

SCHWEISSEN und SCHNEIDEN

DVS
09
2014

Fachzeitschrift für Schweißen und verwandte Verfahren

www.schweissenundschneiden.de

66. JAHRGANG



SRM TECHNOLOGY®
Made by SOYER

DER SRM EFFEKT

(Patent-Nr.: 10 2004 051 389)



www.hz-1.com



*Bolzenschweißen HEUTE
eine SAUBERE Sache!*



SONDERDRUCK

SRM-Bolzenschweißen – eine neue Variante des Lichtbogenbolzenschweißens

Einleitung

Beim SRM-Bolzenschweißen (Schweißen in radialsymmetrischem Magnetfeld) wird der Lichtbogen im Bereich der Schweißstelle durch ein radialsymmetrisches Magnetfeld in Kombination mit einer geeigneten Schutzgasatmosphäre vor äußeren Einflüssen geschützt, zum Beispiel bei einseitigem Stromfluss im Blech. Ohne diesen zusätzlichen Schutz stören häufig Blaswirkungen auf den Lichtbogen die Anwendung der Bolzenschweißverfahren mit Hubzündung erheblich, mit der Auswirkung von unvollständiger Wulstbildung bzw. Unterschneidung. Der Anwender sieht sich dadurch mit zusätzlichen Aufwendungen bei der laufenden Fertigungsüberwachung, aber auch bei regelmäßig erforderlichen Arbeitsprüfungen bzw. Verfahrensprüfungen gemäß DIN EN ISO 14555 konfrontiert.

Das neue Bolzenschweißen im radialsymmetrischen Magnetfeld kann einen wichtigen Beitrag zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit der Lichtbogenbolzenschweißtechnik durch eine wiederholbar gute Schweißqualität im Wesentlichen ohne Blaswirkungsproblematik leisten. Ein kennzeichnendes Merkmal von SRM-Bolzenschweißungen ist dabei eine äußerst gleichmäßige und definierte Anschmelzung von Bolzen und Blech bei deutlich geringerem Energieeintrag in die Schweißverbindung, weniger Spritzerbildung und kleinem Wulst.

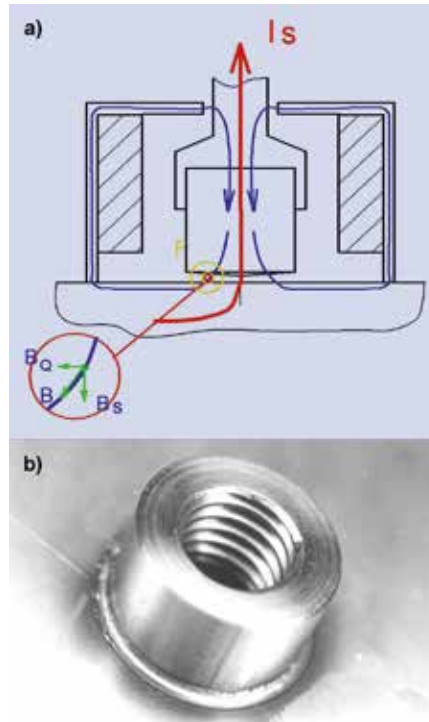


Bild 1 • Hülsen- oder Mutternschweißen mit Magnetfeldunterstützung zur gleichmäßigen Bewegung des Lichtbogens am ringförmigen Hohlquerschnitt; a) Hülsenschweißverbindung an legiertem Stahl mit gutem Wulstaussehen, b) ein Magnetfeld umgibt die Schweißstelle und bewirkt zusammen mit dem Schutzgas die Lichtbogenbewegung.

Vorteile auf größere Bolzendurchmesser übertragen

Das Lichtbogenbolzenschweißen mithilfe der SRM-Technik resultiert aus ersten

Erfahrungen im Jahr 2005 [1] für Bolzen bis 10 mm Durchmesser an legiertem Stahl. Im Jahr 2009 stellte die Heinz Soyer Bolzenschweißtechnik GmbH, Wörthsee, diese Technik einem internationalen Publikum anlässlich der Messe Schweißen & Schneiden in Essen vor. Dabei wurde von dem Unternehmen bereits eine äußerst positive Resonanz auf die Schweißergebnisse der SRM-Technik bei gleichzeitiger Nutzung eines patentierten speziellen Schweißbolzens vom Typ „HZ1“ festgestellt. Für größere Bolzen als 10 mm Durchmesser lagen damals allerdings keine Erfahrungen vor. Nachfragen nach der Anwendbarkeit vor allem an größeren Bolzendurchmessern sowie in Zwangspositionen ergaben sich seitens der Industrie sowohl bei der SLV München als auch bei dem Maschinenhersteller.

