AiF-Nr. 13.771N/ DVS-Nr. 3.063 - Zwischenbericht zum 04.04.2006

1 Forschungsthema

Lichtbogensensorsystem zum MSG-Band-Engspaltschweißen mit magnetischer Auslenkung des Lichtbogens.

2 Wissenschaftlich-technische und wirtschaftliche Problemstellung

Gerade beim Fügen dicker und dickster Bleche wird trotz der Risiken von Bindefehlern und Einschlüssen aufgrund der damit verbundenen wirtschaftlichen und technologischen Vorteile das Engspaltschweißen eingesetzt. Zur Gewährleistung einer möglichst konstanten und hochwertigen Qualität und zur Vermeidung von teuren Reparaturen ist hier eine genaue Führung des Brenners in der Fuge unumgänglich. Der zunehmende Einsatz höherfester und auch überhitzungsempfindlicher Werkstoffen erfordert gleichzeitig eine Minimierung der Streckenenergie, was durch Strichraupentechnik und die Verwendung von Bandelektroden erreicht werden kann. Beides ist mit den bekannten Schweißköpfen, die zumeist über Lichtbogensensorsysteme mit entweder rotierender oder pendelnder Auslenkung der Drahtelektrode arbeiten, auf Grund der geringen Schweißgeschwindigkeiten nicht zu erreichen. Darüber hinaus sind solche Systeme schlecht zu kühlen.
Durch die Verwendung von Bandelektroden lässt sich die Abschmelzleistung des MSG-Prozesses bei sonst gleichen Schweißparametern steigern, was es erlaubt, die Streckenenergie zu minimieren. Zur Schweißkopfführung soll ein System mit magnetischer Auslenkung des Lichtbogens zum Einsatz kommen, das folgendes ermöglichen soll:

- Sichere Führung des Schwertes in der Fuge
- Strichraupentechnik durch extrem kurze Auslenkung des Lichtbogens auf die Flanken
- Gezielte Deponierung von Schweißgut asymmetrisch zur Schwertmitte durch gezielte Auslenkung des Lichtbogens durch ein dauerhaftes Magnetfeld
- Wasserkühlung des Schwertes bis zum Kontaktrohr möglich, da keine bewegten Teile am Schwert notwendig sind

3 Forschungsziel / Ergebnisse

Das Projektziel ist die Entwicklung eines Lichtbogensensorsystems zum MSG-Band-Engspaltschweißen mit magnetischer Auslenkung des Lichtbogens. Mit diesem System soll das Fügen von Blechen mit bis zu 250mm Blechdicke und einer Spaltbreite von ca.10mm ermöglicht werden.

Modifikation der Schutzgasabdeckung

Im ersten Schritt zur Erprobung des neu konstruierten Schweißschwertes wurden zunächst Blindraupen in der Strichraupen-Technik geschweißt. Dabei stellte sich die Schutzgasabdeckung, die mittels der im Schweißschwert integrierten Schutzgasrohre realisiert werden sollte, als unzureichend heraus. Selbst bei einer Erhöhung der Schutzgasmenge auf ca. 2x40l/min konnte keine porenfreie Schweißung erzielt werden. Eine Verbesserung des Gasschutzes sollte unter zur Hilfenahme einer Schutzgasglocke, die zusätzliches Schutzgas dem Prozess zuführte, erreicht werden. Aber auch

durch diese Maßnahme war es nicht möglich, reproduzierbare porenfreie Schweißungen zu gewährleisten.
Die Ursache hierfür lag in der starken Vergrößerung der Querschnittsfläche, durch welche die Schutzgasmenge ausströmte. Auf Grund der kurzen Einlaufstrecke zwischen Gaseintritt in die Schutzgasglocke und Gasaustritt aus der Schutzgasglocke hinaus konnte sich keine laminare Strömung einstellen. Es bildete sich eine turbulente Strömung aus, welche eine Einwirbelung von Umgebungsluft zur Folge hatte und somit war es nicht möglich, eine porenfreie Schweißung zu erzielen.
Zur Lösung dieses Problems wurde eine spezielle Schutzgasdüse zum Engspaltschweißen entwickelt. Diese Schutzgasdüse zeichnet sich, ähnlich wie bei einer handelüblichen MSG-Schutzgasdüse, durch eine kleine Austrittsfläche aus. Dadurch wurden die Turbulenzen in der Strömung verringert und es konnte eine stabile Schutzgasatmosphäre erreicht werden.
Nachdem das vorhandene Schweißschwert mit der neuen Schutzgasdüse modifiziert wurde, konnten porenfreie Blindnähte mit einem Stromkontaktrohrabstand von 20mm und einem Rückstand von 5mm bei einer Schutzgasmenge von 18l/min erzielt werden.

