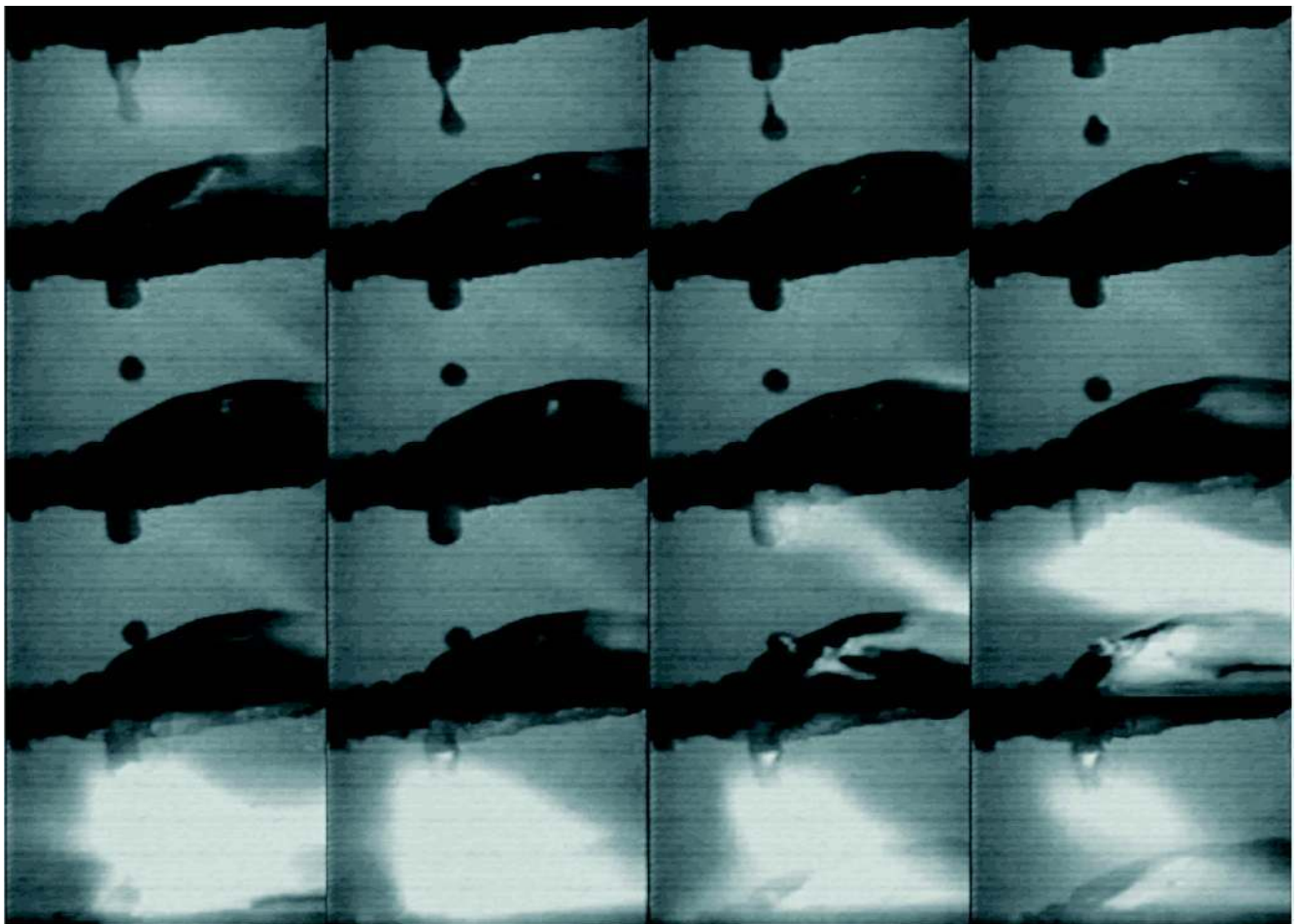

Direkt

ISF - Welding Institute
RWTH - Aachen University
Germany



Hochgeschwindigkeitsaufnahmen des Aluminium-Impulslichtbogens
High speed shoots of aluminium pulsed arc