In der weiteren Entwicklung der SRM-Technik konnten mittlerweile deren Vorteile zur Nutzung des vergleichsweise niedrigen Energieeintrags und der geringen, aber sehr gleichmäßigen Einbrandgeometrie auf Bolzen der Größen M12 und M16 übertragen werden. Auch an diesen Durchmessern können optisch ansprechende Schweißverbindungen erstellt werden, die kaum Nacharbeiten durch störende Wulstanhäufung und durch Spritzer verursachen. Die Ermittlung relevanter Kennwerte und die Optimierung der Schweiß- und Randbedingungen erfolgten im Rahmen eines Forschungsprojekts der Bayerischen Forschungstiftung, München.

www.soyer.de

Bolzenschweißen
HEUTE eine
SAUBERE Sache

SRM TECHNOLOGY®
Made by SOYER

MADE IN GERMANY

soyer

Link zum Video

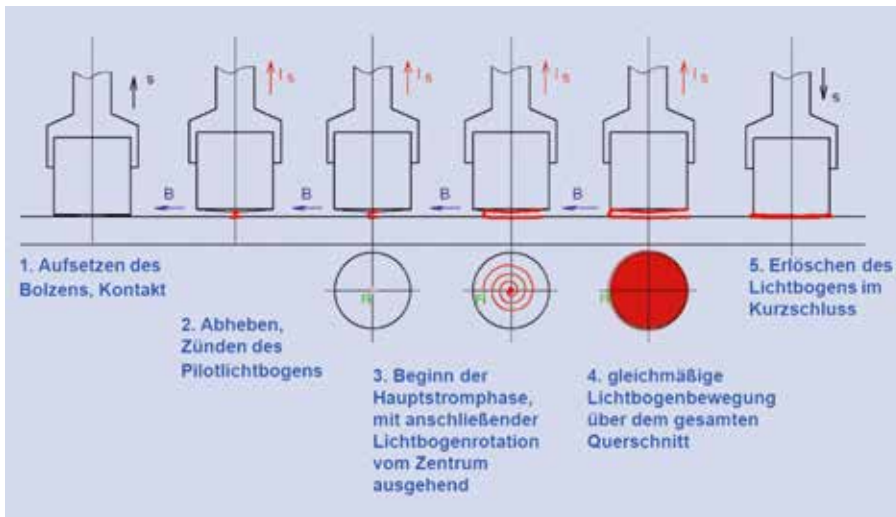


Bild 2 • Verfahrensablauf beim SRM-Schweißen als Variante des Lichtbogenbolzenschweißens mit Hubzündung: Die magnetische Beeinflussung des Lichtbogens führt zu einem gleichmäßigen Anschmelzen der gesamten Stirnfläche auch bei Vollquerschnitten mit erkennbaren Rotationseffekten während der Hauptstromphase.

Der Nutzen der SRM-Technik wurde im Jahr 2005 eher zufällig entdeckt. Zuvor kamen Magnetfelder in der Bolzenschweißtechnik vorwiegend zur gleichmäßigen Bewegung des Lichtbogens an einem Hohlquerschnitt ähnlich dem MBP-Schweißen (Pressschweißen mit magnetisch bewegtem Lichtbogen) zum Einsatz, Bild 1. Diese als Hülsen- oder Mutternschweißen entwickelte Technik [2; 3] wird seit Jahren mit einer Zusatzvorrichtung zum Erzeugen des Magnetfelds und der Schutzgasabdeckung am Markt eingesetzt. Die Abschirmung der Schweißstelle durch ein Magnetfeld zum Vermindern unbeabsichtigter Lichtbogenablenkungen ist ebenfalls seit Jahren bekannt, hat sich jedoch nur in Einzelfällen, zum Beispiel bei legierten Werkstoffen, durchgesetzt.

Die SRM-Technik ist eine Erweiterung des Hubzündungsbolzenschweißens für gebräuchliche unlegierte und legierte Stahlwerkstoffe mit Bolzenschweißgunnung. Der Schweißbadschutz erfolgt durch handelsübliche Schutzgase (Argon oder Mischgase mit CO₂) in Kombination mit magnetischer Lichtbogenbeeinflussung. Ein Keramikring ist nicht erforderlich. Folgende Merkmale kennzeichnen die SRM-Technik:

- hohe Schweißqualität mit glatter Wulsoberfläche, geringer Einbrandtiefe und hoher Belastungsfähigkeit,
- blaswirkungsarmer Schweißprozess,
- gute Wiederholbarkeit,
- niedrige Schweißenergie und daher nur minimaler Verzug des Bauteils,
- alle Schweißpositionen möglich (Wannenposition - PA, senkrechte Wand - PC, Überkopf - PE).

Für Bolzen der Größen M12 und M16 wurden nach Entwicklung der jeweils passenden Schutzgas-Magnetfeld-Zusatzvorrichtung Schweißbedingungen zum Erstellen hochbelastbarer Bolzenschweißungen ermittelt, die die derzeitigen Anforderungen der DIN EN ISO 14555 hinsichtlich Biege- und Zugbelastung sowie Einbrandform erfüllen.

