

Inhalt:

- 1 Geltungsbereich
- 2 Zweck
- 3 Einleitung
- 4 Generelle Anforderungen an die Lichtbogen-Schweißstromquellen
- 5 Vorschubgeschwindigkeit der Drahtelektrode
 - 5.1 Delta (Δ -)U-Regelung
 - 5.2 Delta (Δ -)I-Regelung
- 6 Der gesteuerte Tropfenübergang
 - 6.1 UU-Modulation
 - 6.2 UI-Modulation
 - 6.3 II-Modulation
- 7 Beschreibung der Einstellgrößen für das MSG-Impuls-schweißen
 - 7.1 Einstellgröße „Impuls- bzw. Pulsstrom“
 - 7.2 Einstellgröße „Impuls- bzw. Pulsfrequenz“
 - 7.3 Einstellgröße „Grundstrom“
 - 7.4 Einstellgröße „Drahtvorschubgeschwindigkeit“
 - 7.5 Einsteller für den Durchgriff der Reglergrößen bei der II-Modulation
- 8 Regelparametergrößen und deren Auswirkungen
 - 8.1 Regelparameter „Impuls- bzw. Pulsspannung“ (bei UI-Modulation)
 - 8.2 Regelparameter „Statische Neigung“ (bei UI-Modulation)
 - 8.3 Regelparameter „Grundstrom“ (bei UI-Modulation)
 - 8.4 Regelparameter „Drahtvorschubgeschwindigkeit“
 - 8.5 Regelparameter „Schweißstromanstiegsgeschwindigkeit TAU-AN“
 - 8.6 Regelparameter „Schweißstromabfallgeschwindigkeit TAU-AB“
 - 8.7 Regelparameter „Schweißdynamik V-DYN“
 - 8.8 Regelparameter „Impuls- bzw. Pulszeit“
 - 8.9 Regelparameter „Impuls- bzw. Pulsfrequenz“
- 9 Modifizierte Impulslichtbögen
 - 9.1 Der gepulste Kurzlichtbogen
 - 9.2 MSG-AC-Schweißen
- 10 Die kombinierten Modulationsarten
 - 10.1 Modulationsart „Kurzlichtbogen/Impulslichtbogen“
 - 10.2 Modulationsart „Impulslichtbogen/Impulslichtbogen“
 - 10.3 Die kombinierte Modulationsart „Impulslichtbogen/Sprühlichtbogen“
- 11 Zusammenfassung
- 12 Schrifttum

1 Geltungsbereich

Dieses Merkblatt gilt für das MSG-Schweißen von metallischen Werkstoffen.

Aufgrund seiner hohen Schweißgeschwindigkeit und Abschmelzleistung hat sich das MIG/MAG-(MSG-)Schweißen gegenüber anderen Lichtbogenprozessen in der Industrie und im Handwerk durchgesetzt.

Mit der Entwicklung der aktuellen Generation vollelektronischer digitaler Schweißgeräte und Schweißanlagentechnik mit den

dazu passenden modernen Regelungstechniken ist eine neue Epoche bei den vollelektronischen Schweißstromquellen für das Lichtbogenschweißen eingeleitet worden. Durch die Einführung der vollelektronischen digitalen Schweißgeräte und Schweißanlagen-technik konnte vielen Anwendern gezeigt werden, mit welcher Flexibilität neue Schweißaufgaben mit hohen Anforderungen bei den Feinblechschweißungen angegangen und in kürzester Zeit gelöst werden konnten. Mit entsprechenden Einstellungen können die Schweißgeräte auch für das Lichtbogenlöten eingesetzt werden.

2 Zweck

Das Merkblatt gibt einen Überblick über alle typischen Merkmale des MSG-Schweißens und deren Verfahrensvarianten hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit für die schweißtechnische Verarbeitung metallischer Werkstoffe.

Es ist insbesondere gedacht für den Bereich der Fertigung sowie der Aus- und Weiterbildung.

3 Einleitung

Die stetig steigende Anforderungen an Grund- und Zusatzwerkstoffe sowie an die Fügetechnologie gehen einher mit der Stromquellenentwicklung für das MIG/MAG-(MSG-)Schweißen.

Die Weiterentwicklung in der Gerätetechnik wird hauptsächlich durch den enormen Fortschritt der Elektronik und den Erkenntnissen der Lichtbogenphysik getragen. So stehen heute moderne Stromquellen zur Verfügung, die aufgrund ihrer digitalen Signalverarbeitung eine präzise Regelung mit einem sehr umfassenden Bedienungsmenü sowie ein verbessertes Zünd- und Schweißverhalten ermöglichen. Gleichzeitig wurden die komplexen Parametereinstellungen, z. B. bei der Anwendung des Impulslichtbogens, durch sehr vereinfachte Bedienungskonzepte den Bedürfnissen der Schweißer angepasst.