Themen:

- Ansatz für eine Brennerhöhenführung beim Aluminiumschweißen
Approach to Torch Height Control in Aluminium Welding
 - RES-Hochgeschwindigkeitsplattieren von Feinkornbaustählen
RES-HighSpeedCladding of Fine Grained Structural Steel
 - News
-

Ansatz für eine Brennerhöhenführung beim Aluminium-Schweißen

Approach to torch height control in aluminium welding

Dipl.-Ing. G. Wilms

Der Lichtbogensensor stößt bei Aluminium an seine Grenzen. Eine Brennerhöhenführung durch eine Bewertung der Widerstandsänderung des freien Drahtendes ist beim Aluminium-Impulslichtbogen-Schweißen nicht möglich. Bei einer detaillierten Pulsphasenbetrachtung sind allerdings Rückschlüsse auf das veränderte freie Drahtende möglich.

Von grundsätzlicher Bedeutung für die Prozessanalyse ist die einflussnehmende Strecke zwischen dem Übergangspunkt im Kontaktrohr bis zum Lichtbogenfußpunkt, **Bild 1**. Elektronisch kann dies als eine Reihenschaltung der Widerstände der Lichtbogenlänge, des freien Drahtendes und einer Zenerdiode für die Fallgebiete des Lichtbogens dargestellt werden. Eine langsame Veränderung des Kontaktrohrabstandes verändert die Länge des freien Drahtendes, da die Regelung der Stromquelle im Idealfall für einen gleichlangen Lichtbogen sorgt. Die messbare Differenz aufgrund der Widerstandsänderung durch eine Längenänderung des freien Drahtendes beträgt für einen 1,2 mm Stahlzusatzwerkstoff rund 6 A/mm oder 0,5 V/mm. Aluminium mit seiner guten elektrischen Leitfähigkeit liegt um den Faktor 10 darunter. Das allgemeine Prozessrauschen übersteigt die auswertbaren Messgrößen.

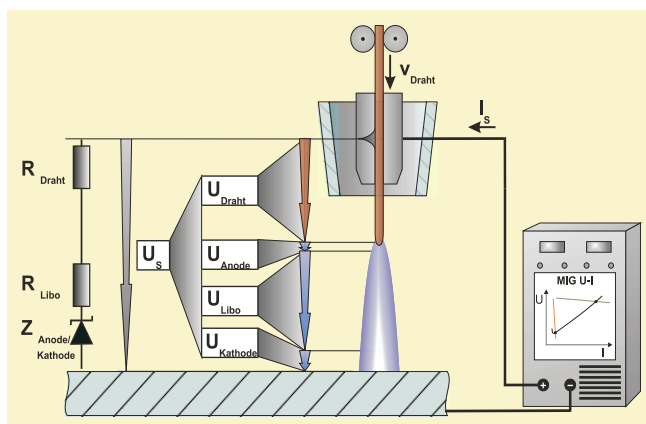


Bild 1: Ersatzschaltbild für den MSG-Prozess
Fig. 1: Equivalent circuit diagram for the GMA welding process

Zusätzlich erschweren Widerstandseinflüsse einer veränderlichen Schichtdicke der hochschmelzenden Oxidschicht auf dem Grundblech und Lichtbogenplasmainstabilitäten durch eine empfindliche Schutzgasabdeckung die Auswertung.

Detaillierte Prozessuntersuchungen für U/I- und I/I- modulierte Impulslichtbogenprozesse mit AlSi5 Zusatzwerkstoff auf 5 mm AlMg3 Blechen zeigen, dass eine Bewertung der Länge des freien Drahtendes indirekt möglich ist. Die Pulsphase eines Prozesses enthält die entsprechende Bewertungsgröße. Das Verhalten der Spannung bei einer I/I- oder des Stromes bei der U/I- modulierten Quelle während der Pulszeit weist für einen

In aluminium welding, the application range of the arc sensor is limited. The torch height manipulation by evaluating the resistance variation at the wire extension is not possible in aluminium pulsed-arc welding. A detailed pulse-phase examination, however, allows to draw conclusions from the varied wire extension.

festen Kontaktrohrabstand eine leicht variierende Steigung auf. Es lässt sich von einer starken Steigungsänderung der Spannung oder des Stromes im Puls des Prozesses auf das veränderte freie Drahtende schließen, **Bild 2**.