Einfache gerätetechnische Erweiterung

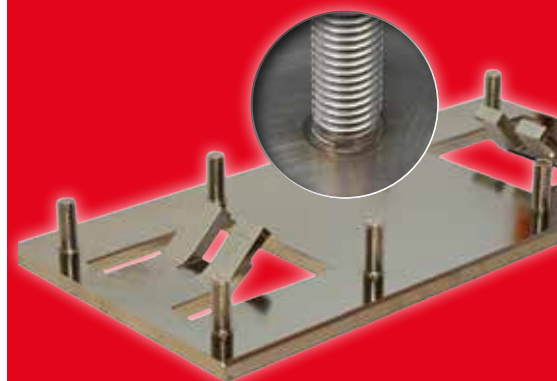
In Bild 2 ist der Verfahrensablauf beim SRM-Schweißen als Variante des Lichtbogenbolzenschweißens mit Hubzündung dargestellt. Mit Ausnahme der Ansteuerung des radialsymmetrischen Magnetfelds entspricht der Schweißprozess exakt dem Schutzgasbolzenschweißen mit Hubzündung. Vor Beginn der Hauptstromphase wird das zusätzliche Magnetfeld aktiviert, und dies beeinflusst anschließend den Lichtbogen hinsichtlich der Beweglichkeit der Lichtbogenansatzstellen an Bolzen und Blech auch bei Vollquerschnitten. Die gesamte Stirnfläche des Bolzens wird in kürzerer Zeit gleichmäßiger angeschmolzen als bei den bisher bekannten Hubzündungsverfahren. In dieser Phase werden teilweise Rotationen des Lichtbogens um die Bolzenachse mit zunehmendem Rotationsradius festgestellt.

Die gerätetechnische Erweiterung für das SRM-Bolzenschweißen ist sehr einfach. Verwendet werden je nach Durchmesser die handelsüblichen Schweißpistolen „PH-3N“ für M12 oder „PH4L“ für M16, die jeweils mit einer optimierten SRM-Schutzgas-Mag-

Bolzenschweißen HEUTE eine SAUBERE Sache



SRMTECHNOLOGY®
Made by SOYER



Sie schweißen noch nicht ?



Sollten Sie aber....



QR Code scannen
und mehr erfahren...

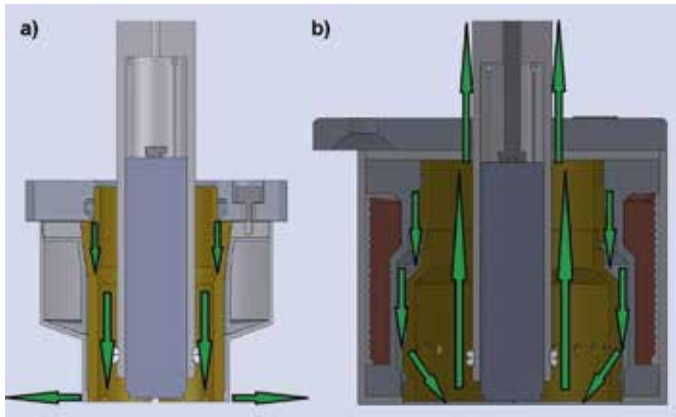


Bild 3 • Zusatzvorrichtungen mit unterschiedlichen Entgasungskonzepten zum Erzeugen von Magnetfeld und Schutzgasabschirmung; a) kleine Baugröße bis M12, b) größere Vorrichtung für M16 mit geänderter Gasströmungsrichtung

Bild 4 • SRM-Schweißpistole für M16-Bolzen – der Anschluss der Magnetfeld-Schutzgasvorrichtung an die Stützfüße von Schweißpistolen und Schweißköpfen ist auch bei stationärer Handhabung einfach möglich.

netfeldvorrichtung gemäß Bild 3 ausgestattet werden. Für die M12-Bolzen gibt es eine kleine kompakte Vorrichtung, Bild 3a, die kaum größer als eine gebräuchliche Schutzgasvorrichtung ist. Für M16-Bolzen wurde die Vorrichtung gemäß Bild 3b entsprechend vergrößert, wobei die Gasströmungsrichtung und das Entgasungskonzept verändert wurden. Die Ansteuerung des Magnetfelds erfolgt bei den Soyer-Inverterstromquellen „BMK-16i“ (bis M12) und „BMK-30i“ (derzeit bis M16) durch ein nachrüstbares SRM-Modul. Diese Inverterstromquellen sind ganz besonders für das Bolzenschweißen mit SRM-Technik geeignet.

Zum SRM-Schweißen ist keine besondere Schulung der Bediener erforderlich. Die Bolzenschweißparameter werden prinzipiell wie gewohnt an den Schweißpistolen, Schweißköpfen und an der Stromquelle eingestellt. Hinzu kommt lediglich die Einstellung der Stromstärke für das SRM-Magnetfeld in der Größenordnung bis 1,5 A je nach Magnetspule.

