

Adaptives, auf der inlinefähigen optischen Kohärenztomographie basierendes Laserdurchstrahlsschweißen

Adaptive laser transmission welding based on inline optical tomography

Projekträger | Fördermittelgeber: Projekträger Karlsruhe (PTKA), Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
Executing Organisation: Project Management Karlsruhe (PTKA), Federal Ministry of Education and Research (BMBF)

Aufgabenstellung

Mit Hilfe von Pyrometern ist eine Regelung des Laserdurchstrahlsschweißprozesses von Kunststoffen prinzipiell möglich. Probleme bereiten stärkere Decklagen, erhöhte Glasfasergehalte oder veränderliche optische Materialeigenschaften. Sie wirken sich als Teil des Strahlengangs und der Regelstrecke auf den Prozess, wie auch die pyrometrische Regelung aus. Für Applikationen, für die eine inlinefähiges Erkennen evtl. Schweißfehler oder enge Spezifikationen bzgl. der geforderten Schweißnahtgeometrie obligatorisch sind, ist die Pyrometrie somit nicht sinnvoll einsetzbar. Eine Alternative stellt die im Rahmen des Projekts erstmals für das geregelte Laserdurchstrahlsschweißen einzusetzende optische Kohärenztomographie (OCT) dar.

Vorgehensweise

Nach einem offline durchgeführten „proof of principle“ wird ein inlinefähiges Regelsystem aufgebaut, ein fluid-dynamisches Prozessmodell geschaffen, ein entsprechendes Regelmodell abgeleitet, in geeignete Hardware überführt und der realisierte Anlagenprototyp für Kontur- und Quasisimultanschweißversuche verwendet, um die Eignung des gewählten Ansatzes unter seriennahen Bedingungen zu demonstrieren. Zu zeigen ist, dass evtl. Schweißfehler (siehe unten) sicher erkannt werden und eine Laserleistungs-, Vorschubgeschwindigkeits- und Fokusbereichsregelung auf OCT-Basis möglich ist.

Ergebnisse

Nach Klärung der prinzipiellen Eignung der OCT für die Schweißnahtcharakterisierung bzw. -inspektion wurde das Messprinzip unter Verwendung der Versuchsmaterialien PE, PP, PA6 und PMMA an Proben mit Decklagenstärken von 1 bis 3 mm und Kurzglasfasergehalten von 0 bis 30 Gew.% versuchsmethodisch untersucht (siehe unten). Auf Basis der gewonnenen Daten werden nun der erforderliche Auswertalgorithmus sowie das fluid-dynamische Prozessmodell implementiert.

Task

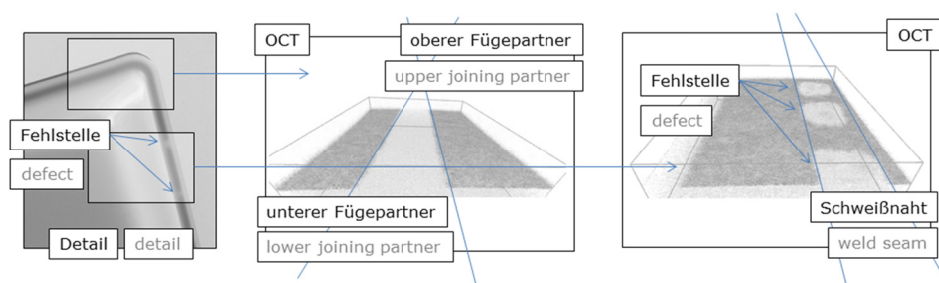
Control of laser beam welding processes of plastics by using a pyrometer is possible in principle. Problems occur for thicker cover layers, increased glass fiber contents or variable optical material properties. They act as part of the beam path and the control path, as well as to the process and the pyrometric control. For applications where inline recognition of any weld defects is crucial or tight specifications regarding e.g. the required weld seam geometry are mandatory, pyrometry is thus not useful. An alternative is the control of laser beam welding by optical coherence tomography (OCT).

Approach

After an offline performed "proof of principle" an inline control system is constructed, a fluid-dynamic process model is created, a corresponding control model is derived, converted into appropriate hardware and the created system prototype is used for contour and quasi-simultaneous welding tests to determine the suitability of the chosen approach under conditions which are close to industry. It is to show, that any welding defects (s.b.) are detected reliably and control of laser power, feed speed and focus position is possible on OCT-base.

Results

After clarifying the basic suitability of OCT for weld characterization or inspection, the measuring principle was tested methodically for PE, PP, PA6 and PMMA samples with top layer thicknesses from 1 to 3 mm and short glass fiber contents of 0 to 30% by weight (s.b.). Required algorithms and the fluid-dynamic process model are now implemented on the basis of the obtained data.



Mit Hilfe der optischer Kohärenztomographie (OCT) inspizierte Schweißnahtabschnitte (Mitte: i.O., rechts: n.i.O., Versuchsmaterial PA6, 3 mm Decklagenstärke)

With the help of optical coherence tomography (OCT) inspected weld seam sections (middle: OK, right: NOK, test material PA6, 3 mm top layer thickness)