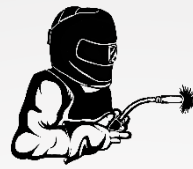




Mit finanzieller Unterstützung
durch das EU-Programm
Erasmus+



MODUL L

Schweißen in Schutzatmosphäre

Methoden zum Schweißen in Schutzatmosphären



Methoden zum Schweißen in Schutzatmosphären

- ▶ Derzeit wird zunehmend in Schutzgasen geschweißt. Diese Verfahren ersetzen das manuelle Schweißen mit beschichteten Elektroden.
- ▶ Sie werden insbesondere zur Mechanisierung und Robotisierung von Schweißarbeiten eingesetzt.
- ▶ Ein weiterer großer Einsatzbereich ist das Schweißen von Aluminium und das Rohrschweißen in Energie- und Chemieanlagen.



Die am häufigsten verwendeten Methoden

- ▶ WIG - Wolfram Inert Gas (Deutsch), WIG - Wolfram Inert Gas.
- ▶ Dies ist Wolframelektrodenschweißen in Inertgas.
 - ▶ MIG - Metall Inertgas. Schweißen durch Schmelzen mit einer Elektrode in einem Inertgas.
 - ▶ MAG - Metall Inertgas. Schweißen durch Schmelzen mit einer Elektrode in einem aktiven Gas.
- ▶ Grundprinzip für das Schweißen in Schutzatmosphären
- ▶ Bei den Schweißverfahren brennt der Lichtbogen im Schutzgas.
- ▶ Schutzgas verhindert den Zugang von Luftsauerstoff und Stickstoff zum Schweißbad, zur Elektrode und zum Zusatzmaterial.
- ▶ Die Schweißtechnologien der Schutzgase unterscheiden sich je nach Schutzgas und Elektrodentyp.



MIG/MAG-Schweißen

- Das MIG / MAG-Schweißen ist die branchenweit führende Materialverbindungstechnologie.
- MAG-Schweißen wird hauptsächlich zum Schweißen von unlegierten und niedriglegierten Stählen, MIG-Schweißen für hochlegierte Stähle und NE-Metalle eingesetzt.
- Die Wärmequelle zum Schweißen ist ein elektrischer Lichtbogen, der zwischen dem Basismaterial und dem Ende der Schmelzelektrode (Draht) in einer Inertgasumgebung (Argon, Helium oder deren Mischung) brennt - die MIG- oder Aktivgasmethode (Kohlendioxid, Argon + Kohlendioxid, Argon +) Kohlendioxid + Sauerstoff) - MAG-Verfahren.



Schweißen von MIG / MAG mit Vollandraht

- Derzeit wird ein sehr breites Spektrum an MIG / MAG-Schweißgeräten hergestellt.
- Schweißgeräte können nur für das MIG / MAG-Schweißen monofunktional oder multifunktional sein und umfassen WIG-Schweißverfahren und handgeschweißtes Elektrodenschweißen. Die wesentlichen MIG / MAG-Schweißgeräte umfassen diese einzelnen Komponenten :
 - Schweißstromquelle mit Steuergerät,
 - Drahtvorschubzuführung,
 - Schweißbrenner,
 - multifunktionales Brennerkabel mit Schnellkupplung,
 - Erdungskabel mit Anschluss,
 - Schutzgasbehälter mit Reduzierventil.

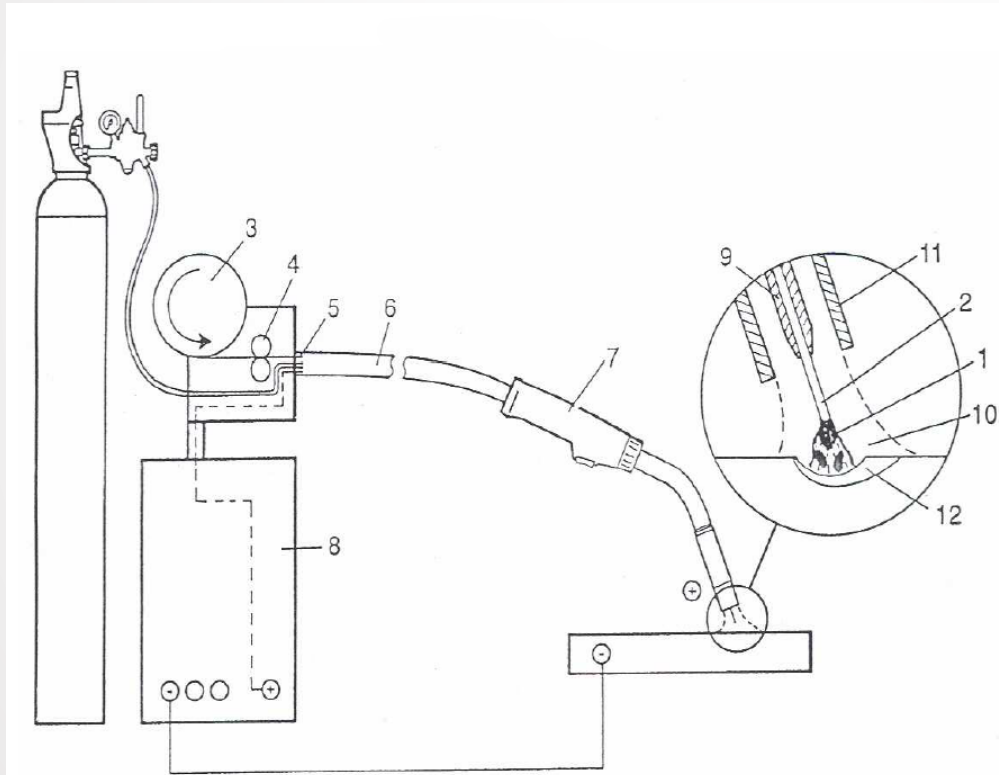


Schweißen von MIG / MAG mit Volldraht

- ▶ Je nach Leistung, Komplexität, Anspruch und Produktionsanforderungen können moderne Hochleistungsgeräte mit diesem zusätzlichen technischen Zubehör ausgestattet werden :
 - ▶ Kühleinheit für die Brennerkühlung und ein Schweißkabel,
 - ▶ Schweißelektrode für Langstreckenschweißen,
 - ▶ Fernsteuerung der Schweißparameter,
 - ▶ Steuereinheit, die mit einem Prozessor zum Steuern und Prüfen der Echtzeit-Schweißparameter, Archivieren von Daten im Speicherblock und Datenbank von Schweißzyklusprogrammen ausgestattet ist,
 - ▶ Rollstuhl,
 - ▶ Ausleger für Taschenlampe und Kabelführung.



