

MIG-Schweißen von Aluminium

Gliederung

- Einleitung (HI10480105)
 - Ziele dieses Beitrags (HI10480106)
 - Bedeutung von MIG-Schweißen in der Aluminiumverarbeitung (HI10480107)
- Welche Eigenschaften von Aluminium beeinflussen den MIG-Lichtbogen? (HI10480108)
 - Physikalische Eigenschaften (HI10480109)
 - Werkstofftechnische Eigenschaften (HI10480110)
 - Beeinflussung der Bauteilgeometrie (HI10480111)
 - Chemische Eigenschaften (HI10480112)
 - Kontaktkorrosion durch Fremdmetalle (HI10480113)
 - Oxidhaut beim MIG-Schweißen von Aluminium (HI10480114)
 - Veränderungen der Oxidhaut in der Verarbeitung (HI10480115)
 - Oberfläche und Lichtbogenstabilität beim MIG-Schweißen (HI10480116)
 - MIG-Schweißen von Al-Werkstoffen und Poren in der Schweißnaht (HI10480117)
 - Schutzgase beim MIG-Schweißen von Al-Werkstoffen (HI10480118)
 - Anforderung an die Schutzgasströmung (HI10480119)
 - Lichtbogenstabilität (HI10480120)
 - Sauberkeit von Aluminium beim Schweißen (HI10480121)
 - Oberfläche in einer Serienfertigung (HI10480122)
 - Einfluss der Wärmeleitung von Aluminium auf den Schweißprozess (HI10480123)
 - Einfluss der elektrischen Leitfähigkeit von Aluminium auf den Schweißprozess (HI10480124)
- Anforderungen an die Lichtbogenschweißprozesse (HI10480125)
 - Zünden des MIG-Lichtbogens (HI10480126)
 - Manuelle Vorbereitung des Drahtendes zum Zünden (HI10480127)
 - Zünden mit erhöhtem Zündstrom (HI10480128)
 - Zünden durch Reversieren der Drahtelektrode (HI10480129)
 - MIG-Schweißen von Al-Werkstoffen (HI10480130)
 - Wärmeableitung von Al-Werkstoffen – Wärmeführung durch den Lichtbogen (HI10480131)
 - Einfluss der Wandstärke des Bauteils (HI10480132)
 - Kontrolle der Wärmeeinbringung (HI10480133)
 - Füllen des Endkraters (HI10480134)
 - Endkraterstrategien (HI10480135)
 - Vorgänge im Lichtbogen (HI10480136)
- Standard-MIG-Schweißprozesse (HI10480137)
 - Standard-MIG-Prozesse (HI10480138)
 - Kurzlichtbogen KLB (HI10480139)
 - Sprühlichtbogen SLB (HI10480140)
 - Übergangslichtbogen ÜLB (HI10480141)
 - Lichtbogenparameter (HI10480142)
 - Zusammenfassung der Standard-MIG-Lichtbögen (HI10480143)
- Impuls-MIG-Prozess (HI10480144)
 - Prozessparameter (HI10480145)
 - Grundstromphase (HI10480146)
 - Impulsphase (HI10480147)

