

Ersatz für Ausgabe Oktober 1994

Inhalt:

- 1 Zweck und Geltungsbereich
 - 2 Prüfschweißung und Prüfstück
 - 3 Schweißzusätze und -hilfsstoffe
 - 3.1 Drahtelektroden
 - 3.2 UP-Schweißpulver
 - 4 Schweißbedingungen
 - 4.1 Stromart und Polung
 - 4.2 Schweißparameter
 - 5 Prüfungen
 - 5.1 Probenahme
 - 5.2 Analysemethoden
 - 6 Auswertung der Versuchsergebnisse
 - 6.1 Bestimmung der pulverspezifischen Konstanten
 - 6.2 Konstruktion des Pulverdiagramms
 - 7 Aussagewert der gefundenen Ergebnisse
 - 8 Schrifttum
- Anlagen: Pulverdiagramme

1 Zweck und Geltungsbereich

Ein Schweißpulverdiagramm gilt jeweils für ein Pulver, ein chemisches Element und die gewählten Schweißbedingungen, Stromart, Polung und Drahtdurchmesser. Das Schweißpulverdiagramm kennzeichnet quantitativ das Zu- und Abbrandverhalten eines Schweißpulvers in Abhängigkeit von dem Gehalt des Elements in der Drahtelektrode und den Schweißparametern Spannung und Stromstärke beim Eindrahtschweißen. Es gestattet die Vorausberechnung der Schweißgutzusammensetzung, wenn der Gehalt des Elements im Grundwerkstoff und die Analysenunbekannt sind. Hierzu wird auf DVS 0907 Teil 3 hingewiesen.

Dieses Merkblatt enthält Anweisungen zum Ermitteln von Schweißpulverdiagrammen für Schweißpulver nach DIN EN 760 zum UP-Schweißen mit Massivdrahtelektroden nach DIN EN 756.

2 Prüfschweißung und Prüfstück

Hinsichtlich Prüfschweißung und Prüfstück gelten die Festlegungen von DVS 0907 Teil 1.

3 Schweißzusätze und -hilfsstoffe**3.1 Drahtelektroden**

Der Durchmesser der verwendeten Drahtelektroden soll in der Regel 4 mm betragen. Bei Verwendung eines anderen Durchmessers ändern sich die Zu- und Abbrände. Daher ist der verwendete Drahtelektroden-Durchmesser im Pulverdiagramm besonders hervorzuheben. Es sind mindestens zwei Drahtelektroden mit unterschiedlichen Gehalten des betrachteten Elementes zu verwenden. Diese Gehalte sollen nahe der unteren bzw. oberen

ren Grenze des Bereiches liegen, für den das Pulverdiagramm aussagefähig sein soll.

Von den Massivdrahtelektroden ist protokollierend festzuhalten:

- Kurzzeichen nach DIN EN 756
- Markenbezeichnung
- Chargennummer
- Chemische Zusammensetzung (Ist-Stückanalyse)
- Oberflächenschutz (zum Beispiel verkupfert)

3.2 UP-Schweißpulver

Von den Pulvern ist zu protokollieren:

- Kurzzeichen nach DIN EN 760
- Markenbezeichnung
- Korngröße

4 Schweißbedingungen**4.1 Stromart und Polung**

Stromart und Polung richten sich nach den Angaben des Herstellers. Sie sind während der Versuchsserie konstant zu halten und auf dem Pulverdiagramm zu vermerken.

4.2 Schweißparameter

Die Schweißspannungen und Stromstärken sollen jeweils an der unteren bzw. oberen Grenze des Bereiches liegen, für den das Schweißpulverdiagramm aussagefähig sein soll. Dies ergibt zusammen mit den zwei Drahtelektroden nach 3.1 insgesamt mindestens acht verschiedene Prüfschweißungen je chemisches Element. Die Genauigkeit des Pulverdiagramms steigt mit zunehmender Anzahl von Messwerten.

