

Ersetzt Ausgabe April 2006

Inhalt:

- 1 Zweck
- 2 Bedeutung des Messens für die Qualitätssicherung
- 3 Messgrößen
- 4 Messverfahren
 - 4.1 Strommessung
 - 4.1.1 Messen des Stromes auf der Sekundärseite
 - 4.1.2 Stromflusswinkelmessung
 - 4.1.3 Messen des Stromes auf der Primärseite
 - 4.1.4 Messung des Phasenwinkels und der Phasenverschiebung
 - 4.2 Schweißzeitmessung
 - 4.3 Spannungsmessung
 - 4.4 Widerstandsmessung
 - 4.4.1 Messung des Übergangswiderstandes
 - 4.4.2 Messung des dynamischen Widerstandes
 - 4.5 Leistungs- und Energiemessung
 - 4.6 Elektrodenkraftmessung
 - 4.6.1 Elektrodenkraftmessung vor dem Schweißen
 - 4.6.2 Elektrodenkraftmessung während des Schweißens
 - 4.7 Elektrodenwegmessung
 - 4.7.1 Elektrodenwegmessung vor Einsetzen des Schweißstroms
 - 4.7.2 Elektrodenwegmessung ab Einsetzen des Schweißstroms
 - 4.8 Temperaturmessung
- 5 Schrifttum
 - 5.1 Regelwerk
 - 5.2 Literatur

1 Zweck

Ziel dieses Merkblattes ist, über die Messverfahren und die Messgeräte zu informieren, die beim Widerstandspunkt-, Buckel- und Rollennahtschweißen benutzt werden können. Dabei wird besonders auf die Vor- und Nachteile der Verfahren und Geräte und auf die durch die Eigenarten des Widerstandsschweißens bedingten besonderen Probleme hingewiesen. Voraussetzung für ein erfolgreiches Anwenden der Messergebnisse sind Grundkenntnisse über Messabweichung und Messunsicherheit. Hierzu werden daher ebenfalls Angaben gemacht.

Nicht berücksichtigt werden in diesem Merkblatt Messungen und Messverfahren, die in DIN ISO 669, DIN EN ISO 5045-1 und im Merkblatt DVS 2913 festgelegt worden sind. Ebenso werden die Messverfahren zur zerstörenden und zerstörungsfreien Prüfung von Schweißverbindungen in diesem Merkblatt nicht behandelt. Diese werden im Merkblatt DVS 2916 Teil 1 bis Teil 5 beschrieben.

Die in diesem Merkblatt verwendeten Begriffe sind überwiegend in DIN ISO 669 sowie in IEC Teil 3-1, 312, 313, 314 genormt.

2 Bedeutung des Messens für die Qualitätssicherung

Zur Gewährleistung der Prozesssicherheit ist das Messen beim Widerstandsschweißen von grundlegender Bedeutung.

Der Widerstandsschweißprozess gehört zur Klasse der speziellen Prozesse nach DIN ISO 9000. Dementsprechend kann die Qualität von Schweißverbindungen durch nachträgliche Qualitätsprüfung am Produkt in vollem Umfang nur durch zerstörende

Prüfung nachgewiesen werden. Um Fehler bereits während des Prozessablaufs zu erkennen und zu verhindern, ist eine ständige Überwachung des Prozesses durch das Messen von Prozesssignalen und einer daraus abgeleiteten Qualitätsbewertung erforderlich.

Die beim Widerstandsschweißen auftretenden Messgrößen werden über entsprechende Aufnehmer an der Messschaltung zugeführt. Der angezeigte Messwert kann dann mit einem, der gewünschten Qualität der Schweißnaht entsprechenden, Sollwert verglichen werden, um aus der Abweichung ein Signal zur Qualitätsbewertung abzuleiten. Damit ist es möglich, den Zustand und die Einstellung einer Schweißeinrichtung mit dem Ziel einer möglichst gleichmäßigen Qualität von Schweißungen zu kontrollieren.

