

Beanspruchungsorientiertes Prozessverständnis und -optimierung beim Kunststoffschweißen am Beispiel des Laserdurchstrahlschweißens

Stress-oriented process understanding and optimization in plastics welding on the example of laser transmission welding

Projekträger | Fördermittelgeber: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
 Executing Organisation: German Research Foundation

Aufgabenstellung

Untersucht wird, wie sich mittels Laserdurchstrahlschweißen hergestellte Schweißnähte in unterschiedlichen Belastungsfällen verhalten und welchen individuellen Einfluss im Schweißprozess vorherrschende Bedingungen z. B. über die entstehende Schweißnahtmorphologie auf die Schweißnahteigenschaften ausüben. Ferner wird geklärt, worin Ursachen für zu erwartende Unterschiede der Festigkeiten und Rissdehnungen begründet sind und welche im Schweißprozess einzuhaltenden Bedingungen, respektive Temperaturfelder je Belastungsfall zu optimalen Ergebnissen beitragen.

Vorgehensweise

Unter Parametervariation werden durch konventionelles Laserdurchstrahlschweißen Referenzproben gefertigt und durch ausgewählte Verfahren der zerstörenden Werkstoff- und Schweißnahtprüfung untersucht, um zu verstehen, welche Vorgänge während des Schweißens aber auch während der anschließenden Schweißnahtprüfung im Schweißnahtgefüge stattfinden. Aufbauend hierauf erfolgt eine beanspruchungsgerechte Optimierung der Schweißprozesses, respektive des in ihm resultierenden Temperaturfelds. Optimierungsansatz ist die Überlagerung zweier Laserwellenlängen sowie die Laserstrahloszillation.

Ergebnisse

Zur Zielerreichung ist eine vorhandene Beitzungsanlage zu erweitern, um das Schweißen mit zwei diskreten Laserwellenlängen zu ermöglichen. Entscheidend sind neben der Strahlqualität der auszuwählenden Laserquellen dabei ferner die max. verfügbaren Laserleistungen und deren zentrale Wellenlängen. Simulativ geführte Betrachtungen zeigen, dass Laserleistungen von 100 W und Laserwellenlängen von 1.5 bis 2 µm für die Verarbeitung der gewählten Versuchsmaterialien PC und PA6 durch Konturschweißen mit Laserstrahloszillation und Verwendung zwei diskreter Wellenlängen prinzipiell geeignet sind, wobei bei dünneren Decklagen längere, bei dickeren kürzere Wellenlängen zu bevorzugen sind (siehe unten).

Task

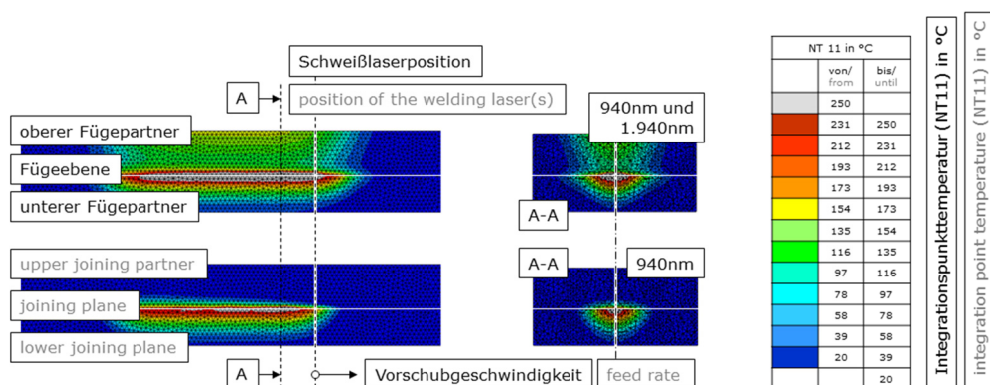
The investigation is focused on the analyses of the behavior of welds manufactured by laser transmission welding in different load cases. The individual influences of welding prevailing on welds properties, e.g. by the formed weld seam morphology, are under examination. It is clarified what causes differences e.g. in the strength and fracture strains in different load cases.

Approach

Varying process parameters welds are manufactured and tested by selected destructive methods to understand, what is happening during welding and subsequent weld seam inspection within the weld seam microstructure. Based on that the welding process rather the caused temperature fields are optimized load orientated by superposition of two laser wavelengths and appropriate laser beam oscillation.

Results

To achieve these objectives an existing processing plant is expanded to allow welding with two discrete laser wavelengths. Beside beam quality also laser power and the central wave lengths of both laser sources are crucial. Shown by simulations lasers with an output power of 100 W and central wavelengths of 1.5 to 2 µm are feasible for processing the selected test materials PC and PA6 by contour welding with laser beam oscillation and the use of two wavelengths. For thinner skin layers shorter, with thicker skin layers shorter wavelengths are to be preferred (s.b.).



Ergebnisplots thermischer Finite Elemente Simulationen unter Berücksichtigung von zwei (oben) und einer (unten) Schweißlaserwellenlänge(n) bei einer Decklagendicke von 1 mm, PP_{natur} auf $PP_{0,1Gew. \%Ru\beta}$
 Result plots of thermal finite element simulations taking into account two (top) or one (bottom) welded laser wavelength(s) with a surface layer thickness of 1 mm, PP_{natur} auf $PP_{0,1Gew. \%Ru\beta}$