Beispiel:

Prüfschweißung Nr.	Mn-Gehalt in der Drahtelektrode %	Spannung V	Stromstärke A
1	0,5	24	580
2	0,5	36	580
3	0,5	29	450
4	0,5	29	800
5	2,0	24	580
6	2,0	36	580
7	2,0	29	450
8	2,0	29	800

Aussagebereich etwa 0 bis 2,5 % Mn, 22 bis 40 V, 400 bis 900 A

Die Schweißparameter sind zu protokollieren und während der Prüfschweißung auf ± 20 A und ± 1 V konstant zu halten.

Die Schweißgeschwindigkeit hat auf den Zu- oder Abbrand keinen Einfluss, sofern das Schweißpulver weniger als 3% Ferrolegerungen enthält. Sie soll im mittleren Bereich der Anwendung (zum Beispiel bei 55 cm/min) liegen.

Diese Veröffentlichung wurde von einer Gruppe erfahrener Fachleute in ehrenamtlicher Gemeinschaftsarbeit erstellt und wird als eine wichtige Erkenntnisquelle zur Beurteilung 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“

5 Prüfungen

5.1 Probenahme

Nach Abzug des Anfangsstückes und des Endkraters ist die oberste Lage der Auftragschweißung für die Bestimmung der chemischen Zusammensetzung des reinen Schweißgutes zu verwenden.

5.2 Analysenmethode

Es können alle Analysenmethoden zum Einsatz kommen, die dem Stand der Technik entsprechen.

6 Auswertung der Versuchsergebnisse

6.1 Bestimmung der pulverspezifischen Konstanten

Unter dem Zu- oder Abbrand x in Gew.-% eines beliebigen Elementes x versteht man die Differenz:

$$\Delta X = X_{RSG} - X_E \tag{1}$$

X_{RSG} Gehalt des Elementes X in Gew.-% im reinen Schweißgut

X_E Gehalt des Elementes X in Gew.-% in der Drahtelektrode

Zubrand bedeutet daher $\Delta X > 0$ und Abbrand $\Delta X < 0$

Der Zu- oder Abbrand ΔX gehorcht der Gleichung

$$\Delta X = M^0 + a(U - U_0) + b(1/l - 1/l_0) - [K^0 + c(U - U_0) + d(1/l - 1/l_0)] \cdot X_E \tag{2}$$

Hierin bedeuten:

M^0 maximaler Zubrand bei $X_E = 0$ und $U = U_0$.

$l = l_0$

K^0 Steigung der Zu- oder Abbrandgeraden bei $U = U_0$.

$l = l_0$

U Schweißspannung in V

U_0 29 V

l Schweißstromstärke in A

l_0 580 A

a Einfluss der Schweißspannung auf den maximalen Zubrand

b Einfluss der Stromstärke auf den maximalen Zubrand

c Einfluss der Schweißspannung auf die Steigung der Zu- oder Abbrandgeraden

d Einfluss der Stromstärke auf die Steigung der Zu- oder Abbrandgeraden

Die Konstanten M^0 , a , b , K^0 , c , d sind pulver-spezifische Konstanten bezüglich des betrachteten Elementes x . Sie sind aus den mindestens acht Versuchsergebnissen mit Hilfe der linearen Regression zu errechnen. Im Zuge der linearen Regression sind auch das Bestimmtheitsmaß R^2 und die mittlere Standardabweichung S zu berechnen. Die mittlere Standardabweichung (Vertrauensbereich) ist in Gew.-% auf dem Pulverdiagramm anzugeben.

6.2 Konstruktion des Pulverdiagramms

Dem Schweißpulverdiagramm liegt der Gedanke zugrunde, dass der Anwender die für seine Schweißparameter geltende Zu- oder Abbrandgeraden in das Diagramm selbst einzeichnet. Die grafische Ermittlung des Zu- oder Abbrandes erfolgt in den Feldern 1 und 2 nach Bild 1.