Die in der Praxis eingesetzten Mess- und Überwachungsgeräte sind zum Betrieb an Widerstandsschweißeinrichtungen aller Art geeignet. Sie können verwendet werden zum

- Messen des Einstellwertes für eine gute Schweißung und Protokollieren der gemessenen Werte;
- Überprüfen einer Maschine in der Fertigung auf Einhaltung der Sollwerte;
- Vergleichen der Einstellwerte mehrerer Schweißeinrichtungen für ähnliche Aufgabe;
- Prüfen einer Schweißanlage vor der Inbetriebnahme auf Einhaltung der Nennwerte unter Betriebsbedingungen;
- Auswählen eines Maschinentyps auf Eignung für eine bestimmte Schweißaufgabe;
- Übertragen von Einstellwerten aus Richtwerttabellen, Diagrammen oder Arbeitsplänen auf eine Maschine;
- Prüfen einer Maschine oder Steuerung auf richtige Funktion in Betrieb oder nach Reparatur oder Wartungsarbeiten;
- Optimieren von Prozesszeiten und Elektrodenstandmengen durch Analyse zeitlicher Signalverläufe.

3 Messgrößen

Die Wärme für das Widerstandsschweißen wird dadurch erzeugt, dass durch einen Widerstand R ein Strom I in der Zeit t fließt. Nach dem vereinfachten Jouleschen Gesetz entsteht dabei eine Wärmemenge $Q [J] = I^2 \times R \times t$. Die näheren Zusammenhänge werden ausführlich in Merkblatt DVS 2902-4 dargestellt.

Die für die Bildung der Schweißlinie zur Verfügung stehende Nutzwärmemenge ergibt sich aus der Differenz von zugeführter Wärmemenge und Verlustwärmemenge, die durch Wärmeleitung, Wärmestrahlung und Konvektion entsteht. Unter der Annahme, dass die Verlustwärmemenge konstant ist, steht für das Aufschmelzen der Schweißlinie eine konstante Wärmemenge zur Verfügung, wenn Schweißstrom, Gesamtwiderstand und Schweißzeit konstant sind. Bei dieser Aussage muss beachtet werden, dass der Gesamtwiderstand eine komplexe Größe ist, die besonders von der Elektrodenkraft, dem Werkstoff und seiner Oberflächenbeschaffenheit abhängig ist; auch durch den Zustand der Elektrodenarbeitsfläche wird er beeinflusst. Selbst bei konstanten Elektrodenkräften ändert sich die wirksame Elektrodenkraft

Die 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 „Widerstandsschweißen“

(Flächenpressung), wenn die geometrischen Abmessungen der Widerstandsschweißelektrode nicht konstant sind. Hierdurch ergeben sich auch andere Stromdichten. Die geometrischen Abmessungen der Elektroden beim Punkt- und Rollennahtschweißen bzw. der Schweißbuckel beim Buckelschweißen sind deshalb weitere wesentliche Messgrößen. Auch der Einsinkweg der Elektroden sowie deren Auf- und Nachsetzverhalten sind wichtige Einflussgrößen auf den Gesamtwiderstand. Außerdem ist zu beachten, dass der Einfluss des sich ändernden Werkstückwiderstandes vom Verhältnis dieses Widerstandes zur Gesamtimpedanz des Sekundärkreises bestimmt wird. Weiterhin ist zu beachten, dass die Netzspannung, Netzspannungsschwankungen und kurzfristige Netzspannungseinbrüche die Größe des Schweißstromes beeinflussen. Deshalb sind die Spannungen auf der Primär- und der Sekundärseite des Schweißtransformators weitere wesentliche Messgrößen.

Für das Messen werden mechanische und elektrische Messgeräte oder Messeinrichtungen verwendet, Bild 1.