In **Bild 2** ist ein I/I- modulierter Schweißprozess mit 220 Hz Pulsfrequenz bei 6 m/min Drahtvorschubgeschwindigkeit gezeigt. Der Kontaktrohrabstand wurde kontinuierlich um 3 mm verringert. Die Lichtbogenlängenregelung der Stromquelle war abgeschaltet. Dieses Bild spiegelt das Steigungsverhalten beispielhaft wider. Mit verringertem Kontaktrohrabstand kann der Lichtbogen wie im Bild länger oder aber auch kürzer werden. Die Steigung der Spannung (rot) in der Pulsphase wird geringer mit verkleinertem freiem Drahtende und ist nahezu unabhängig von der Lichtbogenlänge. Bei Prozessen mit U/I-Modulation änderte sich das Steigungsverhalten des Stroms in der Pulsphase. Eine größere Steigung entspricht da einer Verkürzung des Kontaktrohrabstandes.

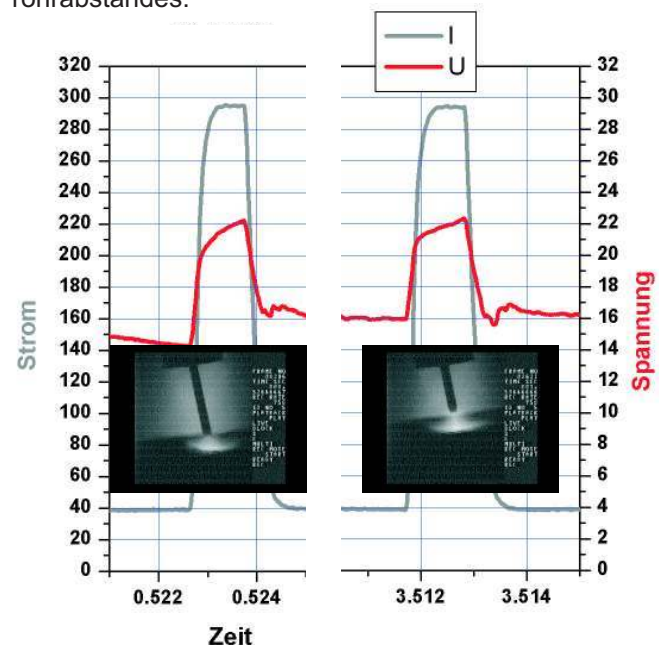


Bild 2: Pulssignal bei sich verringern den Kontaktrohrabstand
Fig. 2: Pulssignal while decreasing contact-tube distance

Eine Brennerhöhenführung durch den Lichtbogensensor bei Aluminiumwerkstoffen ist mit einer Abweichung von ± 2 mm realisierbar. Softwaremäßig lässt sich diese Abweichung aufgrund optimierter Faktoren weiter verkleinern.

Dipl.-Ing. T. Gräß

Der Einsatz von Feinkornbaustählen, die sich durch eine hohe Festigkeit bei gleichzeitig hoher Zähigkeit auszeichnen, kann durch Beschichtungen mit höher korrosionsbeständigen Auftragwerkstoffen wesentlich erweitert werden. Hiefür sollte das hochwirtschaftliche Elektroschlacke(RES)-Bandplattieren in einem AIF Forschungsvorhaben in Kooperation mit dem LWT (Dortmund) und der SLV-MV (Rostock) gesicherte Erkenntnisse über den Zusammenhang von Wärme-einbringung, mechanisch-technologischen Eigenschaften und eine weiteren Prozessverbesserung aufzeigen.