Bild 4 zeigt die adaptierte Magnetfeld-Schutzgasvorrichtung an den Stützfüßen der Schweißpistole „PH4-L“ mit zusätzlichem elektrischen Anschluss zur Versorgung der Magnetspule. Prinzipiell ist dies auch bei Verwendung von stationär betriebenen Schweißköpfen möglich. Als Schutzgase können neben Reinargon vor allem Mischgase mit 2,5, 10 oder 18% CO₂-Anteil eingesetzt werden. Gut bewährt hat sich bei hohen Anforderungen hinsichtlich Wulstaussehen und Belastungsfähigkeit der SRM-Schweißverbindungen das Mischgas Ar + 10% CO₂.

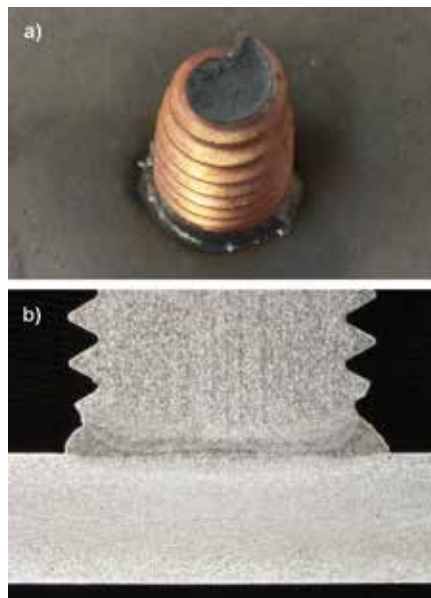


Bild 5 • SRM-Schweißverbindung mit M12-Bolzen aus dem Werkstoff S235 (Festigkeitsklasse 5.8) – die Zugprüfung ergab eine Bruchlage im Bolzen nach Einschnürung im Gewinde; a) Ansicht: vollständige Wulstbildung, Bruchlage im Bolzen, Bruchkraft 50,5 kN, b) Querschliff: gleichmäßige dünne Schmelzzone, geringe Einbrandtiefe im Blech, keine Schweißfehler erkennbar

Ähnliche Schweißergebnisse für M12- und M16-Bolzen

Ergebnisse für M12-Bolzen

Die Wirkung des beeinflussten Lichtbogens beim SRM-Bolzenschweißen zeigt sich besonders deutlich in der Einbrandgeometrie. Die sehr gleichmäßige Anschmelzung ähnelt der beim Bolzenschweißen mit Spitzenzündung, bei dem das Blech nur eine geringe Einbrandtiefe aufweist. Das Tragverhalten von Bolzenschweißverbindungen wird anhand einer einfachen Biegeprüfung (Baustellenprüfung) oder eines statischen Zugversuchs gemäß DIN EN ISO 14555 nachgewiesen.

Bild 5 zeigt Ansicht und Einbrandform einer SRM-Schweißverbindung mit M12-Bolzen aus dem Werkstoff S235, der in der Festigkeitsklasse 5.8 eine Zugfestigkeit von etwa 560 MPa aufweist. Bild 5a dokumentiert die entsprechend DIN EN ISO 14555 geforderte Bruchlage von Bolzen bei Zugprüfungen. In diesem Beispiel erfolgt der Bruch bei einer Last von 50,5 kN nach Einschnürung im Gewinde. Im Schliff, Bild 5b, ist die typische, gleichmäßig dünne Schmelzzone als fehlerarmes Bindeglied zwischen Bolzen und Blech gut erkennbar. Die Einbrandtiefe in das Blech beträgt etwa 0,5 mm. Im Bereich des Wulstes nimmt die Schmelzbadicke etwas zu. Diese Einbrandgeometrie weist eine sehr geringe Anfälligkeit gegenüber Poren- und Rissbildung bei der Verwendung bolzenschweißgeeigneter, unlegierter Stähle auf. Beim Eintauchen des Bolzens in das Schmelzbad wird nur wenig Schmelze verdrängt, wobei eine glatte Wulstoberfläche mit beinahe kehlnahtförmiger Wulstgeometrie entsteht.

Bild 6 enthält statistische Angaben zum Vergleich der Ergebnisse von Zugprüfungen an M12-Schweißungen für die Bolzenschweißvarianten SRM, Keramikring und Schutzgas bei Verwendung von Werkstoffen aus der gleichen Herstellungsladung. Jeder Variante liegen 20 Prüfungen an Bolzen aus dem Werkstoff S235 (Festigkeitsklasse 5.8) zugrunde, geschweißt an 10 mm dicken Blechen aus S355. Bei allen Schweißungen befand sich die Bruchlage im Bolzen. Anhand des Diagramms lässt sich daher nur die Streuung des verwendeten Bolzenwerkstoffs in einem gesamten Streuband zwischen 49 und 52 kN bewerten. Die Mediane in der gewählten Box-Plot-Darstellung befinden sich als Mittelwerte auf gleichem Niveau zwischen 50,3 und 50,6 kN.