Grundschematische Darstellung mit MIG und MAG



AMBROŽ, O. A KOL. *Technologie svařování a zařízení: učební texty pro kurzy svářečských inženýrů a technologů*. Ostrava: ZEROSS, 2001. s. 147.

- 1 – elektrischer Bogen, 2 – Drahtelektrode, 3 – Bohrschale
- 4 – Vorschubrollen, 5 – Schnellwechsler, 6 – Brennerschlauch, 7 – Schweißbrenner, 8 – Schweißstromquelle,
- 9 – Schweißkontakt, 10 – Schutzgas, 11 – Gasdüse, 12 – Schweißschmelze



Ressourcen für das MIG / MAG-Schweißen

- ▶ Beim Standard-MIG / MAG-Schweißen werden Quellen mit Gleichstromausgang verwendet, bei denen der positive Pol der Quelle mit einer Drahtelektrode verbunden ist.
- ▶ Nové metody mohou kombinovat i střídavý charakter proudu.
- ▶ Es werden günstige Gleichrichter in der Klasse verwendet, die meistens Wechselrichter mit verschiedenen Leistungsmerkmalen sind.
- ▶ Die MIG / MAG-Schweißquellen haben eine flache statische Charakteristik mit sogenannter konstanter Spannung und Selbstregelfähigkeit, um eine konstante Lichtbogenlänge aufrechtzuerhalten.

KUBÍČEK, J. DANĚK, L. KANDUS, B. Technologie svařování a zařízení. Učební texty pro kurzy svařovacích inženýrů a technologů. Plzeň: ŠKODA WELDING, s. r. o., 2011. s. 82.



Ressourcen für das MIG / MAG-Schweißen

- ▶ Diese Regelung basiert auf signifikanter Änderung des Stroms mit relativ geringer Änderung der Bogenlänge und damit der Belastung des Lichtbogens.
- ▶ Dieses Prinzip der Bogenlängensteuerung ist nur bei konstantem Drahtvorschub möglich.
- ▶ Bei Änderung der Lichtbogenlänge ändert sich die Spannung und abhängig von der Bewegung des Arbeitspunkts ändert sich der Strom in statische Eigenschaften.
- ▶ Bei einem langen Lichtbogen werden sowohl die Stromstärke als auch die Entladungsgeschwindigkeit der Elektrode verringert, und bei konstanter Drahtvorschubgeschwindigkeit nähert sich der Draht dem Schweißbad und der Lichtbogen verringert ihn.
- ▶ Umgekehrt steigt bei einem kurzen Lichtbogen und einem Spannungsabfall die Stromstärke an und das Schmelzen ist schneller.
- ▶ Die Länge des Lichtbogens nimmt zu und oszilliert im realen Schweißprozess um den eingestellten Wert "Gleichgewicht".



Arten von Ressourcen

- ▶ Kompakte Quellen mit integriertem Drahtvorschubgerät in einem gemeinsamen Schrank mit einer Quelle. Diese Anordnung ist bei niedrigen bis mittleren Stromquellen (bis etwa 250 A - 300 A) üblich, wenn der Brenner mit einem strömenden Gas gekühlt wird.
- ▶ Leistungsstarke Einheiten mit einer Kühleinheit in einem gemeinsamen Schrank mit einer Quelle und einer separaten Zuführung. Sie haben eine Leistung von etwa 500 A.



Arten von Ressourcen

- ▶ Ein modularer Aufbau hat den Vorteil, dass einzelne Komponenten leicht zugänglich sind und relativ einfach ausgeführt werden können.
- ▶ Die Baugruppe besteht aus einer Stromquelle - heute meistens Wechselrichter, Drahtvorschubgeräte und Kühlaggregate für effizientere Stromquellen.
- ▶ Für einige Gerätetypen gibt es noch ein separates Steuersystem oder eine mechanische Filtereinheit mit einem mechanischen Filter.
- ▶ Die gesamte Baugruppe wird normalerweise von einem Rollstuhl mit einer Gasflaschenkonsole getragen.



Drahtvorschubgeräte

- ▶ Beim Schweißen von MIG / MAG ist das Additiv ein Draht, der kontinuierlich mittels einer Zuführung in den Brenner geführt wird.
- ▶ Die Funktion des Drahtvorschubgeräts besteht in der gleichmäßigen Zuführung des Drahts. Zur ordnungsgemäßen Funktion des Drahts darf der Draht weder in seiner Form noch an der Oberfläche beschädigt und verformt werden.
- ▶ Diese Funktion wird durch einen zweiadrigen, vieradrigen oder nicht drehbaren Drahtvorschubmechanismus gewährleistet.
- ▶ Vorschubrollen können je nach Art des gelieferten Drahtes unterschiedliche Nuten aufweisen.



Schweißquelle für MAG-Schweißen





Schweißbrenner

- MIG / MAG-Schweißbrenner sorgen für die Drahtzufuhr zur Schweißstelle, deren Stromversorgung und laminare Strömung des Schutzgases um den zusätzlichen Draht.
- Bei niedrigen Eingängen werden Brenner durch Schutzgas gekühlt und bei höheren Leistungen von 150 A erzwungener Kühlmittelfluss durch einen geschlossenen Kühlkreislauf.
- Grundsätzlich sind die Brenner in eine Maschine mit einem zylindrischen Klemmteil und einem mit einem Handgriff gehaltenen Gerät zur ortsfesten Führung des Brenners durch ein Schweißgerät aufgeteilt.
- Alle Brenner sind mit einem Formrohr ausgestattet, an dessen Ende sich ein Kontaktdraht befindet, um den Draht durch den Strom, den Auslass des Schutzgasrohrs und die Gasdüse zuzuführen.

KUBÍČEK, J. DANĚK, L. KANDUS, B. Technologie svařování a zařízení. Učební texty pro kurzy svařovacích inženýrů a technologů. Plzeň: ŠKODA WELDING, s. r. o., 2011. s. 82.



