch Abfahren mit dem Tastsensor wird der Rand der zu digitalisierenden Fläche programmiert und diese anschließend zeilenweise abgetastet. Der Tastsensor bleibt dabei ständig im Kontakt mit dem Werkstück (Bild 2). Im Anschluss wird aus den gewonnenen Digitalisierdaten der Weg der Tasterspitze über die Oberfläche berechnet und von der Digitalisier-Software in einem CAD-Datenformat ausgegeben. Ein selbst entwickelter Postprozessor übersetzt die Geometrieinformationen der Digitalisierbahnen in CNC-Weginformationen, die dann in die NC-Programmierung der Laserschweißanlage integriert werden. Die Schweißbahnen des Lasers sind mit den Digitalisierbahnen der Konturerfassung identisch und werden durch eine entsprechende Höheneinstellung ergänzt, um ein Aufschiessen in mehreren Lagen zu ermöglichen. Sind das NC-Programm in die Maschinensteuerung eingelesen, der Digitalisierkopf entfernt sowie die Pulverdüse montiert und justiert, kann sofort mit dem Auftragschweißen begonnen werden (Bild 3).

Tiefere Einrichtungskosten, verbesserte Einrichtungqualität

Eine Laserschweißanlage zum Auftragsschweißen mit Pulver ist eine komplexe Werkzeugmaschine. Den Möglichkeiten einer CNC-gesteuerten Präzisionsschweißbearbeitung steht der erforderliche Einrichtaufwand zur akkuraten Programmierung der Anlage gegenüber. Im Regelfall liegen die Einrichtzeiten deutlich über den Schweißzeiten. Das integrierte Konturerfassungssystem bei der Laserschweißanlage von Sulzer Innotec hilft – insbesondere bei großflächigen Freiformflächen –, den Einrichtaufwand und damit die Einrichtungskosten zu reduzieren sowie die Einrichtungqualität zu verbessern. Darüber hinaus kann der Portalroboter als Großdigitalisierungssystem beispielsweise für Reverse-Engineering-Anwendungen eingesetzt werden. ◀

KONTAKT

Sulzer Innotec
 Thomas Peters
 Postfach 65
 8404 Winterthur
 Schweiz
 Telefon +41 (0)52-262 51 88
 Telefax +41 (0)52-262 00 57
 thomas.peters@sulzer.com