Anzeigegeräte zeigen den vorhandenen oder gespeicherten Wert an. Registriergeräte zeichnen den zeitlichen Verlauf des Messwertes auf. Aus dem Kurvenverlauf lassen sich Tendenzen, z. B. Stromabfall, und Zusammenhänge zwischen verschiedenen Größen, z. B. Strom- und Kraftprogramm, erkennen.

Bei der Auswahl der Messgeräte ist auf den schnell veränderlichen Charakter der Messgrößen zu achten (Trägheit, Abtastrate der Messgeräte, Speicherfähigkeit).

Grundsätzlich hat jedes Messgerät eine Messabweichung und jede Messung eine Messunsicherheit. Für den Umgang mit Messgeräten und für das Auswerten der Messergebnisse ist es deshalb notwendig, sich mit den Themen der Messabweichung und der Messunsicherheit zu befassen. Ausführliche Angaben hierzu sind z. B. in DIN 1319 – Teil 1, 3 und 4 enthalten.

Fehlergrenzen sind vereinbarte Höchstbeträge für Abweichungen der Anzeige von Messgeräten und Messeinrichtungen. Sie geben an, innerhalb welcher Grenzen ein Messwert (Messergebnis) vom richtigen Wert abweichen darf. Sie sind vorwiegend durch systematische Abweichungen bedingt, die meist aus Fertigungstoleranzen bei der Herstellung der Messgeräte herrühren. Systematische Messabweichungen haben eine bestimmte Größe und ein bestimmtes Vorzeichen und lassen sich somit korrigieren. Zufällige Messabweichungen werden hervorgerufen durch physikalisch nicht erfassbare und nicht beeinflussbare Änderungen der Einflussgrößen.

Zur Angabe eines vollständigen Messergebnisses gehört ebenfalls die Angabe der Messunsicherheit. Diesem darf die Fehlergrenzen nicht überschreiten.

Die Genauigkeit eines Messgerätes kann je nach Zweckmäßigkeit angegeben werden in:

- Einheiten der gemessenen Größe (z. B. kA, V, ms),
- Prozent des angezeigten Wertes,
- Prozent der Skalenlänge,
- Prozent des Anzeigebereichs / Messbereichs.

Ist die Genauigkeit auf die Skalenlänge, den Anzeige- oder Messbereichsendwert bezogen, sind im unteren Anzeigebereich große bezogene Messabweichungen zulässig. Deshalb sollte in diesem Fall stets im oberen Drittel der Anzeige gemessen werden.

4 Messverfahren

4.1 Strommessung

Der Schweißstrom fließt in der Regel nur wenige Millisekunden bzw. Periode und kann je nach Typ der Schweißstromquelle sehr unterschiedliche zeitliche Verläufe haben, Bild 2.



Bild 1: Beispiel für eine Messkette.

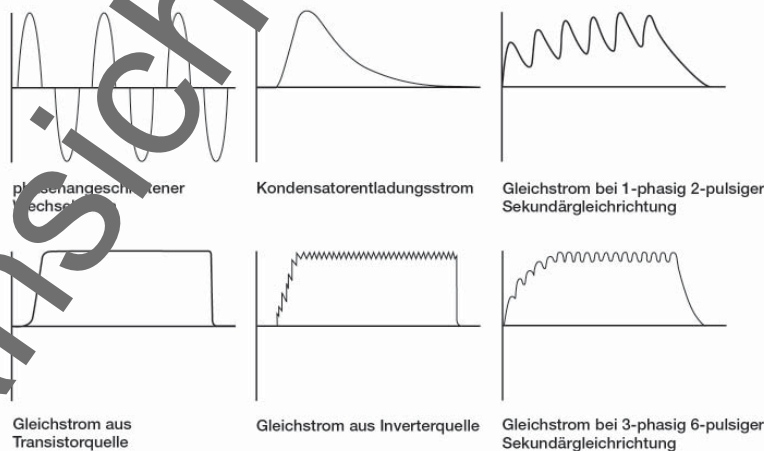


Bild 2: Beispiele für Schweißstromformen. Weitere Erläuterungen in Merkblatt DVS 2942-1.