

Ersetzt Ausgabe Juli 1996

Inhalt:

- 1 Geltungsbereich
- 2 Anforderungen an Wolframelektroden
 - 2.1 Zündung des Lichtbogens
 - 2.2 Standzeit von Wolframelektroden
 - 2.3 Lichtbogenstabilität
 - 2.4 Strombelastung
- 3 Anwendung von Wolframelektroden
 - 3.1 Gasschutz
 - 3.2 Endenformen für das WIG- und Plasmaschweißen
 - 3.3 Einbrandform
 - 3.4 Verschleiß und Abnutzung
- 4 Auswahl der Wolframelektroden
 - 4.1 Zusammensetzung der Wolframelektroden
- 5 Sonstige Hinweise
 - 5.1 Qualitätsanforderungen
 - 5.2 Handlingshinweise und Lagerung
 - 5.3 Sicherheitshinweise bei Verwendung thoriumoxidhaltiger Wolframelektroden
- 6 Schrifttum
 - 6.1 Regelwerk
 - 6.2 Literatur

1 Geltungsbereich

Dieses Merkblatt enthält Angaben über nicht abschmelzende Wolframelektroden für das Wolfram-Inertgas-Schweißen (WIG) und Wolfram-Plasmaschweißen (WPL/WPS).

Es werden Hinweise auf das schweißtechnische Verhalten und die sachgerechte Anwendung beim manuellen und mechanisierten Schweißen gegeben. Für die Kennzeichnung, Kurzzeichen, chemische Zusammensetzung und massliche Toleranzen von Wolframelektroden gilt DIN EN ISO 6848, siehe Tabelle 1.

Bezeichnungstyp: Elektrode DIN EN ISO 6848-1.6-175-WCe20

Benennung: Elektrode
 Norm-Nummer: DIN EN ISO 6848
 Durchmesser: 1,6 mm
 Länge: 175 mm
 Kurzzeichen: WCe 20

Tabelle 1: Angaben zur Kennzeichnung und Bestellung von Wolframelektroden

Kurzzeichen	Zusammensetzung				Kennzeichnung	
	Oxidzusatz		Verunreinigungen	Wolfram	Farbton	
	Gew. %	Art	Gew. %	% m/m		
WP	–	–	≤ 0,20	99,8	grün	
WR2 ⁽¹⁾⁽²⁾	1,50 bis 1,90	Mischoxide	≤ 0,20	Rest	türkis	
WTh10	0,80 bis 1,20	ThO ₂	≤ 0,20	Rest	gelb	
WTh20	1,70 bis 2,20	ThO ₂	≤ 0,20	Rest	rot	
WTh30	2,80 bis 3,20	ThO ₂	≤ 0,20	Rest	violett	
WTh40	3,80 bis 4,20	ThO ₂	≤ 0,20	Rest	orange	
WZr3	0,15 bis 0,50	ZrO ₂	≤ 0,20	Rest	braun	
WZr8	0,70 bis 0,90	ZrO ₂	≤ 0,20	Rest	weiß	
WLa10	0,90 bis 1,20	La ₂ O ₃	≤ 0,20	Rest	schwarz	
WLa15	1,30 bis 1,70	La ₂ O ₃	≤ 0,20	Rest	gold	
WLa20	1,70 bis 2,10	La ₂ O ₃	≤ 0,20	Rest	ultramarinblau	
WCe20	1,90 bis 2,30	CeO ₂	≤ 0,20	Rest	grau	
WS2 ⁽¹⁾	1,80 bis 2,20	Mischoxide	≤ 0,20	Rest	türkis	

⁽¹⁾ Dieser Elektrodentyp ist nach DIN EN ISO 6848 nicht genormt.

⁽²⁾ auslaufend, zu dem durch E3 (genormt nach AWS A5.12) ersetzt

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.

DVS, Ausschuss für Technik, Arbeitsgruppe „Lichtbogenschweißen“

2 Anforderungen an Wolframelektroden

Bei den Verfahren mit nicht abschmelzender Elektrode beeinflusst die Wolframelektrode in hohem Maße die Stabilität des Schweißprozesses und die Qualität des Schweißergebnisses.

Aufgrund der hohen Temperaturbelastung wird als Elektrodenwerkstoff Wolfram mit einem Schmelzpunkt von etwa 3390 °C (etwa 3660 K) verwendet.

Die hohe Temperatur im Bereich des Lichtbogenansatzpunktes muss von der Elektrode ertragen werden, wobei die Wärmebelastung der Elektrode von Minuspolar über wechselnde Polarität bis Pluspolar ansteigt.

Die Anforderungen an die Wolframelektroden beziehen sich auf das Zünd- bzw. Wiederzündverhalten, die Standzeit, die Gewährleistung eines stabilen Lichtbogens, und die Strombelastbarkeit der Elektrode. Diese Kriterien werden durch die verschiedenen oxidischen Beimengungen gemäß Tabelle 1 maßgeblich beeinflusst.

2.1 Zündung des Lichtbogens

Neben der Möglichkeit des Zündens durch Berühren der Elektrode auf der Werkstückoberfläche mit niedrigem Strom, kann die Zündung berührungslos erfolgen.