Ein wesentliches Ziel des Forschungsvorhabens war die Herstellung von Beschichtungen bei Schweißgeschwindigkeiten oberhalb von 30 cm/min mit einer Bandbreite/-dicke von 60 x 0,5 mm² und die Ermittlung der hieraus resultierenden mechanisch-technologischen Eigenschaften der Verbindungen (industriell üblich sind Schweißgeschwindigkeiten $v_s < 25$ cm/min). Statt auf umfangreiche Untersuchung der Plattierungseigenschaften wurde daher intensiv auf geometrische Anforderungen einer Plattierung bezüglich Überschweißbarkeit und Hafteigenschaften eingegangen.

Als Grundwerkstoff kamen normalisierte, warmfeste Druckbehälterstähle (P460NH am ISF, P500Q am LWT) und ein Reaktorstahl (20 MnMoNi 4-5) mit Wanddicken zwischen 25 und 50 mm zum Einsatz. Auf diese Grundwerkstoffe wurden 5 mm dicke Schichten der Werkstoffe 21.11LNB und 24.12 LNB unter Verwendung verschiedener Schweißparameter aufgebracht.

In den Versuchsreihen wurden die Abkühlzeiten t_a von 800° auf 500°C (bzw. 850° auf 500°C) für alle drei Feinkornbaustähle ermittelt.

Plattierungsnähte bis zu einer Schweißgeschwindigkeit von 45 cm/min sind mit allen eingesetzten Anlagen problemlos herstellbar, **Bild 1**.

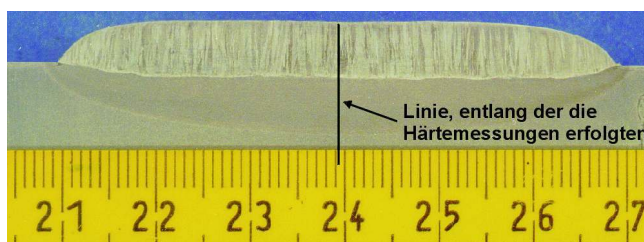


Bild 1: Makroschliff einer RES-Plattierschweißung
 $v_s = 45$ cm/min, $I = 1792$ A, $U = 27,6$ V

Fig. 1: Macrosection of RES-cladding
 $w_{speed} = 45$ cm/min, $I = 1792$ A, $U = 27,6$ V

Es konnte eine Kerbfreiheit sowie eine gute Nahtflanken- und Oberflächenqualität der Naht erzielt werden. Der untere Bereich der Streckenenergie mit 60 kJ/cm ergab sich aus den Kriterien einer für den industriellen Einsatz geeigneten Nahtausformung. Jedoch im Bereich der mittleren Streckenenergien von ca. 80 kJ/cm, die für die Erzielung einer maximalen Schichtdicke von ca. 5 mm ausreichend sind, lässt sich eine Zunahme des Aufmischungsgrades bei Schweißstromerhöhung mit asymptotischem Verlauf beobachten.

The application possibilities of fine-grained structural steels which are characterised by high strength and, at the same time, high toughness, may be substantially expanded through surfacing with higher corrosion-resistant surfacing materials. Within the scope of an AIF research project and a cooperation of LWT Dortmund and the SLV-MV Rostock, the economically profitable electroslag (RES) strip cladding method was to furnish knowledge about the connection between heat input, mechano-technological properties and a further process improvement.

Dies bestätigt sich auch für Schweißgeschwindigkeiten bis zu 60 cm/min, die unter Beibehaltung des Widerstandsprozesses mit einem Schweißpulver möglich waren.

Während der Schweißversuche wurden Abkühlzeiten ermittelt. Parallel zu den Messungen erfolgte die rechnerische Bestimmung der Abkühlzeiten, wobei die berechneten Werte der Abkühlzeiten hinreichend mit den gemessenen übereinstimmten. Um die mechanisch-technologischen Eigenschaften der Schweißverbindung zu untersuchen, wurden Härteverläufe aufgenommen, **Bild 2**.