Bild 7 enthält die verwendeten Schweißdaten zu den einzelnen Schweißvarianten. Es zeigt Ansichten und Einbrandformen von

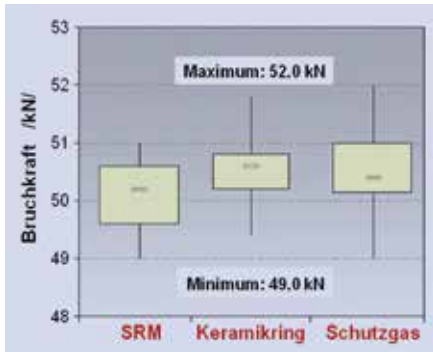


Bild 6 • Statistik vergleichender Zugprüfungen an M12-Bolzen-Schweißverbindungen (20 Prüfungen je Variante, Bruchlage im Bolzen bei allen Schweißungen, Bolzenwerkstoff S235 (Festigkeitsklasse 5.8) aus derselben Charge, Schweißdaten siehe Bild 7) – die Wiederholbarkeit und Prozesssicherheit des SRM-Bolzenschweißens ist gleichwertig mit den konventionellen Bolzenschweißverfahren.

M12-Bolzen, die mit den verschiedenen Hubzündungsvarianten aus Bild 6 geschweißt wurden. Für diesen Vergleich wurden die Keramikring-Bolzenschweißungen mit einer Schweißenergie von etwa 6 kJ, die Schutzgasbolzenschweißungen mit etwa 5 kJ und die SRM-Bolzenschweißungen mit etwa 4 kJ ausgeführt. Im Gegensatz zu den SRM-Schweißungen versagen Bolzenschweißungen mit den Varianten Keramikring und Schutzgas bei Verwendung der niedrigen Schweißenergie von 4 kJ häufig in der Schweißzone. Dieses „Niedrigenergiekonzept“ des SRM-Bolzenschweißens zeichnet sich ganz besonders durch den kleinen Wulst und die geringe Schmelzbaddicke aus. Als Ergebnis dieser Untersuchung lässt sich feststellen, dass das SRM-Bolzenschweißen hinsichtlich des Tragverhaltens bei statischer Biege- und Zugbelastung sowie der Wiederholbarkeit als innovative Alternative zu den konventionellen Bolzenschweißverfahren (Keramikring oder Schutzgas) eingesetzt werden kann.

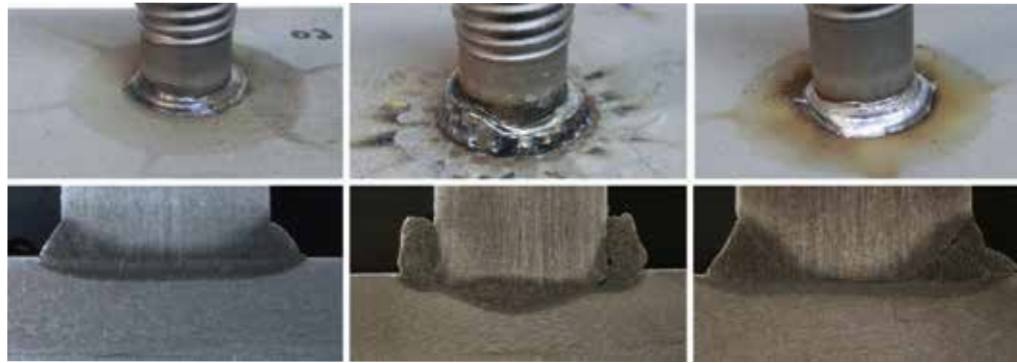


Bild 7 • Vergleich unterschiedlicher Hubzündungsvarianten mit M12-Bolzen aus dem Werkstoff S235 (Festigkeitsklasse 5.8; alle Bolzen wurden aus der gleichen Charge gefertigt; Blechwerkstoff S355, 10 mm dick); links: SRM-Bolzenschweißen (Stromstärke 800 A, Schweißzeit 220 ms, SRM 315 mA, Bolzenform HZ1, Schutzgas M21 – ArC – 18, Schutzgasmenge 10 l/min), Mitte: Keramikring-Bolzenschweißung (Stromstärke 960 A, Schweißzeit 240 ms, ohne SRM, Bolzenform PD), rechts: (Stromstärke 960 A, Schweißzeit 240 ms, ohne SRM, Bolzenform PD, Schutzgas M21 – ArC – 18, Schutzgasmenge 10 l/min).