- Berührungszündung ist beim manuellen Schweißen nicht zu empfehlen, da eine Werkstoffübertragung vom Grundwerkstoff zur Wolframelektrode stattfinden kann
- Berührungszündung ist beim mechanisierten Schweißen (z.B. Orbital oder Engspalt) Stand der Technik
- Berührungsfreie Zündung
 - HF-unterstützte Hochspannungszündung
 - Zünden mit einem Pilotlichtbogen (nur bei Plasma)

Beim Zünden mittels Hochfrequenz (HF) ist zu berücksichtigen, dass die Hochfrequenz elektronische Geräte stören und zerstören kann. Das Zündverhalten ist gekennzeichnet durch die Zeitdauer vom Starten des Schweißstroms (Freigabe der Zündung) bis zum Brennen eines stabilen Lichtbogens.

Das Zündverhalten wird verbessert durch:

- elektrodenspezifische Einflüsse
 - oxidische Zusätze
 - kleiner Spitzenwinkel
- stromquellenspezifische Einflüsse
 - hohe Zündspannung
 - höhere Stromanstiegsgeschwindigkeit während des Zündvorgangs
 - höherer Zündstrom
 - wechselnde Polarität des Zündimpulses
- sonstige Einflüsse
 - geringer Abstand zwischen Elektrode und Werkstück
 - Länge des Schlauchpaketes
 - Zusammensetzung des Schutzgases
 - Erdung der Schutzgasdüse

Das Wiederzündverhalten ist abhängig vom Zustand der Elektrode, bezogen auf die Veränderung der Geometrie und der Metallurgie der Elektrode.

2.2 Standzeit von Wolframelektroden

Die Standzeit ist individuell zu definieren, wenn der Lichtbogen die Anforderungen an die Qualität der Schweißnaht nicht mehr erfüllen kann. Die Standzeit nimmt mit zunehmender thermischer Belastung der Elektrode ab.

Die Standzeit der Elektroden wird positiv beeinflusst durch

- Zunahme der oxidischen Zusätze
- größeren Elektrodendurchmesser
- weit vorgezogene Kühlung in Richtung Elektrodenspitze

- kürzeres freies Elektrodenende (= Abstand von Spannhülse zur Elektrodenspitze)
- abnehmenden Anteil der positiven Polarität
- größeren Spitzenwinkel
- Abstumpfung bzw. Abflachung der Elektrodenspitze
- Verringerung der Oberflächenrauheit der Elektrodenspitze
- Anschleifrichtung längs
- Laminare Schutzgasströmung

Die Standzeit der Elektroden wird negativ beeinflusst durch

- zunehmende Stromstärke bzw. Pulsstromhöhe/Strömzeit
- Kontakt der Elektrodenspitze mit der Schmelze oder dem Schweißzusatzwerkstoff
- Verunreinigung durch Fette und Öle auf dem Grundwerkstoffen
- Feuchtigkeit und/oder Sauerstoff im Schweißprozess
- Feuchtigkeit und Sauerstoff aus Zünder oder Rost des Grundwerkstoffes und/oder Schweißzusatzes
- Oxidation der Elektrodenspitze, z.B. durch zu kurze Gasvorströmzeit und Gasnachströmzeit
- Zu hoher Zündstrom

Als Anzeichen für das Ende der Lebensdauer können

- ungenügende wiederzündfähigkeit,
- Lichtbogeninstabilität,
- Veränderung der Spitzegeometrie
- und ungenügende Nahtqualität angesehen werden.

2.3 Lichtbogenstabilität

Um einen stabil brennenden Lichtbogen zu erhalten, ist eine hohe Temperatur im Bereich der Elektrodenspitze erforderlich, so dass durch thermische Emission möglichst viele Ladungsträger in Form von Elektronen freigesetzt werden. Entsprechend des Durchmessers der Elektrode, dem Spitzenwinkel und der Polarität der Elektrode ist die Stromstärke bzw. Stromdichte einzustellen.

Eine für die vorliegende Endenform zu niedrige Strombelastung sowie Schleifriefen, insbesondere in Umfangsrichtung, können besonders bei zündfreudigen Elektrodenwerkstoffen dazu führen, dass der Lichtbogen an der Elektrodenspitze hochwandert bzw. kreist und somit zu Lichtbogeninstabilität führt.

Bei Minuspolarität der Wolframelektrode ergibt sich eine bessere Lichtbogenstabilität, wenn sich die Schleifriefen in Längsrichtung befinden. Dieser Faktor verliert bei maschinell oder mechanisiertem Feinschliff an Einfluss. Mit kleinerem Spitzenwinkel nimmt die Lichtbogenstabilität zu.

Beim Wechselstromschweißen (Elektrodenende stumpf oder kegelförmig) verbessert sich die Lichtbogenstabilität, wenn sich das Elektrodenende durch kurzfristige Stromüberlastung kugelförmig bzw. kalottenförmig ausgebildet hat (Bild 1).

Einflussgrößen auf die Lichtbogenstabilität sind:

- Endenform
- Schleifrichtung
- Oberflächenrauheit
- Stromstärke
- Art, Größe und Verteilung der Oxidzusätze
- Schutzgase

2.4 Strombelastung

Die in Tabelle 2 genannten Strombereiche sind Anhaltswerte. Beim Schweißen mit impulsförmigem Strom ist vom Strommittelwert auszugehen. Der im konkreten Fall anwendbare Strombereich wird durch weitere Faktoren (z. B. Kühlbedingungen, Gasart) beeinflusst.