

Klassen, Martin:

Prozeßdynamik und resultierende Prozeßinstabilitäten beim Laserstrahlschweißen von Aluminiumlegierungen

Strahltechnik Bd. 13, Bremen: BIAS Verlag, 2000. Hrsg.: G. Sepold, W. Jüptner

Zugl.: Bremen, Univ., Diss., 2000.

ISBN 3-933762-02-2

Schlüsselwörter: Laserstrahlschweißen – Prozeßstabilität – Prozeßdynamik – Schmelzbadauswurf – Nahtimperfection – Prozeßstabilisierung – Nahtqualität

Beim Laserstrahlschweißen von Aluminiumlegierungen treten in Abhängigkeit von der verwendeten Legierung und den Prozeßparametern Prozeßinstabilitäten auf, die je nach Ausprägung zu Schuppungsunregelmäßigkeiten oder Kerben bis hin zu Löchern in der Naht führen können. Die Gründe für das Auftreten dieser Prozeßinstabilitäten waren bisher nur unzureichend verstanden.

Die experimentellen Untersuchungen zeigen, daß die Ursache für diese Nahtimperfectionen in Instabilitäten des dynamischen Tiefschweißprozesses zu suchen ist. Dabei spielt die Wechselwirkung zwischen der Metaldampfwolke und dem Laserstrahl eine entscheidende Rolle: der Laserstrahl wird aufgeweitet und damit die Laserleistungsdichte herabgesetzt. Da die Kapillargeometrie eng mit der Laserleistungsdichte verknüpft ist und gleichzeitig als Quelle der Metaldampfwolke die Aufweitung des Laserstrahls mitbestimmt, entsteht ein in sich geschlossenes, selbsterregungsfähiges Schwingungssystem. Entsprechende Resonanzen vor Nahtimperfectionen werden experimentell nachgewiesen und können somit als ursächlich identifiziert werden.

Daraus läßt sich der Einfluß verschiedener Schweißparameter sowie der Legierungszusammensetzung selbst ableiten. Insbesondere wird auf Basis dieser neuen Erkenntnisse eine geeignete Stabilisierungsmethode vorgestellt, mit deren Hilfe Nahtimperfectionen effizienter unterdrückt werden.

Process-Dynamic and resulting Process Instabilities during Laser Beam Welding of Aluminium-Alloys

Keywords: laser beam welding – process-stability – process-dynamics – blow-hole – melt-ejection – seam imperfection – process stabilisation – seam quality

Depending on the aluminium alloy composition and the welding parameters, seam imperfections are often observed in laser beam welding, e.g. notches or in worst cases pores in the weldment, which hinders a broader application of this joining technique in an industrial scale. Although some improvements have been achieved with respect to minimising number and impact of these imperfections, so far it was not possible to suppress their formation completely, because a thorough understanding was still lacking.

The results of this study show, that the interaction between laser beam and metal vapour cloud is the key problem. The laser beam is widened by the vapour cloud, causing a reduction of the power density. This changes the capillary geometry and the melt pool, which in turn influence the vapour cloud and therefore the laser beam again. Hence, a closed, self-exciting vibrational system with characteristic resonancies arises. Measuring the successive variations of the laser beam intensity distribution during welding, respective process instabilities that result in imperfections can be predicted. These new results give an explanation of the influence of processing parameters and conventional methods for stabilisation of the process. Furthermore, a new method for a more efficient suppression of imperfections is demonstrated.