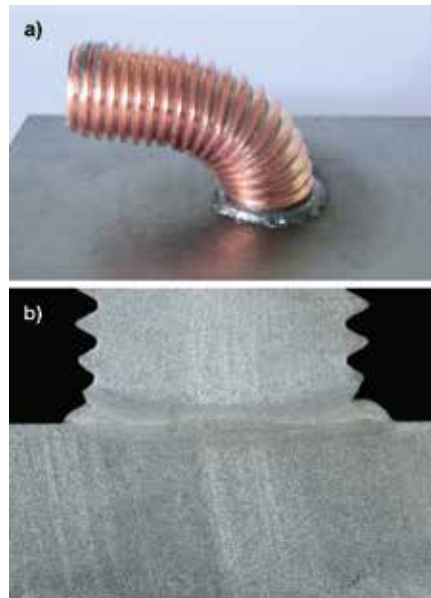


Bild 8 • Ansicht und Einbrandform einer SRM-Schweißverbindung mit einem Bolzen M16 x 60 an einem Blech aus S355 (Stromstärke 1170 A, Schweißzeit 220 ms, Abhub 2,8 mm, Eintauchtiefe 0,6 mm, SRM-Feld 1100 mA, Schweißenergie 6,0 kJ, Schutzgas M21 – ArC – 18); a) Ansicht: Biegewinkel über 60° als Bedingung erfüllt, b) Querschliff: dünne Schmelzzone, in der Mitte geringfügig stärkere Anschmelzung durch den Einfluss des Schutzgases.

Schweißparametern. Erfolgt dies nicht sorgfältig, ist ein Versagen von SRM-Bolzenschweißungen in der Schweißverbindung nicht auszuschließen.

Ergebnisse für M16-Bolzen

Die Biegeprüfungen wurden bei den untersuchten SRM-Schweißungen mit M16-Bolzen bei Verwendung geeigneter Schweiß- und Randbedingungen problemlos erfüllt. Bild 8 zeigt Ansicht und Schliff einer SRM-Bolzenschweißung an M16-Bolzen aus dem Werkstoff S235, geschweißt mit

Bei einer anderen Testreihe erfolgte der Bruch im Grundwerkstoff des Blechs aufgrund mangelnder Z-Güte. Das Verfahren erfordert eine gute Oberflächenvorbereitung und gute Abstimmung von Schutzgas und

www.soyer.de

Wo?

INNOVATIVE
Schweißelemente

Im SOYER® 24^h-Online Shop

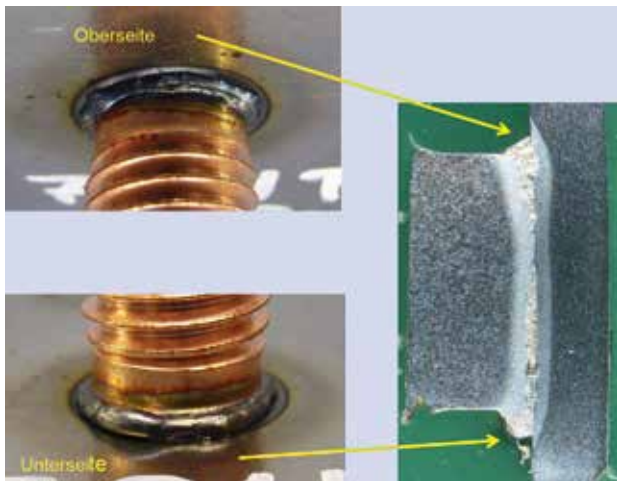


Bild 9 • SRM-Bolzenschweißen an senkrechter Wand (Schweißposition PC) unter Schutzgas M21 – ArC – 18 mit Magnetfeld-Zusatzvorrichtung (Bolzen M12, Bolzenwerkstoff S235, Blechwerkstoff S355; Stromstärke 900 A, Schweißzeit 170 ms, Abhub 2,0 mm, Eintauchtiefe 0,5 mm, Schutzgas M21 – ArC – 18).

derung bei größeren Durchmessern als 12 mm bietet.

Hohe Prozesssicherheit auch in Zwangspositionen

Ein besonderer Vorteil der SRM-Technik zeigt sich beim Bolzenschweißen in Zwangspositionen, vor allem an einer senkrechten Wand (Schweißposition PC). Bild 9 zeigt eine solche SRM-Bolzenschweißverbindung eines M12-Bolzens unter Schutzgas M21 – ArC – 18 mit Magnetfeld-Zusatzvorrichtung, ausgeführt an artgleichem unlegierten Stahlblech. Vergleicht man Oberseite und Unterseite der Schweißung, stellt man eine ähnliche und vollständige Wulstausbildung fest. Im Schlibbild ist kaum ein Einfluss der Schweißposition PC im Vergleich zu PA (Blech horizontal) erkennbar.