4 Generelle Anforderungen an Lichtbogen-Schweißstromquellen

Die MIG/MAG-(MSG-)Schweißprozesse zeichnen sich durch einen Materialtransport einer zugeführten Drahtelektrode aus, die gleichzeitig an ihrem Ende den Ansatzpunkt für einen Lichtbogen liefert. Die passenden Schweißstromquellen müssen verschiedene Anforderungen erfüllen, damit eine einwandfreie Lichtbogen-Schweißung ermöglicht wird. Hierzu zählen: Gute Plasma-Stabilität, Reaktion auf die Tropfenablösung und Kurzschlüsse während des Zündens und des Materialtransports im Lichtbogen sowie die richtige Reaktion auf mögliche Abstandsänderungen der Drahtelektrode zum Schmelzbad.

Diesen Anforderungen sind verschiedenen Zeitbereiche zugeordnet, in denen sich die Schweißstromquelle entsprechend verhalten muss (Bild 1).

Diese Veröffentlichung wurde von einer Gruppe erfahrener Fachleute in ehrenamtlicher Gemeinschaftsarbeit erstellt und wird als eine wichtige Erkenntnisquelle zur Beachtung empfohlen. Der Anwender muss jeweils prüfen, wie weit der Inhalt auf seinen speziellen Fall anwendbar und ob die ihm vorliegende Fassung noch gültig ist. Eine Haftung des DVS und derjenigen, die an der Ausarbeitung beteiligt waren, ist ausgeschlossen.

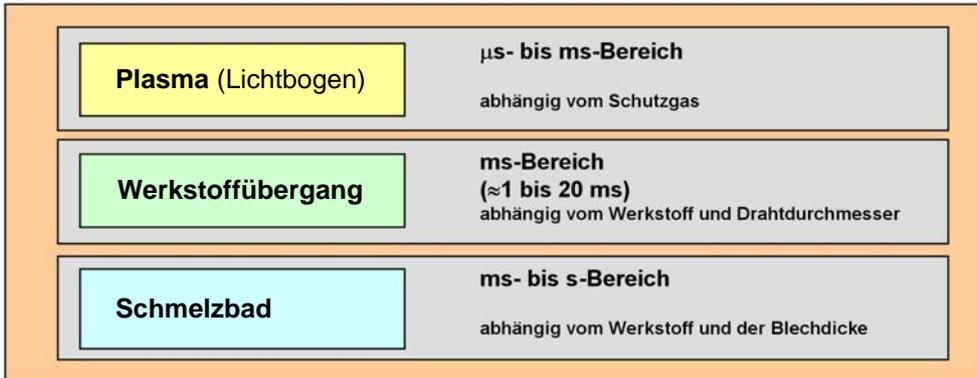


Bild 1. Anforderungen eines Schweißprozesses an Lichtbogen-Schweißstromquellen.

Die elektrische Charakteristik einer Schweißstromquelle muss innerhalb dieser zugeordneten Zeitbereiche unterschiedlich sein. So stellt zum Beispiel das Lichtbogenplasma in Zeitbereichen <1 ms den Anspruch, dass die Stromquelle in diesem Zeitbereich Konstantstromverhalten aufweist, während sie in Zeitbereichen >0,1 s Konstantspannungscharakteristik besitzen muss, um bei den MIG/MAG-(MSG-)Schweißprozessen die sogenannte „innere Regelung“ (Lichtbogenlängenregelung) herbeiführen zu können (Bild 2).

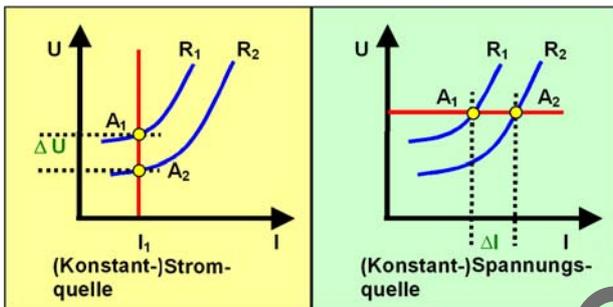


Bild 2. Darstellung der Stabilitätsanforderungen im Strom-/Spannungsdiagramm.

Im Bereich von 1 ms bis 0,1 s muss ein Übergangverhalten vorliegen, dass die Tropfenablösung bei einem Kurzlichtbogen- oder Puls-Schweißprozess ermöglicht. Dieses wird bei konventionellen Schweißstromquellen mit einer Schweißdrossel im Schweißstromkreis hergestellt.