Schweißbrenner

- Der Kontaktstrahl ist der austauschbare Teil des Brenners, dessen Funktion die gleichmäßige Versorgung der Drahtelektrode durch den Schweißstrom ist.
- Aufgrund der guten elektrischen Leitfähigkeit wird es aus einer Kupferlegierung hergestellt, wobei die Legierung mit Chrom oder Zirkonium legiert wird, um die Verschleißfestigkeit zu erhöhen.



Schweißbrenner

- Die Drahtführungsöffnung an der neuen Spitze ist 0,2 mm dicker als der Drahtdurchmesser.
- Übermäßiger Verschleiß ist die Ursache für Unregelmäßigkeiten in der Stromversorgung und Durchbiegung der Drahtführung in der Schweißfase, was bei mechanisierten und robotischen Schweißsystemen nicht akzeptabel ist.
- Neue Federspikes (Contec) mit konstanten Leistungsbedingungen sind jetzt auf dem Markt erhältlich und bieten eine wesentlich längere Lebensdauer.
- Die Gasdüse lenkt den Gasstrom um den Lichtbogen und das Schweißgut und besteht aus galvanisch chromatiertem Kupfer, um das Anhaften von Tröpfchen zu verhindern.

KUBÍČEK, J. DANĚK, L. KANDUS, B. Technologie svařování a zařízení. Učební texty pro kurzy svařovacích inženýrů a technologů. Plzeň: ŠKODA WELDING, s. r. o., 2011. s. 82.



Schweißbrenner

- ▶ Die Auslösung des Schweißstroms wird durch einen Schalter am Griff gesteuert, und einige moderne Quellen haben auch eine stufenlose Steuerung der Intensität des Schweißstroms am Griff mittels eines Potentiometers oder eines Tasters.



Der Schweißvorgang wird durch das Einschalten des Brenners gesteuert

- Die Schweißprozesssteuerung ist in die Quelle eingebettet und wird durch einen Schalter am Schweißbrenner gesteuert.
- Diese Kontrollmethoden werden zum Schweißen verwendet :
 - Zweitaktmodus
 - Viertaktmodus



Zweitaktmodus

- ▶ Wenn der Schalter gedrückt wird, wird der Schweißstrom eingeschaltet, der Drahtvorschub ist ebenfalls aktiv. Der Schweißvorgang wird immer ausgeführt, wenn der Schalter eingeschaltet ist.
- ▶ Der Zweitaktmodus wird insbesondere für das Verbinden von Teilen verwendet, kann auch für kurze Schweißnähte verwendet werden und eignet sich auch für das automatische Schweißen von Schweißrobotern.



Viertaktmodus

- Geeignet für lange Schweißnähte und programmgesteuerte Stromregelung mit modernen Quellen.
- Im Viertaktmodus wird zuerst das Schutzgas aufgebracht, dann werden der Drahtvorschub und der Schweißstrom eingeschaltet.
- Dies sind zwei Uhren, die dritte Uhr schaltet den Draht aus und der Strom und der vierte Takt ist vom Schutzgas getrennt.
- Der spezielle Viertaktmodus verwendet die aktuelle Energieverwaltung und ermöglicht es Ihnen, die aktuelle Intensitätsstufe gemäß dem eingestellten Programm zu ändern, indem Sie den Schalter gedrückt halten.



Ausrüstung für Schweißquellen für das MIG- und MAG-Schweißen

- Moderne Stromquellen für das MIG / MAG-Schweißen verfügen heute über eine Reihe fortschrittlicher Funktionen für eine bessere Schweißqualität.
- Dank der Entwicklung von Hochleistungselektronik können wir alle Schweißparameter in Echtzeit steuern, überwachen und steuern.
- Übliche Quellen sind ein Warmstart, um den Beginn des Schweißens von Materialien mit hoher Wärmeleitfähigkeit zu gewährleisten, eine Datenbank mit Schweißprogrammen für die überwiegende Mehrheit der Zusatzstoffe und eine synergetische Steuerung des Schweißprozesses.
- Mit der Synergic-Steuerung, einem Parameter, der manuell eingestellt wird - Materialstärke, Vorschubgeschwindigkeit oder Vorschubgeschwindigkeit usw., werden alle anderen Schweißparameter gesteuert.

KUBÍČEK, J. DANĚK, L. KANDUS, B. Technologie svařování a zařízení. Učební texty pro kurzy svařovacích inženýrů a technologů. Plzeň: ŠKODA WELDING, s. r. o., 2011. s. 83.



Andere Funktionen können wir mit aktuellen Quellen treffen

- ▶ Der kontrollierte Zündzyklus für MIG / MAG ermöglicht eine sehr leise Zündung des Lichtbogens an einem genau definierten Schweißpunkt für das maschinelle und Roboterschweißen.
- ▶ Nach dem Zünden wird der Draht bewegt, bis er das Material berührt.
- ▶ Nach dem Erkennen eines Kurzschlusses beginnt der Draht mit einem niedrigen Zündstrom zu verzögern, der den Pilotlichtbogen zündet, und der Draht stoppt bei der eingestellten Lichtbogenlänge.
- ▶ Daran schließt sich die Phase des Vorwärtsdrahtvorschubs mit dem Stromimpuls an, der den Schweißlichtbogen zündet und das Basismaterial und die Drahtelektrode schmilzt.
- ▶ Die Vorschubrollen im Brenner müssen den Draht umkehren.
- ▶ Die Funktion zur konstanten Lichtbogenhaltung wird sowohl für das manuelle als auch für das mechanisierte Schweißen verwendet.
- ▶ Mikroprozessor-gesteuerte Quellen werden in der Größenordnung von Mikrosekunden mit realen Schweißparametern abgeglichen, wobei vorgegebene und eingestellte Lichtbogenlängen unabhängig vom Brennerabstand vom Schweißgut eingehalten werden.