In Bild 10 sind SRM-Bolzenschweißverbindungen mit M16-Bolzen dargestellt, die in Zwangsposition PC (an senkrechter Wand) unter Schutzgas M21 – ArC – 18 geschweißt wurden. Bei der Schweißverbindung in Bild 10a bewirkt SRM eine vollständige Wulstbildung auch an der Oberseite der Schweißung. Die Biegeprüfung ist erfüllt. Dagegen zeigt die Schweißverbindung in Bild 10b, ausgeführt ohne SRM-Magnetfeld mit ansonsten gleichen Schweißparametern, an der Oberseite eine unvollständige Wulstbildung. Die Biegeprüfung ist bei dieser Schweißung nicht erfüllt. An der Bruchlage in der Schweißzone sind Unterschneidungen an der Oberseite erkennbar.

Der SRM-Schweißprozess zeichnet sich durch eine gute Wiederholbarkeit der Schweißergebnisse aus, was vor allem in der geringen Blaswirkung begründet ist. Dies konnte durch Versuche mit teilweise einseitigem Masseanschluss bestätigt werden. Das SRM-Bolzenschweißen kann somit hinsichtlich der Prozesssicherheit mindestens auf gleichem Niveau wie die etablierten Bolzenschweißverfahren eingesetzt werden. Erste Anwender aus dem Fahrzeugbau bestätigen die hervorragende Prozesssicherheit dieser Technik.

Ständig weiterentwickelte Technik

Das SRM-Schweißverfahren erfüllt bei guter Wiederholbarkeit für M12- und M16-Stahlbolzen aus unlegierten und legierten Werkstoffen mit Bolzenschweißeignung die Annahmebedingungen von DIN EN ISO 14555 auch bei umfassenden Quali-

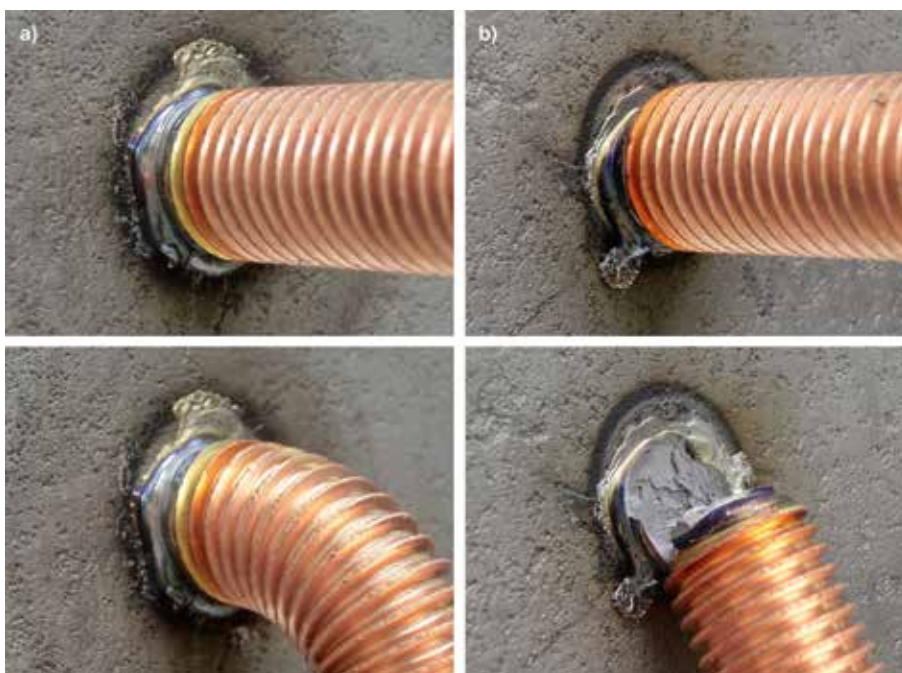


Bild 10 • Ansichten von SRM-Bolzenschweißverbindungen mit M16-Bolzen aus S235 an einem Blech aus S355 an senkrechter Wand (Schweißposition PC) unter Schutzgas M21 – ArC – 18 vor und nach der Biegeprüfung (Stromstärke 1380 A, Schweißzeit 200 ms, Abhub 2,7 mm, Schutzgas M20 – ArC – 10); a) mit SRM-Technik: gleichmäßigere Wulstbildung an Ober- und Unterseite des Bolzens, Biegeprüfung mit Biegewinkel über 60° erfüllt; b) ohne SRM-Technik: Wulstbildung an der Oberseite unvollständig, Bruchlage teilweise in Schweißzone mit erkennbarer Unterschneidung an der Oberseite. (Bilder: Soyer (1b, 2, 3), SLV München)

einer Schweißenergie von 6,0 kJ. Hinsichtlich Aussehen und Einbrandform ähnelt das Schweißergebnis den bisherigen Erfahrungen mit M12-Bolzen. Die Schweißzeiten müssen nicht länger gewählt werden als bei dem kleineren Durchmesser. Zum Sicherstellen einer ausreichenden Anschmelzung wird lediglich die Stromstärke von etwa 900 A auf etwa 1200 A sowie der Spulenstrom der größeren SRM-Vorrichtung gemäß Bild 3b auf 1,1 A erhöht. Bei einer vergleichend ausgeführten Keramikring-Bolzenschweißung kommt bei diesem Durchmesser eine Schweißenergie von etwa 18 kJ zum Einsatz.

