

Laserstrahlschweißen warmfester Stahl-Mischverbindungen

Laser beam welding of dissimilar joints of heat resistant steels

Projektträger | Fördermittelgeber: Bayerische Forschungsstiftung
Executing Organisation: Bavarian Research Foundation

Aufgabenstellung

Da bislang keine Erkenntnisse zum Laserstrahlschweißen warmfester Stähle mit Gusslegierungen ohne Zusatzdraht sowie zum Einfluss der Bauteilanordnung bestehen, wurden die Untersuchung dieser beiden Punkte zum Ziel des Projektes gesetzt. Ohne den Einsatz des Zusatzdrahtes besteht sowohl die Gefahr von Kaltrissen im Schweißgut, welche auf eine kohlenstoffbedingte lokale Aufhärtung zurückzuführen sind, als auch von Heißrissen, die durch den hohen Nickelgehalt einiger Werkstoffe begünstigt werden. Somit müssen im Rahmen der Untersuchungen die Durchmischung der Schmelze sowie die Aufheiz- und Abkühlraten betrachtet werden, um diese Defekte vermeiden zu können.

Vorgehensweise

Im Rahmen des Projekts sollen prozesstechnische Maßnahmen erarbeitet werden, mit deren Hilfe sich die Legierungszusammensetzung und das Gefüge innerhalb der Schweißnaht und der Wärmeinflusszone systematisch beeinflussen lassen, um somit die Gefahr der Kalt- und Heißrissbildung zu verringern. Neben der Einstellung der Mischungsverhältnisse der Fügepartner kann eine laserbasierte Vor- und Nachwärmung der Bauteile zur gezielten Anpassung des Temperaturverlaufs im Prozess in Naht und Wärmeinflusszone dienen. Dies soll auch mittels induktiver Vor- und Nachwärmung der Fügepartner erreicht werden.

Ergebnisse

Als zu untersuchende Stoß- und Nahtarten wurden die Kehlnaht, I-Naht am Überlappstoß und I-Naht am Stirnstoß gewählt. Für alle Stoßkonfigurationen konnten bisher bezüglich Nahtform geeignete Prozessfenster zum Schweißen ohne Vor- und Nachwärmung gefunden werden, jedoch nicht bezüglich der Nahtqualität. Um die Rissbildung zu verringern bzw. zu vermeiden, wurde die Auswirkung eines Strahlversatzes sowohl in Richtung des Gusswerkstoffes als auch des warmfesten Stahles untersucht. Dies hat gezeigt, dass ein Strahlversatz in Richtung Guss oftmals zu einer verminderten Anzahl an Rissen führt, allerdings zu keiner Vermeidung, und in Richtung warmfesten Stahl kaum Veränderungen hervorruft. Aus diesem Grund ist die Untersuchung einer laserbasierten und induktiven Vor- und Nachwärmung zur Vermeidung von Rissen unabdingbar, die aktuell beide untersucht werden.

Task

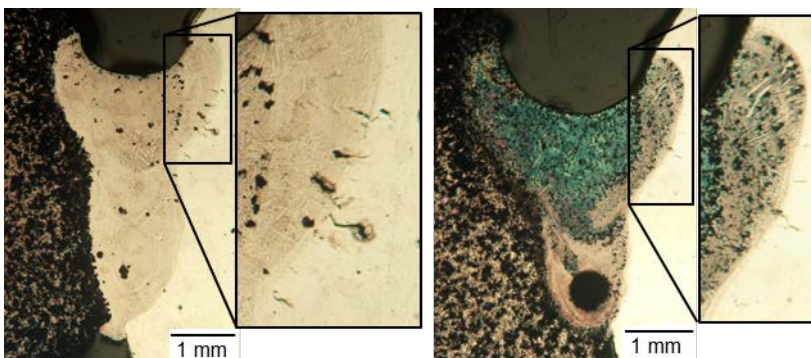
As there are no results of laser beam welding of heat resistant steel with cast steel without filler material and of the influence of the component layout, the purpose of this project was set to analyze these two issues. Without usage of filler material there is a risk of cold cracks in the seam that are caused by hardness increase due to high carbon content as well as hot cracks that are caused by the high nickel content of some materials. Hence, the melt's intermixture and heating and cooling rates must be studied.

Approach

One approach is to develop processing measures which enable an active change of the weld metal composition and metallurgical structure in weld metal and heat affected zone to avoid cold and hot cracking. Besides the development of process measures to systematically influence the intermixture of joining partners, laser based strategies of pre and post heating as well as inductive heating is planned to investigate regarding the temperature distribution in weld metal and heat affected zone.

Results

The selected joint types and weld configurations are fillet welds, butt welds on lap joint and butt welds on flange joint. A suitable process window for welding without pre- and post-heating regarding seam shape was found for all weld configurations but not for seam quality. To reduce or prevent crack formation the effect of beam displacement towards cast material as well as towards heat resistant steel was investigated. It was shown that the beam displacement towards cast steel often results in a decreased number of cracks but not in prevention. Beam displacement towards heat resistant steel led to no changes. Therefore an investigation of the laser based and inductive pre- and post-heating for prevention of cracks is indispensable.



Auswirkungen der Veränderung des Strahlversatzes (Gehäuse: EN-GJS-XSiMo5-1, Welle: Nitronic 60): Strahlversatz = 0,2 mm (links) bzw. 0,4 mm (rechts) in Richtung Gusswerkstoff
Effect of the change of beam displacement (case: EN-GJS-XSiMo5-1, shaft: Nitronic 60): Beam displacement = 0.2 mm (left) and 0.4 mm (right) towards cast steel