

Teilprojekt A7

Titel

Nutzung der partiellen metallurgischen Injektion zur Steuerung der Erstarrungskräfte beim Schmelzschweißen

Projektleitung/-bearbeitung

Reisgen, Uwe

Institut für Schweißtechnik und Fügetechnik (ISF)

Aufgabenstellung

Die Aufgaben des ersten Jahres können mit dem Schlagwort „Befähigung“ beschrieben werden. Im Arbeitsplan ist sowohl der Aufbau einer Messtechnik zur Bestimmung des tatsächlichen Energieeintrages sowie des Prozesswirkungsgrades genannt, als auch zur Messung oberflächlicher Spannungen im Bauteil bei der Volumenänderung durch die partielle Phasenumwandlung. Darüber hinaus beginnt nach Arbeitsplan im letzten Quartal des ersten Jahres die Prozessbeobachtung der Entstehung von Eigenspannungen durch die hochauflösende Prozesstechnik.

Vorgehensweise

Aufbau Messtechnik tatsächlicher Energieeintrag, Prozesswirkungsgrad

- Konstruktion, Fertigung und Test verschiedener Versionen von Rückstreu- sowie Durchtrittselektronendetektoren.
- Erweiterung der taktilen Temperaturmesstechnik der Elektronenstrahlanlagen auf 24 Kanäle (Thermoelemente Typ K und Typ S)

Aufbau Messtechnik Eigenspannungsmessung oberflächennaher Spannungen

- Beschaffung des Eigenspannungsmesssystems „PRISM“ der Firma Stresstech. Dieses verwendet als Messprinzip die Bohrlochmethode mit optischer Auswertung mittels Electronic Speckle Pattern Interferometry (ESPI)
- Einrichtung eines geeigneten Messraums zur Durchführung von Eigenspannungsmessungen

Prozessbeobachtung der Entstehung von Eigenspannungen

- Literaturrecherche, Legierungsauswahl und Erprobung von unterschiedlichen Low-Transformation-Temperature –Werkstoffen (LTT) hinsichtlich ihrer Umwandlungstemperatur
- Erstellung eines LTT-Fülldrahtes als Schweißzusatzmaterial
- Einsatz des Fülldrahtes im EB-Prozess und Auswertung mit der zur Verfügung stehenden Messtechnik

Ergebnisse

Aufbau Messtechnik tatsächlicher Energieeintrag, Prozesswirkungsgrad

- Erfolgreiche Messung von sowohl Rückstreu- als auch Durchtrittselektronen während des EB- Prozesses
- Verbesserung der Ortsauflösung bzw. Differenzierung der Elektronen nach Energielevel mittels geeigneter Detektoren.

Prozessbeobachtung der Entstehung von Eigenspannungen

- Erste erfolgreiche Applikation von LTT-Werkstoff als Zusatzwerkstoff im Elektronenstrahlschweißprozess
- Dokumentation der werkstofftechnischen Eigenschaften des Schweißgutes (Temperatur, Martensitanteil im Schweißgut)

Aufbau Messtechnik Eigenspannungsmessung oberflächennaher Spannungen

- Bereitstellung eines einsatzfähigen Eigenspannungsmessgerätes im Rahmen der SFB-Kooperation
- Erste Eigenspannungsmessung an Schweißproben mit LTT-Zusatzwerkstoffen

Zusammenfassung und Ausblick

Die Arbeiten im ersten Jahr dienen primär der Bereitstellung der benötigten Analytik. Dies gilt im Besonderen für die Messtechnik des tatsächlichen Energieeintrags und des daraus resultierenden Prozesswirkungsgrad. Die entwickelten Detektoren ermöglichen eine Aufschlüsselung nach unterschiedlichen prozessrelevanten Größen und ermöglichen so ein gesteigertes Verständnis des Prozesses. Weitere Schritte auf diesem Feld sind Studien mit variierenden Schweißparametern zur Gewichtung der Einflussfaktoren des Prozesses auf Energieeintrag und Prozesswirkungsgrad.

Der erste Einsatz von LTT-Werkstoffen als Schweißzusatzmaterial in Schweißprozessen ist vielversprechend. Zum effizien-

ten Einsatz dieses Zusatzwerkstoffes als metallurgische Injektion zur Eigenspannungsreduzierung müssen umfangreiche werkstofftechnischen Untersuchungen folgen. Dazu zählen bspw. Einfluss der Legierungselemente auf Umwandlungstemperatur, Ausdehnungskoeffizient, Anteil Martensit/Restaustenit, oder auch die Abhängigkeit resultierenden Gefüges vom Abkühlgradienten.

Die Eigenspannungsmesstechnik ermöglicht eine Bewertung der Kompensationsmethode „metallurgische Injektion“ auf den Eigenspannungszustand bzw. den Bauteilverzug. Im Weiteren soll der Eigenspannungszustand geschweißter Bauteilproben mit LTT-Zusatz bzw. konventionellem Schweißzusatz verglichen werden. Darüber hinaus steht diese Messtechnik im Rahmen der SFB-Kooperation auch anderen Teilprojekten zur Verfügung.

Veröffentlichungen

Im laufenden Jahr wird eine Veröffentlichung im Rahmen des Sonderforschungsbereichs mit dem Titel: „*Application of Low-Transformation-Temperature (LTT) materials for stress reduction in electron beam welding*“ erscheinen. Dies erfolgt im Zuge der Konferenzteilnahme auf der „Third International Conference on Electron Beam Welding (IEBW)“, welche im November 2015 in Chicago stattfindet.