Beendigung des Schweißzyklus durch Stromimpuls

- Ein normaler Schweißnahtabschluss durch Abfallen des Stroms zum Füllen des Endkraters ist in den meisten Quellen Standard.
- Am Drahtende verbleibt jedoch ein Metalltropfen über dem Drahtdurchmesser, was die Wiederezündung des Lichtbogens besonders bei mechanisierten Schweißprozessen erschwert.
- Der Impuls am Ende des Schweißzyklus "schneidet" und bildet einen Tropfen, und das Drahtende bleibt sauber und gerade.
- Die Wiederezündung des Lichtbogens erfolgt dann gemäß den Parametern für den Drahtdurchmesser.



Metallübertragung im Lichtbogen

- Kurzlichtbogen mit Kurzschlussübertragung von Metall,
- Kurzlichtbogen mit beschleunigter Kurzschlussübertragung,
- kurzzeitiger Lichtbogen mit unregelmäßigen Kurzschlüssen,
- langer Lichtbogen mit Dusche-Kurzschlussübertragung,
- Impuls-Kurzschlussbogen,
- Moderate Kurzschlussübertragung - Beschleunigte Kurzschlussübertragung,
- langer Lichtbogen mit rotierender Metallübertragung.

KUBÍČEK, J. DANĚK, L. KANDUS, B. Technologie svařování a zařízení. Učební texty pro kurzy svařovacích inženýrů a technologů. Plzeň: ŠKODA WELDING, s. r. o., 2011. s. 85.



Schutzgase für MIG- und MAG-Schweißen geeignet

- Kombinierte Gase Ar + 15% bis 25% CO₂ eignen sich zum Schweißen von unlegierten und niedriglegierten Stählen von MAG.
- Universalgas aus dieser Gruppe ist ein Mischgas aus Ar + 18% CO₂.
- Es verfügt über sehr gute Schweißereigenschaften, einen stabilen Lichtbogen und ein tiefes Bremsen.
- Ermöglicht das Schweißen sowohl mit Kurzschluss als auch mit nichtmetallischer Übertragung von Metall und einem kleinen Spritzer, der nicht an der Oberfläche haftet.
- Bietet eine glatte Oberfläche der Schweißnaht mit einem guten Übergang zum Basismaterial und ist für alle Blechdicken anwendbar.

KUBÍČEK, J. DANĚK, L. KANDUS, B. Technologie svařování a zařízení. Učební texty pro kurzy svařovacích inženýrů a technologů. Plzeň: ŠKODA WELDING, s. r. o., 2011. s. 90.



Schutzgase für MIG- und MAG-Schweißen geeignet

- Das Verbrennungsgas Ar + 8% CO₂ ist für die Impuls-, Dusch- und Kurzschlussübertragung von Metall optimiert.
- Es wird auch für Hochleistungsschweißverfahren empfohlen.
- Es zeichnet sich durch hohe Schweißgeschwindigkeit, Flachsweißung, geringe Spritzer und minimale Schlackenproduktion aus.
- Es ist sowohl für das manuelle als auch für das mechanisierte Schweißen aller Blechstärken geeignet.



Schutzgase für MIG- und MAG-Schweißen geeignet

- Mischgase Ar + 5% bis 13% CO₂ + 5% O₂.
- Diese Mischung sorgt für einen reibungslosen Schweißprozess mit einem weichen Lichtbogen sowie glatten und saubereren Schweißnähten.
- Der hohe Sauerstoffgehalt sorgt für eine sehr gute Fließfähigkeit des Schmelzbades und eine hervorragende Entgasung.
- Metallduschen mit Lichtbogen ist auch bei geringer Stromstärke möglich.
- Sie wird vorzugsweise in maschinellen und robotergesteuerten Schweißverfahren für kleine und mittlere Dicken eingesetzt.

KUBÍČEK, J. DANĚK, L. KANDUS, B. Technologie svařování a zařízení. Učební texty pro kurzy svařovacích inženýrů a technologů. Plzeň: ŠKODA WELDING, s. r. o., 2011. s. 90.



Dissoziations- und Ionisierungsenergie in Gasen

Gas	Dissoziationsenergie eV / Molekül	Ionisierende Energie eV / Atom (erste Ionisationsstufe)
Wasserstoff	4,5	13,6
Sauerstoff	5,1	13,6
Kohlendioxid	4,3	14,4
Stickstoff	9,8	14,5
Helium		24,6
Argon		15,8

AMBROŽ, O. A KOL. *Technologie svařování a zařízení: učební texty pro kurzy svářečských inženýrů a technologů*. Ostrava: ZEROSS, 2001. s. 147.



Druckflasche mit Reduzierventil zum MAG-Schweißen





Stabilität des Lichtbogens

- ▶ Beim Schweißvorgang der Schmelzelektrode ist es erforderlich, dass das Lichtbogenbrennen stabil ist, unabhängig davon, ob es sich um irgendeine Art von Metallübertragung handelt.
- ▶ Reines Argon besitzt eine gute Ionisationsfähigkeit, ist jedoch nicht zum Schweißen herkömmlicher Baustähle geeignet, da der Lichtbogen unangenehm brennt und die Schweißqualität niedrig ist.
- ▶ Für das Qualitätsschweißen von Stahl sind Oxidationsreaktionen erforderlich, dies ist eine Garantie für reines Schweißgut, das die entsprechende Qualität aufweist.
- ▶ Aus diesen Gründen ist auch beim Schweißen von Edelstahl-Chromstählen eine geringe Menge Kohlendioxid oder Sauerstoff erforderlich.
- ▶ Argon wird zum Schweißen von Nichteisenmetallen verwendet, bei denen eine minimale Oxidation nicht akzeptabel ist.
- ▶ Bei der MAG-Methode wird CO_2 verwendet, der Lichtbogen zündet schlechter und die Ionisationsspannung muss höher sein als die von Argon.
- ▶ Die Vorteile beider Gase werden in Mischungen genutzt, bei denen der Lichtbogen mit hoher Stabilität und Regelmäßigkeit brennt.



Einfluss von Wärmeübertragungsgasen und Schweißnahtprofil

- Schutzgase beeinflussen wesentlich die in die Schweißnaht eingebrachte Wärme und beeinflussen so die Form der Schweißnaht.
- Dies wird durch die unterschiedliche Wärmeleitfähigkeit der Schutzgase beeinflusst.
- Manchmal ist es notwendig, die Wärmeleitfähigkeit zu erhöhen.
- Zum Beispiel Beim MIG-Verfahren muss die Wärmeleitfähigkeit von Argon erhöht werden. Dies geschieht durch Zusatz von Helium, insbesondere beim Schweißen von dickwandigen Aluminium- und Kupferlegierungen.
- Helium erhöht auch die Stromdichte und damit die in die Schweißnaht übertragene Wärmemenge.
- Das Raupenprofil ist so tief, ohne dass die Schweißnaht vorgewärmt wird.