Modifikation der Zwangskontaktierung

Die ersten Schweißungen zeigten, dass die Zwangskontaktierung nicht den Erwartungen entsprach. Abgesehen von dem komplizierten Einbau erwies es sich als nachteilig, dass die Vorspannung nicht reproduzierbar war und nach jedem Einbau neu eingestellt werden musste. Daraufhin wurde eine neue Zwangskontaktierung entwickelt, die bereits vor dem eigentlichen Einbau auf eine bestimmte Vorspannung eingestellt werden kann. Die Vorspannung erfolgt dabei mittels vier federgelagerten Schrauben, die eine senkrechte Vorspannkraft auf die Bandelektrode ausüben.

Schweißversuche im Engspalt

Nachdem die Probleme mit dem Gasschutz und der Zwangskontaktierung behoben waren, konnten die ersten Schweißungen im Engspalt erfolgen. Dabei erwies es sich als nachteilig, dass sich die Magneten zu nah am Lichtbogen befanden. Der Lichtbogen zündete nicht nur direkt zwischen Elektrode und Werkstück, sondern sprang teilweise auf die Magnete über. Folglich bildeten sich zwei kleinere Lichtbögen, wovon einer zwischen Elektrode und Magneten und der Zweite zwischen Magneten und Werkstück zündete. Dadurch war es nicht möglich, einen stabilen Prozess einzustellen. Um dieses zu vermeiden wurden die Magnetjoche mit einer keramischen nicht leitenden Umhüllung beschichtet. Dadurch konnte zwar eine Stabilisierung des Prozesses erreicht werden, allerdings erwies sich die keramische Umhüllung als unzureichend. Auf Grund der hohen Temperaturen während des Prozesses dehnten sich die Magnetjoche und die keramische Umhüllung unterschiedlich aus, so dass sich bereits nach wenigen Schweißungen die Umhüllung teilweise ablöste.
Eine weitere Lösungsmöglichkeit war die Vergrößerung des Abstandes zwischen den beiden Magnetjochen und somit eine Vergrößerung des Abstandes zum Lichtbogen. Durch diese Maßnahme war es möglich, einen stabilen Prozess einzustellen und eine negative Beeinflussung durch die Magnetjoche zu vermeiden. Allerdings zeigte die Vergrößerung des Abstandes zwischen den beiden Magnetjochen eine erhebliche Schwächung der magnetischen Flussdichte. Diese Schwächung war so groß, dass eine Auslenkung des Lichtbogens nicht mehr im ausreichenden Maße möglich war. Zur Erhöhung der magnetischen Flussdichte kann einerseits die Stromdichte erhöht werden, dieses hätte allerdings auch eine höhere thermische Belastung der Spule zur Folge. Die wesentlich bessere Möglichkeit ist es, eine Optimierung des Magneten vorzunehmen.
Zur Lösung des Problems der magnetischen Auslenkung im Engspalt wird eine Kombination aus Verbesserung der keramischen Abschirmung der Magnetjoche gegenüber dem Lichtbogen und einer Optimierung des Magneten angestrebt.

Aufbau der Steuereinheit

Der Aufbau der Steuereinheit unter zur Hilfenahme des Programms „LabVIEW“ ist mittlerweile soweit fortgeschritten, dass es möglich ist, in Echtzeit Strom- und Spannungssignale aufzuzeichnen, zu verarbeiten und zu speichern. Für die angestrebte Schweißschwertführung werden die Amplituden bei der einfachen und doppelten Pendelfrequenz des Lichtbogens im Leitungsspektrum des Schweißstromsignals ausgewertet. Die Erzeugung eines Leistungsspektrums ist bereits mit der aufgebauten Steuereinheit möglich.
Der nächste Schritt wird die Auswertung einzelner Amplituden bei verschiedenen Frequenzen sein. Des Weiteren ist eine Adaption an die vorhandene Engspaltanlage geplant.

4 Wirtschaftliche Bedeutung des Forschungsthemas für kleine und mittlere Unternehmen (kmU)

Die Forschungsergebnisse kommen allen kleineren und mittleren Unternehmen zu Gute, die temperaturempfindliche Stähle in größeren Blechdicken schweißtechnisch verarbeiten. Sie stellen ihnen ein Werkzeug zur Verfügung, mit dem diese Werkstoffe wirtschaftlich, sicher und werkstoffgerecht mit vergleichsweise geringem Aufwand mechanisiert verschweißt werden können und sichern somit einen Wettbewerbsvorsprung gegenüber den europäischen und außereuropäischen Mitbewerbern.

5 Durchführende Forschungsstellen

ISF – Institut für Schweißtechnik und Fügetechnik der RWTH Aachen
Pontstraße 49, D-52062 Aachen
Tel.: 0241/ 80 93-871, Fax: 0241/ 80 92-170
Leiter: Prof. Dr.-Ing. U. Dilthey
Projektleiter: Dipl.-Ing. (FH) Michael Drepper