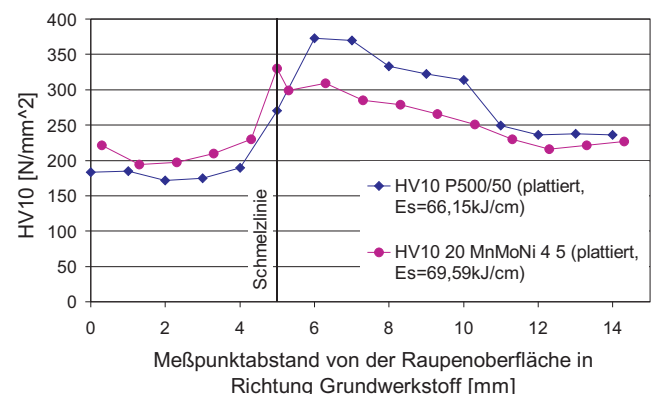


Bild 2: Härtemessungsvergleich plattierter Werkstücke, $v_s = 45$ cm/min
Fig. 2: Hardness measurement of different cladded workpieces
 $w_{speed} = 45$ cm/min

Im Bereich der Schmelzlinie ist eine Aufhärtung des Grundwerkstoffes (GW) zu erkennen, die konstant über die Wärmeinflusszone (WEZ) in Richtung des GW auf dessen Ausgangswerte abfällt.

Ein Zusammenhang zwischen höheren Schweißgeschwindigkeiten und einer stärkeren Aufhärtung in der Schmelzlinie konnte bei optimierten Schweißparametern und vergleichbaren Streckenenergien/Abkühlzeiten nicht festgestellt werden. Hieraus folgt, dass bei optimierter/konstanter Streckenenergie auch durchaus noch höhere Schweißgeschwindigkeiten als 45 cm/min realisierbar sind.

Die Haftung des Schweißgutes auf dem Grundwerkstoff wurde mittels Thermoschockprüfung untersucht. Es konnte Rissfreiheit bei 100 Zyklen im induktiven Test und bei 1000 Zyklen in der Temperaturwechselbelastungsprüfung nachgewiesen werden.

ISF Intern

Prof. U. Dilthey wurde Ende März zum Nachfolge von H. J. Frohn als Vorsitzender des Deutschen Verbandes für Schweißen und verwandte Verfahren (DVS) Bezirksverband Aachen gewählt.

Kondapalli Satyanarayana erhielt für seine von Prof. U. Dilthey betreute Masterarbeit, "Wear and Corrosion Behaviour of Coated Aluminium Alloys by PTA Welding", zum Ende des letzten Jahres eine hohe Auszeichnung des Indian Institute of Technology Madras mit der DRAK Bose Gold Medal.

Seit der Herbstausgabe des ISF-Direkt feierten wir die Promotionen von Dipl.-Ing. Wilfried Behr am 24. Oktober 2002 zum Thema "Elektronenstrahlschweißen an Atmosphäre" und von Dipl.-Ing. Christian Bohlmann am 07. Januar 2003 mit dem Thema "Fügen metallischer Verbundwerkstoffe mittels Kondensator-Impulsschweißen"

Unsere Institutsmannschaft wird seit November letzten Jahres durch Herrn S. Olschock in der Laserabteilung verstärkt.

Wir gratulieren Dr. I. Dikshev zur Hochzeit im Oktober letzten Jahren.

Wir trauern mit den Hinterbliebenen um unseren am 12. Dezember 2002 plötzlich verstorbenen Kollegen W. Pagalies.

Das ISF gratuliert Herrn T. Gräß zu seinem zweiten Sohn Jonah, der am 21. Mai 2002 zur Welt kam. Herr X. Rexhepaj von der mechanischen Werkstatt gratulieren wir zur Geburt seines ersten Sohnes Joni am 17. Februar 2003.