Einfluss von Wärmeübertragungsgasen und Schweißnahtprofil

- Reines Argon wird für das Schweißen von hochlegierten Stählen nicht mehr empfohlen, da Argon nur einen flachen Bogen mit einem tiefen Bogen in der Bogenachse erreicht.
- Die schnelle Erstarrung der Schmelze im unteren Teil ist die Ursache für Zwischenräume und Zwischenräume.
- Umgekehrt ist die Wärmeübertragung beim MAG-Schweißen mit reinem CO₂-Schutzgas sehr gut.
- Die Einlage ist tief und die Form der Schweißnaht ist von ausreichender Qualität.
- Die Gefahren sind jedoch hoch in den Leistungsparametern. Durch das schnelle Abkühlen der Schweißnaht können Risse auftreten.



Zusätzliche Materialien für das MIG / MAG-Schweißen

- ▶ MIG- und MAG-Verfahren haben in der technischen Praxis eine sehr breite Anwendung.
- ▶ Sie werden sowohl zum Fügen von Stahl als auch zum Verbinden von NE-Metallen eingesetzt.
- ▶ Sie werden erfolgreich bei Reparaturen oder Renovierungen eingesetzt, insbesondere beim Hartschweißen.
- ▶ Für MIG / MAG-Lichtbogenschweißverfahren sind zusätzliche Materialien in Form von Massivdraht und möglicherweise gefülltem Draht (Rohrdrähte) vorhanden).
- ▶ Die Drähte werden auf Draht- oder Kunststoffspulen mit einem Normalgewicht von 15 kg gewickelt.
- ▶ Coils werden jedoch in einer großen Auswahl an Drahtgrößen und -gewichten hergestellt - 5 kg, 6 kg, 10 kg, 12 kg, 16 kg, 18 kg, 25 kg, 30 kg oder robotisierte Arbeitsstationen, die in Rollen geliefert werden, die in einem Kartonpaket mit einem Gewicht von bis zu 200 (450) kg.



Schweißen der MAG-Methode

- ▶ Spulendaten:
 - ▶ Herstellerbezeichnung,
 - ▶ Drahtbezeichnung gemäß Hersteller und einschlägigen Normen,
 - ▶ Drahtdurchmesser,
 - ▶ Gewicht,
 - ▶ Drehmomentnummer,
 - ▶ Einstufung und Zertifizierung durch andere Behörden

KUBÍČEK, J. DANĚK, L. KANDUS, B. Technologie svařování a zařízení. Učební texty pro kurzy svařovacích inženýrů a technologů. Plzeň: ŠKODA WELDING, s. r. o., 2011. s. 91.



Zusätzliche Materialien

- Zusätzliche Materialien müssen beim Transport und der Lagerung vor dem Eindringen von Luft und Schmutz geschützt werden.
- Die Temperatur sollte über 10 ° C und die relative Luftfeuchtigkeit bis 50% liegen .
- Gegenwärtig sind alle Drähte durch Polyethylen-Siegelfolie geschützt.
- Standardisierte Drahtdurchmesser sind 0,6 mm; 0,8 mm; 1,0 mm; 1,2 mm; 1,6 mm; 2,0 mm und 2,4 mm.
- Die am häufigsten verwendeten Durchmesser liegen zwischen 0,8 - 1,6 mm. Sie werden glatt gezogen oder mit Oxidation vermischt.
- Sonderform PM ist eine Bandelektrode für das Hochleistungsschweißen.
- Die gefüllten Drähte haben unterschiedliche Schweißbeigenschaften pro Karton.



Schweißspannung

- Die Lichtbogenspannung repräsentiert die Potentialdifferenz zwischen dem Elektrodendraht und der Schweißbadoberfläche.
- Sie ändert sich entsprechend der Bogenlänge und hat wenig Einfluss auf die Schmelzleistung.
- Die Breite des Schweißstabs wird durch Spannung beeinflusst.
- Die Spannungseinstellung ist bei reinem Oxid um 2 bis 3 Volt höher als bei Gasgemischen.
- Im Allgemeinen lautet die Beziehung: $U = 15 + 0,035 I_s(V)$
 - U = Arbeitsspannung
 - I_s = Schweißstrom



Schweißspannung

- ▶ Die Lichtbogenbelastung hat einen wichtigen Einfluss auf optimale Bedingungen für die selbstregulierende Lichtbogenlänge und die Einstellung des Arbeitspunktes.
- ▶ Der Einfluss der Spannung auf das Getriebe in Bezug auf das verwendete Gas ist wie folgt :
 - ▶ Der Spannungsbereich von 14 V bis 21 V entspricht dem Kurzschlussprozess sowohl in Kohlendioxid als auch in Mischgasen,
 - ▶ bei einer Spannung über 21 V bis 25 V erfolgt ein teilweiser Kurzschlussvorgang,
 - ▶ Die Spannung zwischen 25 V und 30 V entspricht der Kurzschlussübertragung des Metalls im Gasgemisch und teilweise der Kurzschlussübertragung mit großen Metalltröpfchen Kohlendioxid,
 - ▶ Bei einer Spannung über 27 Volt befindet sich die Dusche im Gasgemisch

KUBÍČEK, J. DANĚK, L. KANDUS, B. Technologie svařování a zařízení. Učební texty pro kurzy svařovacích inženýrů a technologů. Plzeň: ŠKODA WELDING, s. r. o., 2011. s. 92.