- Parameter beim Impulslichtbogen (HI10480148)
 - Impulsstrom, Impulszeit und Stromanstieg (HI10480149)
 - Grundstrom (HI10480150)
 - Leistungsparameter (HI10480151)
- Lichtbogenlängenregelung durch UI- oder II-Modulation (HI10480152)
 - Innere Regelung – Lichtbogenlängenregelung beim UI-modulierten Lichtbogen (HI10480153)
 - Äußere Regelung – Lichtbogenlängenregelung beim II-modulierten Lichtbogen (HI10480154)
 - Äußere Lichtbogenlängenregelung mithilfe von CMT-Zyklen (HI10480155)
 - Lichtbogenlängenregelung bei modernen Stromquellen (HI10480156)
- Anwendung des MIG-Impulslichtbogens (HI10480157)
 - Eigenschaften des MIG-Impulslichtbogens im Vergleich zu Standard-MIG-Lichtbögen (HI10480158)
- MIG-Lichtbögen – überlagert mit niederfrequenten Pulsen (HI10480159)
 - MIG-Varianten mit niederfrequenten überlagerten Pulsen (HI10480160)
 - Grenzen der niederfrequenten Überlagerung (HI10480161)
 - Anwendungen des MIG-Lichtbogens mit überlagerten Pulsen (HI10480162)
- MIG-Lichtbögen mit reduzierter Wärmeeinbringung (HI10480163)
 - CMT-Lichtbogen (HI10480164)
 - Vorgänge im CMT-Lichtbogen (HI10480165)
 - AC-MIG-Lichtbogen (HI10480166)
 - Umpolung der Schweißspannung (HI10480167)
 - Einfluss der Negativphase (HI10480168)
- Auswirkung und Anwendung von MIG-Lichtbögen mit reduzierter Wärmeeinbringung (HI10480169)
 - Qualitätsverbesserung durch AC- oder CMT-MIG-Lichtbögen (HI10480170)
 - „Kalte“ Lichtbögen für dünnwandige Bauteile (HI10480171)
 - Lichtbogenlängenregelung bei AC- und CMT-Lichtbogen (HI10480172)
 - Manuelles, vollmechanisiertes und automatisiertes Schweißen mit AC- und CMT-Prozess (HI10480173)
- Hochleistungsprozesse zum MIG-Schweißen (HI10480174)
 - MIG-Zweidrahtschweißen (HI10480175)
 - MIG-Doppeldrahtschweißen (HI10480176)
 - MIG-Tandemschweißen (HI10480177)
 - Synchronisation bei der Verwendung von Impulslichtbögen (HI10480178)
 - Einstellstrategie für den Tandemprozess (HI10480179)
 - Mögliche Kombinationen verschiedener MIG-Lichtbogenarten (HI10480180)
 - Brenner zum MIG-Tandemschweißen (HI10480181)
 - Anordnung der Kontaktrohre (HI10480182)
 - Kontaktrohranordnung und Prozessabstand (HI10480183)
 - Prozessabstand beim MIG-Tandemschweißen (HI10480184)
 - Brenneranstellung beim MIG-Tandemschweißen (HI10480185)
 - Prozesskombinationen zum Tandemschweißen (HI10480186)
 - Prozessparameter zum Tandemschweißen (HI10480187)
 - Anwendung des MIG-Tandemschweißens (HI10480188)
 - Nahtanfang und Nahtende (HI10480189)
 - Einfluss auf die Wärmeeinflusszone WEZ (HI10480190)
 - Schweißpositionen (HI10480191)
 - Verzug beim Tandemschweißen (HI10480192)
 - Konstruktive Voraussetzungen zum Tandemschweißen (HI10480193)
 - Spanntechnik und Genauigkeit der Einzelteile (HI10480194)
 - Wartungsaufgaben der Prozesse (HI10480195)
 - Qualitätssicherung (HI10480196)

- Qualifizierung der Bediener zum MIG-Tandemschweißen (HI10480197)
- Laser-MIG-Hybridschweißen (HI10480198)
 - Vorteile des Laser-MIG-Hybridprozesses (HI10480199)
 - Laser zum Schweißen von Al-Werkstoffen (HI10480200)
 - Vergleich von Laser-MIG-Hybrid mit Standard-MIG (HI10480201)
 - Beispiel I-Stoß mit Laser-MIG-Hybrid geschweißt ($t < 6$ mm) (HI10480202)
 - Beispiel Y-Stoß bei dickeren Wandstärken ($t > 6$ mm) (HI10480203)
 - Prozessstabilität des Laser-MIG-Hybridprozesses (HI10480204)
 - Voraussetzungen zum Laser-MIG-Hybridprozess (HI10480205)
 - Laserkopfführung durch den Roboter (HI10480206)
 - Einfluss auf die Wärmeeinflusszone WEZ (HI10480207)
 - Prozessparameter beim Laser-MIG-Hybridschweißen (HI10480208)
 - Nahtanfang und Nahtende (HI10480209)
 - Aufbau einer Laserhybridanlage (HI10480210)
 - Leitung des Laserstrahls über Glasfaser (HI10480211)
 - Ausführung des Laserkopfs (HI10480212)
 - Prozessabstand, Fokulage und Kontaktrohrabstand (HI10480213)
 - Schweißpositionen beim Laser-MIG-Hybridschweißen (HI10480214)
 - Verzug beim Laser-MIG-Hybridschweißen (HI10480215)
 - Konstruktive Voraussetzungen (HI10480216)
 - Spanntechnik und Genauigkeit der Einzelteile (HI10480217)
 - Bevorzugte Anwendung des Laser-MIG-Hybridprozesses (HI10480218)
 - Wartungsaufgaben des Laser-MIG-Hybridprozesses (HI10480219)
 - Qualitätssicherung (HI10480220)
 - Qualifizierung der Bediener zum Laser-MIG-Hybridschweißen (HI10480221)
- Gesundheitsschutz beim Laserschweißen (HI10480222)
- MIG-Dickdrahtschweißen (HI10480223)
 - Voraussetzungen für den MIG-Dickdrahtprozess (HI10480224)
 - Brenner zum MIG-Dickdrahtschweißen (HI10480225)
 - Nahtausführung beim MIG-Dickdrahtschweißen (HI10480226)
 - Anwendung des MIG-Dickdrahtschweißens (HI10480227)
- Mischlichtbogen, am Beispiel CMT Advanced und CMT-Puls Advanced (HI10480228)
 - CMT Advanced (HI10480229)
 - CMT-Puls Advanced (HI10480230)
 - Einfluss der einzelnen Lichtbogenzyklen (HI10480231)
 - Prozessentwicklung beim MIG-Schweißen von Aluminium (HI10490403)
- Planung von schweißtechnischen Fertigungseinrichtungen (HI10480232)
 - Zusatz- und Hilfsstoffe (HI10480233)
 - Planung der Schweißqualität (HI10480234)
 - Genauigkeit der Spanntechnik, z.B. bei vollmechanisierter und automatisierter Fertigung (HI10480235)
 - Reproduzierbarkeit der Fuge (HI10480236)
 - Prozessfähigkeit (HI10480237)
 - Beschaffung neuer MIG-Schweißgeräte (HI10480238)
- Zusammenfassung (HI10480239)
 - Qualifikation der Mitarbeiter (HI10480240)
 - Moderne Stromquellen (HI10480241)
 - Synergiekennlinien (HI10480242)
 - Mehrdraht- und Hybridprozesse (HI10480243)
 - Mischlichtbögen (HI10480244)