5 Vorschubgeschwindigkeit der Drahtelektrode

Die Drahtelektrode muss bei den MIG/MAG-(MSG-)Schweißprozessen kontinuierlich in Richtung zum Schmelzbad vorgeschoben werden, damit ein stabiler Schweißprozess entsteht. Die Drahtvorschubgeschwindigkeit muss sehr fein einstellbar sein. Sie ist eine der bestimmenden Größen für einen ruhigen und stabilen Lichtbogen.

Bei den neuzeitigen Drahtvorschubsystemen wird die Drahtvorschubgeschwindigkeit über eine Drehzahlregelung mit einer Istwert-Rückführung mithilfe eines Transchogenerators oder Encoders konstant gehalten. Dieses ist besonders bei kleinen Schweißleistungen und für den Aufbau von Synergiekennlinien für den Einknopfbetrieb notwendig. Gleichzeitig wird die Reproduzierbarkeit gewährleistet.

Besonders kritisch hinsichtlich der Prozessstabilität sind kurzzeitige Schwankungen der Drahtvorschubgeschwindigkeit. Ein derartiges „Stottern“ der Drahtelektrode kann verschiedene Auslöser haben. Oftmals handelt es sich um vermeidbare Reibwiderstände in der Drahtführung, z. B. durch Ablagerungen in der Seele, durch Knick- oder scharfe Bögen oder um eine verbrauchte Stromdüse.

Ferner spielen Form und Beschaffenheit der Drahttransportrollen eine entscheidende Rolle sowie die Wirksamkeit und Einstellung der Bremsvorrichtung des Drahtspulnhalters und die Art der Spulung.

Eine ungleichförmige Drahtvorschubgeschwindigkeit der Drahtelektrode ist eine der häufigsten Ursachen von Fehlern beim MIG/MAG-(MSG-)Schweißen.

Es werden für das MIG/MAG-Schweißen zwei Regelverfahren zur Konstanthaltung einer vorgegebenen Lichtbogenlänge eingesetzt. Es sind die Delta-(Δ-)U-Regelung mit einem Ausgleich über das Drahtvorschubsystem und die Delta-(Δ-)I-Regelung mit dem Ausgleich über die Schweißstromquelle.

5.1 Δ-U-Regelung

Die Δ-U-Regelung (auch unter der Bezeichnung äußere Regelung bekannt) wird in der Regel zum Verschweißen von Schweißnähten oder -bändern mit größeren Querschnitten eingesetzt. Es werden Schweißstromquellen mit fallender Kennlinie (Konstantstromcharakteristik) eingesetzt.

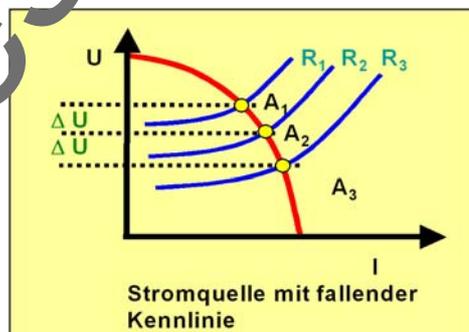


Bild 3. Darstellung der Δ-U-Regelung im Strom-/Spannungsdiagramm.

Die Drahtvorschubgeschwindigkeit für die abschmelzende Drahtelektrode wird in Abhängigkeit der Lichtbogenlänge geregelt, vorausgesetzt der Lichtbogen steht und es hat sich der Arbeitspunkt A₂ eingestellt (siehe Bild 3). Tritt z. B. eine Änderung der Lichtbogenlänge ein, dann ergeben sich durch den fallenden Verlauf der Ausgangskennlinie der Schweißstromquelle entsprechende Schweißspannungsänderungen in der Größe von Δ-U. Diese Änderungen bewirken im Drahtvorschubsystem Änderungen der Drahtvorschubgeschwindigkeit.

Dabei bewirkt eine Verlängerung des Lichtbogens eine Arbeitspunktverschiebung von A₂ zum Arbeitspunkt A₁, die mit einer Spannungserhöhung um +Δ-U begleitet ist, und die Drahtvorschubgeschwindigkeit wird vergrößert. Nach relativ kurzer Zeit stellt sich die ursprüngliche Lichtbogenlänge mit dem Arbeitspunkt A₂ wieder ein.

Bei einer Verkürzung des Lichtbogens verschiebt sich der Arbeitspunkt A₂ auf den Arbeitspunkt A₃ und es tritt eine Span-