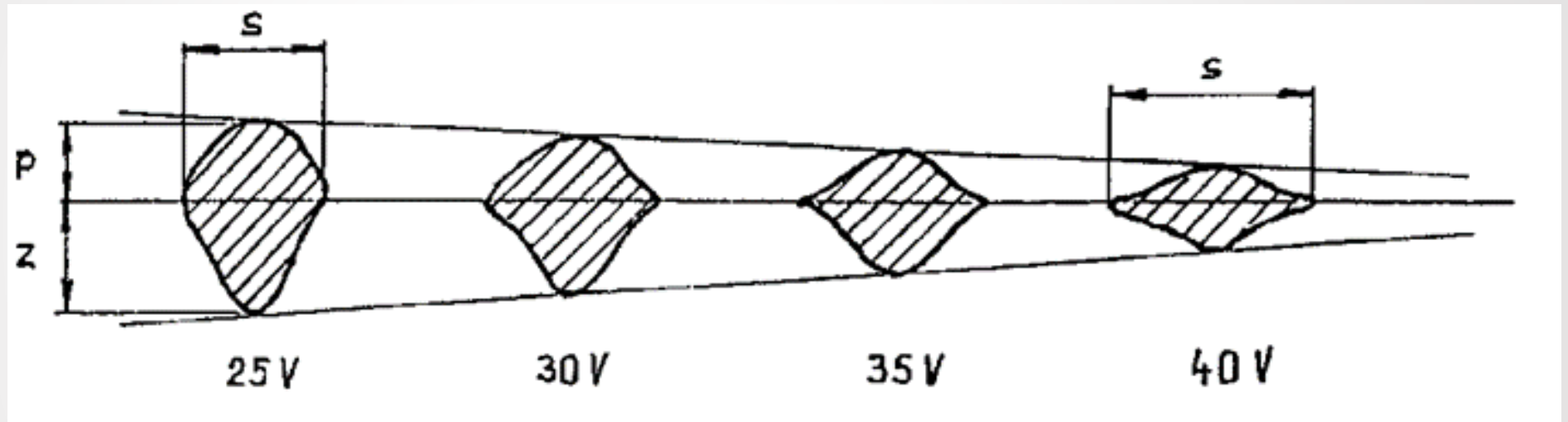
Schweißspannung

- Zu hohe Spannungen erhöhen die Länge des Lichtbogens und treiben die Elemente an, die Schweißnähte neigen zur Porosität und das Sprühen nimmt zu.
- Das Schweißbad ist breit und flach und es besteht die Gefahr, dass das Schweißbad vor dem Lichtbogen passiert wird.
- Es ist schwierig, das Schmelzbad in Zwangsstellungen zu steuern.
- Geringe Beanspruchung ist die Ursache für einen instabilen Prozess, schmale Raupen mit hoher Höhe, insbesondere bei hohen Schweißgeschwindigkeiten.
- Bei geringer Belastung findet kein perfektes Schweißen der Schweißkanten statt, und beim Mehrlagenschweißen tritt Kaltverschweißen auf.

KUBÍČEK, J. DANĚK, L. KANDUS, B. Technologie svařování a zařízení. Učební texty pro kurzy svařovacích inženýrů a technologů. Plzeň: ŠKODA WELDING, s. r. o., 2011. s. 92.



Die Abhängigkeit der Schweißnaht von der Spannung



S - Raupenbreite, p - Höhe, Z - Nahttiefe

AMBROŽ, O. A KOL. *Technologie svařování a zařízení: učební texty pro kurzy svářečských inženýrů a technologů*. Ostrava: ZEROSS, 2001. s. 174.



Schweißstrom

- Der Schweißstrom hat den größten Einfluss auf das Metallübertragungsverhalten der Schweißnaht und die Querschnittsform der Schweißnaht.
- Wenn der Strom ansteigt, werden die Stromdichte, die Größe und die Fließfähigkeit des Schweißbades, der Schmelzfaktor und die Taumelleistung.
- Bei konstanter Lichtbogenspannung tritt mit zunehmender Stromstärke eine signifikante Zunahme der Tiefe der Naht auf, mit einer relativ geringen Zunahme der Breite der Raupe und der Überhöhung.



Schweißstrom

- Der Schweißstrom hat einen signifikanten Einfluss auf den Charakter der Metallübertragung im Lichtbogen :
 - mit der Erhöhung des Stroms erhöht sich die Abfallfrequenz
 - Die Intensität des Stroms gemäß der Zusammensetzung beeinflusst die auf die Metalltropfen einwirkenden Kräfte
 - Das derzeitige Wachstum bei herkömmlichen Metalltransfertypen verringert das Tropfenvolumen.



Schweißstrom

- Die Voreinstellung des Stroms erfolgt entsprechend der Erfahrung oder der Tabelle.
- Im Hinblick auf die Schweißqualität wird ein kleinerer Drahtdurchmesser bevorzugt, da er eine Anzahl kleiner Tröpfchen ergibt und die Oberflächenqualität der Schweißnaht sehr gut ist.
- Unter dem Gesichtspunkt der Richtungsstabilität des Stabes und der wirtschaftlichen Kosten ist der größere Durchmesser vorteilhafter, da der Draht aufgrund der Abnahme der Anzahl der Hübe billiger ist.
- Dies kann für das Impulsschweißen verwendet werden, bei dem die Tropfengröße durch einen eigenen Schweißprozess gesteuert wird.



Stromdichte

- Die Stromdichte gibt die Strombelastung des Drahts in Bezug auf seinen Querschnitt an.
- Es wird in $A \cdot mm^{-2}$ angegeben und nimmt zu, wenn der Drahtdurchmesser abnimmt.
- Bei herkömmlichen MIG / MAG-Schweißverfahren reicht die Stromdichte für Drähte mit einem Durchmesser von 0,8 mm bis 1,2 mm von 80 - 350 A/mm^{-2} , beim Schweißen mit Hochleistungsverfahren übersteigt sie 600 A/mm^{-2} .
- Bei gefüllten Drähten erreicht er die dreifache Stromdichte von Volldraht gleichen Durchmessers.