Moderne Lichtbögen – modifizierte Standard-MIG-Lichtbögen (HI10480245)

Anhang (HI10480246)

Literaturverzeichnis (HI10480247)

Internet (HI10480248)

Normen (HI10480249)

Schweißprozesse (HI10480250)

Handschweißer, Bediener (HI10480251)

Verfahrensprüfung (HI10480252)

Schweißanweisung WPS (HI10480253)

Schweißqualität (HI10480254)

Schweißzusätze und Schutzgase (HI10480255)

Standard-MIG-Schweißprozesse

Aufrüstung von MSG-Schweißgeräten für Aluminium

Standard-MIG-Prozesse sind Lichtbögen, die auf MSG-Schweißgeräten laufen, die für Aluminium aufrüstet wurden: Antriebsrollen, Drahtführungsseele aus Teflon, Kontaktrohr, Al-Drahtelektrode und Argon als Schutzgas.

HI

Standard-MIG-Prozesse

Als Standard-MIG-Prozesse stehen der Kurzlichtbogen KLB, der Sprühlichtbogen SLB und dazwischen der Übergangslichtbogen ÜLB zur Verfügung, die im Folgenden beschrieben werden.

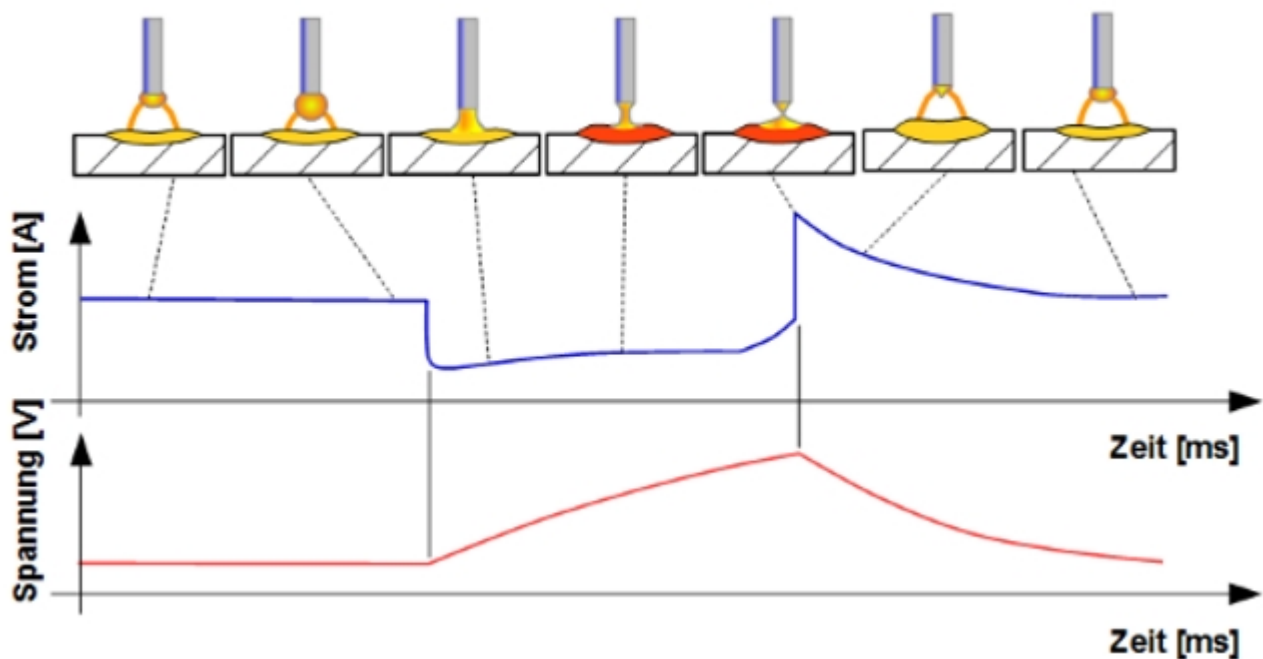
HI

Kurzlichtbogen KLB

Eigenschaften des Kurzlichtbogens

- Der Kurzlichtbogen stellt den unteren Leistungsbereich des MIG-Lichtbogens dar und wird im Stahlbereich für dünne Wandstärken und beim Schweißen unter Zwangslagen genutzt.
- Beim Kurzlichtbogen kontaktiert das angeschmolzene Ende der Drahtelektrode das Schweißbad. Pinch-Kraft und Oberflächenspannung befördern den Tropfen ins Schweißbad und die dabei entstehende Stromspitze löst die Kurzschlussbrücke auf.
- Aufgrund der hohen Stromspitzen in der Kurzschlussphase und bedingt durch die hohe elektrische Leitfähigkeit der Al-Werkstoffe ergibt sich ein hoher Spritzerauswurf.
- Der Kurzlichtbogen eignet sich deshalb nur für dünne Wandstärken im 1-mm-Bereich.

Abb. 4: U-/I-Verlauf beim klassischen Kurzlichtbogen KLB



HI

Sprühlichtbogen SLB

Eigenschaften des Sprühlichtbogens

- Der Sprühlichtbogen stellt bei dem klassischen MIG-Lichtbogen den oberen Leistungsbereich dar. Der Sprühlichtbogen ist ein freibrennender, kurzschlussfreier Lichtbogen. Er stellt sich bei Schweißspannungen über 25 V unter Argon ein.