Durch den reduzierten und gleichmäßigen Einbrand ergibt sich ein deutlich geringerer Verzug des Bauteils. Der gleichmäßige Einbrand kann im Hinblick auf die Blaswirkung zum Beispiel auch bei einseitigem Masseanschluss erreicht werden. Bei statischen Zugprüfungen erfolgt der Bruch bei unter den Schutzgasen Argon und Ar + 18% CO₂ gefertigten M16-Bolzenschweißungen im Bolzengrundwerkstoff bei Bruchspannungen von etwa 560 N/mm². Anhand der Ergebnisse für M16-Bolzen kann festgestellt werden, dass das SRM-Bolzenschweißen auch Potenzial zur wirtschaftlichen Anwen-

tätsanforderungen. Dies konnte mit entsprechenden Biege- und Zugprüfungen sowie anhand von metallografischen Untersuchungen nachgewiesen werden.

Die SRM-Bolzenschweißverbindungen sind aufgrund des Niedrigenergiekonzepts durch eine sehr gleichmäßige Wulst- und Einbrandform gekennzeichnet. Das dabei genutzte radialsymmetrische Magnetfeld schützt wirkungsvoll den Lichtbogen vor Blaswirkung auch beim Schweißen in Zwangspositionen. Die Schutzgase Reinarгон und Argon mit bis zu 18% CO₂-Anteil sind für das Bolzenschweißen mit dem SRM-Verfahren bis M16 (unlegierter Stahl) geeignet. Das SRM-Verfahren erfordert eine wirksame Magnetfeld-Schutzgasvorrichtung sowie eine sorgfältige Abstimmung der Schweißparameter mit den Randbedingungen.

Die gerätetechnische Erweiterung ist in vielen Fällen auch bei vorhandenen Schweißinvertern möglich. Bei den Schweißpistolen bzw. Schweißköpfen erfolgt das Anbringen der benötigten Schutzgas-Feldformer-Einheit problemlos an den vorhandenen Stützeinrichtungen.

Die bereits mehrfach prämierte SRM-Technik als Innovation des Bolzenschweißens wird ständig weiterentwickelt. Neben dem Potenzial zum Schweißen größerer Bolzendurchmesser sind derzeit Fragen zur Belastungsfähigkeit unter Ermüdungsbeanspruchung bei zyklischer Lasteinwirkung und somit zur Schwingfestigkeit im Fokus der Forschung.

H. Cramer, A. Jenicek,
M. Müller, München, G. Forster,
K. Hartz-Behrend, J. Schein, Neubiberg,
und H. Soyer, Wörthsee-Etterschlag

INFO

Ein Teil der in dem Beitrag geschilderten Ergebnisse wurde im Rahmen einer aktuellen Forschungs- und Entwicklungsarbeit zum SRM-Bolzenschweißen ermittelt, die durch die Bayerische Forschungsförderung, München, gefördert wird.

Literatur

- [1] Cramer, H., u. A. Jenicek: Hubzündungsbolzenschweißen – neues Verfahren reduziert Fehler. Metallbau 16 (2005), H. 9, S. 40/43.
- [2] N. N.: Schweißen zylindrischer Hohlkörper auf ungelochte und gelochte Bleche mittels magnetisch bewegtem Lichtbogen. Forschungsbericht Nr. 5105/2000. SLV München 2000.
- [3] N. N.: Lichtbogenschweißen von zylindrischen Hohlkörpern (Buchsen, Muttern, etc.) mit magnetisch bewegtem Lichtbogen an Aluminiumwerkstoffen. Forschungsbericht Nr. 5124/2003, AiF-Projekt Nr. 12.753. SLV München 2003.

WIR geben Ihnen
SICHERHEIT!

MADE
IN
GERMANY



SOYER-Produkte besitzen den zertifizierten Herkunftsnachweis "Made in Germany" durch die unabhängige externe Prüfstelle TÜV NORD CERT.

- ✓ **Nachweislich 100% in Deutschland gefertigt**
- ✓ **Höchste Qualitäts- und Sicherheitsansprüche**
- ✓ **Produktionsstandort Deutschland wird gestärkt**
- ✓ **Kurze Lieferzeiten gewährleistet**
- ✓ **Beitrag zum Umweltschutz, da keine langen Transportwege**



DER SRM EFFEKT

(Patent-Nr.: 10 2004 051 389)

**Kein Bohren,
Kleben und
Nieten mehr!**

SRM-Beratungsaktion

Fragen Sie unsere Experten.
Wir kommen persönlich zu Ihnen!

*Wir garantieren
den SRM-Effekt!*

**Rufen Sie uns an
+49 (0) 8153-8850**