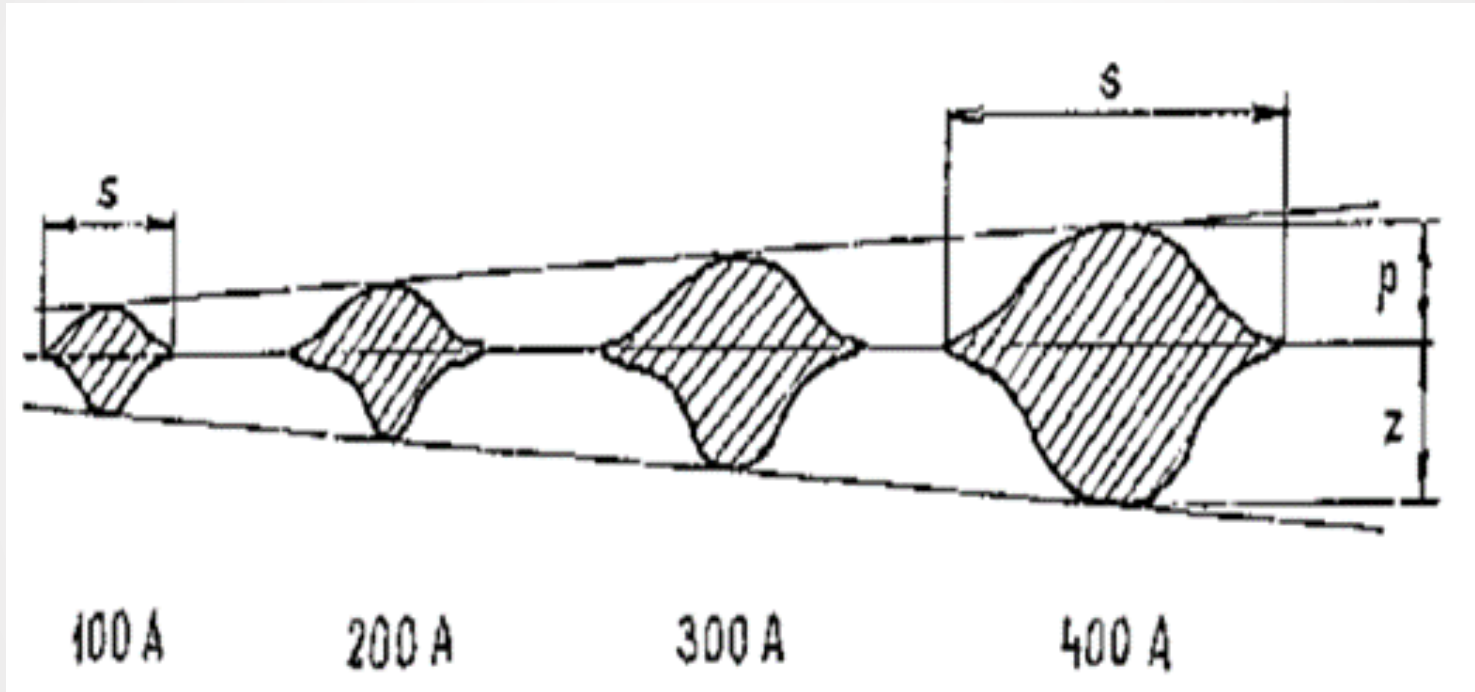


Polarität des Schweißstroms

- ▶ Beim MIG / MAG-Schweißverfahren wird der Gleichstrom verwendet, dh die Polarität ist indirekt, dh die Elektrode ist mit dem positiven Pol der Schweißquelle verbunden.
- ▶ Der Vorteil ist ein tiefer Einschnitt und eine breitere Schweißnaht.
- ▶ Wenn die Elektrode entgegengesetzt ist, ist die Polarität gerade, die Schweißnaht ist kleiner und die Schweißzunahme ist höher.
- ▶ Dies wird vorzugsweise bei der Aufarbeitung des Schweißens verwendet.
- ▶ Die Stabilität des Prozesses ist hauptsächlich auf die dynamischen Kräfte des Lichtbogens zurückzuführen.
- ▶ Der CMT Advanced-Prozess verwendet nur AC-MIG / MAG-Wechselstrom.



Abhängigkeit der Form der Schweißnaht von der Stromstärke



S - Raupenbreite, p - Höhe, Z - Nahttiefe

AMBROŽ, O. A KOL. *Technologie svařování a zařízení: učební texty pro kurzy svářečských inženýrů a technologů*. Ostrava: ZEROSS, 2001. s. 175.



Drahtfahrt

- ▶ Die freie Drahtlänge wird vom Ende des Kontaktstrahls bis zum Lichtbogen gemessen und beträgt im Allgemeinen das Zehnfache des Drahtdurchmessers.
- ▶ Die tatsächliche Länge der Drahtumdrehung wird durch mehrere Schweißbedingungen beeinflusst - die Art der Metallübertragung und das verwendete Schutzgas.
- ▶ $L = 5 + 5 \cdot d$ für Kohlendioxid
- ▶ $L = 7 + 5 \cdot d$ für gemischte Gase, wobei d der Drahtdurchmesser in mm ist.



Drahtfahrt

- Das Ändern des Abstands zwischen der Spitze und dem geschweißten Material ändert den Bereich der Schweißparameter.
- Signifikant ist die Stromänderung, die mit zunehmendem Abstand der Spitze vom Material abnimmt und die Folge dieses Abfalls ist eine kleinere Spitze.
- Die Verringerung des Stroms ist auf die Widerstandserwärmung des Drahts zurückzuführen und entspricht ungefähr 10 A bis 20 A pro 1 mm Änderung der Länge des Drahts.
- Die Gesamtänderung der Stromstärke kann gegenüber dem eingestellten Wert bis zu 80 A betragen, und der resultierende Durchfluss ist unzureichend.
- Andererseits ist der Bogen während einer kleinen Reise höher und das heiße Bad wird überhitzt.



Drahtfahrt





Festgelegte Parameterwerte für das Schweißen von Stahl mit MAG

Schweißtyp	Blech-Dicke	Elektroden-Durchmesser	Leistung Schweißen	Geschwindigkeit Drahtvorschub	Schweißstrom	Geschwindigkeit Schweißen
	mm	mm	kg.h ⁻¹	m.min ⁻¹	A	cm.min ⁻¹
I- Naht	1	0,6	1,0	7,0	60	83
	1,5	0,8	1,2	6,0	90	80
	2	0,8	1,5	6,8	110	83
	3	0,8	1,8	8,0	125	55
	3	1,0	2,1	6,0	150	63

AMBROŽ, O. A KOL. *Technologie svařování a zařízení: učební texty pro kurzy svářečských inženýrů a technologů*. Ostrava: ZEROSS, 2001. s. 176.