- Wird beim MIG-Schweißen die kritische Stromstärke überschritten, so wechselt der Werkstofftransfer ins Schweißbad in den feinstropfigen, kurzschlussfreien Sprühlichtbogen, s. Abb. 5.
- Der Sprühlichtbogen ist hinsichtlich Einbrandverhalten, Spritzerbildung und Handhabung sehr gut für Al-Werkstoffe geeignet.
- Der SLB eignet sich für Wandstärken ab 5 mm.

Abb. 5: I-Verlauf beim klassischen Sprühlichtbogen SLB [1]



HI

Übergangslichtbogen ÜLB

Eigenschaften des Übergangslichtbogens

- Der Übergangslichtbogen – auch Mischlichtbogen genannt – befindet sich im Bereich zwischen KLB und SLB des MIG-Lichtbogens. Die Tropfen werden zum Teil im Kurzschluss abgelöst, der Rest geht kurzschlussfrei ins Schweißbad über.
- Aufgrund der extremen Spritzerbildung ist der ÜLB für Aluminium ungeeignet.
- Im Bereich des Übergangslichtbogens wird z.B. mit dem Impulslichtbogen erfolgreich geschweißt.

HI

Lichtbogenparameter

Einflüsse auf den Arbeitspunkt des Lichtbogens

Der Arbeitspunkt des Lichtbogens wird bestimmt durch:

- die Drahtgeschwindigkeit: Bestimmt die Schweißstromstärke und zusammen mit der Schweißgeschwindigkeit das Nahtvolumen bzw. die Nahtdicke.
- die Schweißspannung: Über die Schweißspannung wird die Lichtbogenlänge bestimmt, die die Wärmeeinbringung maßgeblich beeinflusst.
- die Wahl der Drossel (Induktivität): Sie spielt beim SLB als kurzschlussfreiem Lichtbogen eine untergeordnete Rolle.
- die Schweißgeschwindigkeit: Sie bestimmt mit der Drahtgeschwindigkeit den Nahtquerschnitt. Sie hat aber auch einen nicht unerheblichen Einfluss auf die Einbrandtiefe. Wird zu langsam geschweißt, kann ein vorlaufendes Schweißbad zu Bindefehlern führen.

HI

Zusammenfassung der Standard-MIG-Lichtbögen

Eingeschränkte Anwendbarkeit

Die Anwendbarkeit der Standardlichtbögen zu MIG-Schweißen von Al-Werkstoffen ist sehr eingeschränkt. Aus dem gesamten Spektrum der Anforderungen lassen sich die extremen Bereiche, wie z.B. dünne und dünnste, aber auch dicke und extrem dicke Wandstärken, nur unzureichend oder nicht fügen.