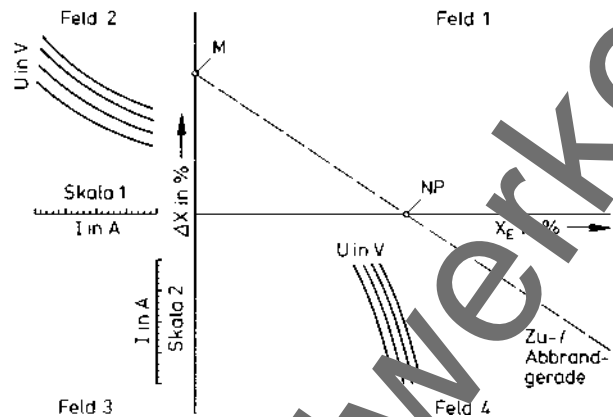


Bild 1. Schweißpulverdiagramm – Grundform.

Die Konstruktion der Zu- oder Abbrandgeraden durch den Anwender erfolgt durch die zeichnerische Ermittlung der beiden Punkte M (maximaler Zubrand) und NP (Neutralpunkt). Der maximale Zubrand M ist von den Schweißparametern U und l abhängig und wird vom Anwender grafisch mit Hilfe der Skala 1 und der Kurvenschar in Feld 2 ermittelt. Beim Erstellen des Pulverdiagramms erfolgt daher die Konstruktion der Kurvenschar in Feld 2 nach der Gleichung

$$M = M^0 + a(U - U_0) + b(1/l - 1/l_0) \tag{3}$$

Die Ermittlung der für diese Berechnung erforderlichen Konstanten M^0 , a und b erfolgt nach Punkt 6.1.

Der Neutralpunkt, beim dem $\Delta X = 0$ ist, ergibt sich durch Umformen von Gleichung (2) zu

$$NP = \frac{M^0 + a(U - U_0) + b(1/l - 1/l_0)}{K^0 + c(U - U_0) + d(1/l - 1/l_0)} \tag{4}$$

Mit Hilfe von Gleichung (4) können die Kurven in Feld 4, mit denen im Zusammenwirken mit Skala 2 der Neutralpunkt grafisch ermittelt wird, punktweise berechnet werden. Wenn ein Rechner mit angeschlossenem Plotter zur Verfügung steht, kann das Pulverdiagramm einschließlich der Kurvenscharen in den Feldern 2 und 4 im Rahmen eines Programms gezeichnet werden.

Je nach Zu- und Abbrandverhalten eines Schweißpulvers kann es zweckmäßig sein, die in Bild 1 dargestellte Grundform des Pulverdiagramms abzuändern. Wenn ein Schweißpulver nur Abbrand zeigt, so ist $M = NP = 0$, Bild 2.

In diesem Falle erfolgt die Konstruktion der Abbrandgeraden über den Nullpunkt $NP = 0$ und einen Schnittpunkt mit einer zweckmäßig gewählten Hilfsgeraden. Hierzu ist beim Erstellen des Pulverdiagramms die Hilfsgerade durch Wahl der Konstanten p und q willkürlich festzulegen.

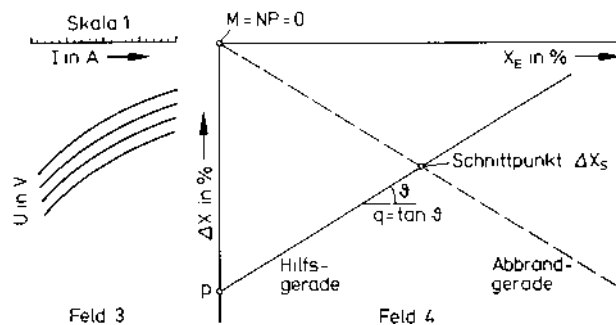


Bild 2. Abgeändertes Schweißpulverdiagramm – für Pulver mit Abbrand.