Parameterwerte für das Schweißen von Stahl mit MAG

Schweißart	Blech-Dicke	Elektroden-Durchmesser	Leistung Schweißen	Geschwindigkeit Drahtvorschub	Schweißstrom	Geschwindigkeit Schweißen
	mm	mm	kg.h ⁻¹	m.min ⁻¹	A	cm.min ⁻¹
V Naht	4	1,0	2,2	6,4	160	40
	5	1,0	2,2	6,4	160	28
	6	1,0/1,0	2,1/2,9	6,8/8,5	150/200	60/43
	8	1,0/1,2	2,1/3,9	6,0/7,6	150/260	43/28
	10	1,0/1,2	2,1/5,1	6,0/10,0	150/320	35/21

AMBROŽ, O. A KOL. *Technologie svařování a zařízení: učební texty pro kurzy svářečských inženýrů a technologů*. Ostrava: ZEROSS, 2001. s. 176.



Parameterwerte für das Schweißen von Stahl mit MAG

Schweißart	Blech-Dicke	Elektroden-Durchmesser	Leistung Schweißen	Geschwindigkeit Drahtvorschub	Schweißstrom	Geschwindigkeit Schweißen
	mm	mm	kg.h ⁻¹	m.min ⁻¹	A	cm.min ⁻¹
Eckschweißen	2	0,6	1,2	8,4	70	40
	2	0,8	1,6	6,8	110	53
	3	0,8	1,9	8,3	130	32
	3	1,0	2,4	7,0	170	40
	4	1,0	2,7	8,2	190	28
	5	1,2	3,9	7,8	260	26
	6	1,2	3,9	7,8	260	20
	6	1,2	4,8	9,5	300	22
8	1,2	4,8	9,5	300	14	

AMBROŽ, O. A KOL. *Technologie svařování a zařízení: učební texty pro kurzy svářečských inženýrů a technologů*. Ostrava: ZEROSS, 2001. s. 176.



MIG / MAG-Schweißtechnik

- Schweißen von unlegierten und niedriglegierten Stählen
- Zum Schweißen von unlegierten und niedriglegierten Stählen können je nach Materialstärke und Schweißposition alle Arten von Metalltransfers eingesetzt werden.
- Als Schutzatmosphäre ist es wahrscheinlich das am häufigsten verwendete Mischgas Ar + 18 (8)% CO₂.
- Mit der manuellen Brennerführung können wir vorwärts oder rückwärts schweißen. Mechanisiertes Schweißen ist normalerweise ein Brenner, der senkrecht zur Schweißebene steht.



MIG / MAG-Schweißtechnik

- ▶ Beim Brennen an Roboterarbeitsplätzen wird der Brennerwinkel durch die Zugänglichkeit des Roboterendelements zum Schweißen gesteuert.
- ▶ Die Drahtelektrode muss an den Anfang des Schweißbades geführt werden, um einen tiefen Durchbruch ohne Gefahr von Kaltverbindungen und Spritzbegrenzung zu gewährleisten.
- ▶ Diese Anforderung ist beim Schweißen von Ecknähten wichtiger.
- ▶ Die Wurzelschweißperlen werden mit einer direkten Brennerführung verschweißt, und die verschweißten Schweißperlen können mit Quer- oder sogar Längsausbrüchen des Brenners verschweißt werden.
- ▶ Wenn der Brenner zerbricht, nimmt die Größe der heißen Schmelze zu, die Entgasung der Schweißnaht verbessert sich, aber die in die Schweißnaht eingebrachte Wärmemenge nimmt zu und folglich die entsprechenden Folgen.



Brennerflamme und ihre Führung

- ▶ Das Vorwärtsschweißen hat diese Eigenschaften :
 - ▶ eine perfekte Sicht auf die Fase
 - ▶ gute Kontrolle des Flüssigkeitsbades an der Wurzel der Schweißnaht
 - ▶ Die Düse verdeckt den Blick auf die Raupe
 - ▶ größere Breite der Raupe
 - ▶ ca. 20% weniger Naht
 - ▶ untere kante
 - ▶ Hohe Gießgeschwindigkeit verursacht manchmal Porosität
 - ▶ die Gefahr, das Schweißbad zu passieren und dadurch eine kalte Fuge zu erzeugen

KUBÍČEK, J. DANĚK, L. KANDUS, B. Technologie svařování a zařízení. Učební texty pro kurzy svařovacích inženýrů a technologů. Plzeň: ŠKODA WELDING, s. r. o., 2011. s. 96.



Einsatzgebiete:

- Schweißen von dünnen Blechen
- Wurzeln von Schweißnähten schweißen
- gemeinsame Schweißarbeit



Das Hinterschweißen hat folgende Vorteile:

- ▶ ein stabiler Bogen
- ▶ Die Düse verdeckt die Sicht auf die Fase
- ▶ Die Schweißnaht ist schmaler
- ▶ größere kante und tiefe der naht
- ▶ die gröbere Oberfläche der Raupe
- ▶ Das Schweißbad ist länger flüssig - weniger porös
- ▶ kalte Verbindungen und Defekte sind nicht vorhanden



Einsatzgebiete:

- Deckschichten stumpfer Schweißnähte
- größere Materialstärke
- ungeeignet für die Wurzel der Schweißnaht - Gefahr der Versiegelung des Schweißbades
- Es gibt eine große Neigung und Kerben an der Ecknaht



Empfohlene Literatur und Informationsquellen

- ▶ AMBROŽ, O. A KOL. *Technologie svařování a zařízení: učební texty pro kurzy svářečských inženýrů a technologů*. Ostrava: ZEROSS, 2001, 395 s. Svařování. ISBN 80-85771-81-0.
- ▶ BERNASOVÁ, E. A KOL. *Svařování*. Praha: SNTL, 1987. ISBN 04-221-88.
- ▶ KUBÍČEK, J. DANĚK, L. KANDUS, B. *Technologie svařování a zařízení. Učební texty pro kurzy svařovacích inženýrů a technologů*. Plzeň: ŠKODA WELDING, s. r. o., 2011, 242 s.
- ▶ LEINVEBER, J. *Strojnické tabulky: pomocná učebnice pro školy technického zaměření*. 2. dopl. vyd. Úvaly: ALBRA, 2005, 907 s. ISBN 80-736-1011-6.