Klebtechnik

Nachdem Prof. K. Dilger den Ruf nach Braunschweig angenommen hat, wurde die Klebtechnik wieder in das ISF integriert. Herr Zeller unterstützt seit Dezember 2002 unsere Nichtwissenschaftlicher.

Korrosionslabor

Unsere Chemie übernahm im Zuge der allgemeinen Erneuerung einige Anlagen der Klebtechnik. Herr Holzinger kann nun ein umfangreiches Angebot an Korrosionstest anbieten:

Es sind Kondenswasserprüfklimate (DIN 50017) und Sprühnebelprüfungen mit NaCl (DIN 50021) möglich. Für Metalle und deren Legierungen sind Korrosionsuntersuchungen ohne mechanische Belastung nach DIN 50905 durchführbar. Un- und niedriglegierte Stähle können nach DIN 50915 und hochlegierte Stähle nach DIN 50914 mittels Straußtest auf Beständigkeit gegen interkristalline Spannungskorrosion untersucht werden. Für nichtrostende austenitische Stähle kann eine Prüfung mit örtlicher Korrosion in stark oxidierenden Säuren (Huey) nach DIN 50921 oder erweitert nach ASTM A 262-64T durchgeführt werden. Bei Kupferguß-

und -knetlegierungen kann die Entzinkungsbeständigkeit (EN ISO 6509) bestimmt werden. Spannungsrißkorrosionsversuche nach DIN 50916-1 und -2 und Restspannungsuntersuchungen und auch Freibewitterungsversuche sind möglich.

Veranstaltungen

Das Thema des externen Kolloquiums, "Schweißen hoch- und höchstfester Feinkornbaustähle", zog am 26.02.03 viele Interessenten aus Industrie und Forschung an. Im überfüllten Werkstoffkunde-Hörsaal wurde bei den Fachvorträgen rege diskutiert.

Im Oktober und im November 2002 fanden Betriebs-exkursionen des ISF ins Forschungszentrum Jülich statt. Im Oktober wurde anschließend die Ausgrabungsstätte in Titz und der Braunkohletagebau, im November das Kraftwerk in Weisweiler besichtigt.

An der Veranstaltung "Day and Night on the Pont" zu der die anliegenden Institute und die Gastronomie zu Semesterbeginn im Oktober eingeladen hatten, nahm das ISF teil. Viele Studienanfänger beteiligten sich an den Schweißvorführungen und dem Schweißwettbewerb des ISF.

Aus dem Freundeskreis

Die diesjährige Mitgliederversammlung fand im Zentrum Metallische Bauweisen (zmb) am 07. März statt. Der Vorsitzende Dr. E Stracke trug den Jahresbericht vor. Prof. U. Dilthey legte den Institutsbericht vor. Nach dem Kassenbericht des Schatzmeisters Dr. R. Ortmann und dem Rechnungsprüferbericht wurde der Vorstand entlastet. Die neuen Rechnungsprüfer wurden gewählt und der Haushaltsplan für 2003 beschlossen.

Im Anschluss zeigte Prof. U. Dilthey nach einigen Fachvorträgen multimediale Einblicke in das 2002 errichtete Gebäude des zmb mit seinen Versuchseinrichtungen. Im zmb bündeln sich Forschungs-, Ausbildungs- und Informationsaktivitäten insbesondere für neue Lösungen in Stahl, an dem interdisziplinär die Institute für Eisenhüttenkunde, Bildsame Formgebung, Werkstoffwissenschaften, Stahlbau, Kraftzeugtechnik und Schweißtechnik teilnehmen.



Herausgeber: Freundeskreis des Instituts für Schweißtechnik e.V.
 Institut für Schweißtechnische Fertigungsverfahren, ISF
 Institutsdirektor Prof. Dr.-Ing. U. Dilthey
 Anschrift: Pontstrasse 49, D-52062 Aachen
 fon: +49(0)241 / 80 938 71
 fax: +49(0)241 / 80 92 170
 email: office@isf.rwth-aachen.de
 internet: www.isf-aachen.de
 Redaktion: Dipl.-Ing. G. Wilms