

Ersetzt Ausgabe Juni 1993

Inhalt:

- 1 Zielsetzung
- 2 Merkmale von Reibschweißverbindungen
 - 2.1 Wärmeeinfluss
 - 2.2 Schweißzeit
 - 2.3 Maßhaltigkeit
- 3 Herstellen von Reibschweißverbindungen
 - 3.1 Allgemeine Voraussetzungen
 - 3.2 Betriebliche Voraussetzungen
 - 3.3 Maschinentechnische Voraussetzungen
 - 3.4 Anlieferungszustand der Halbzeuge
 - 3.5 Vorbereitung der zu schweißenden Teile
- 4 Schweißparameter und Einflüsse
 - 4.1 Einfluss der Reibschweißverfahren
 - 4.2 Einfluss der Werkstoffe
 - 4.3 Einfluss des Schweißquerschnittes
- 5 Überwachen des Schweißvorganges
- 6 Schrifttum

1 Zielsetzung

Dieses Merkblatt hat das Ziel, auf die Besonderheiten des Reibschweißens hinzuweisen und Entscheidungshilfen für die Anwendung zu geben. Einen Überblick über die Grundlagen, Verfahrensvarianten und Einflussgrößen des Reibschweißens sowie die Qualitätssicherung, Bewertungsgruppen und Ausbildungsrichtlinien vermitteln die anderen Teile des Merkblattes DVS 2909-4.

2 Merkmale von Reibschweißverbindungen

Die statische Festigkeit von Reibschweißverbindungen erreicht beim Einhalten der geforderten Herstellungsbedingungen im Allgemeinen die Festigkeit des Grundwerkstoffes. Abhängig von der Werkstoffpaarung und der späteren Betriebsbelastung kann der Schweißwulst belassen werden oder er muss abgearbeitet werden. Reibschweißverbindungen erfordern hohe schwingende und schlagartige Beanspruchungen. Bei Reibschweißverbindungen mit belassenem Schweißwulst können aufgrund der Kerbwirkung die statischen oder dynamischen Festigkeitseigenschaften verringert sein.

Reibschweißverbindungen weisen gegenüber vielen Schmelz- und Pressschweißverbindungen insbesondere folgende Merkmale auf:

2.1 Wärmeeinfluss

Beim Reibschweißen liegt die Fügetemperatur unter der Schmelztemperatur der Werkstoffe. Die im Fügebereich auftretende Verformung führt zur Verbindung mit der eingebrachten Wärme zu einem feinkörnigen Gefüge. Die gesamte eingebrachte Wärmemenge ist bezogen auf den Fügequerschnitt, verhältnismäßig klein, sodass eine schmale Wärmeeinflusszone entsteht.

Die hohe Abkühlgeschwindigkeit führt bei umwandlungshärtbaren Stählen zur Aufhärtung. Das verfahrensbedingte geringe Eigenspannungsniveau und das feinkörnige Gefüge lassen jedoch in Abhängigkeit von Bauteilform und Beanspruchungsfall eine im Vergleich zu den Schmelzschweißverfahren höhere Aufhärtung zu. Die Erwärmungs- und Abkühlgeschwindigkeiten können durch die Wahl der Schweißparameter beeinflusst werden. Bei rotationssymmetrischem Schweißstoß sind auch Wärmeeinbringung und Gefügebeeinflussung rotationssymmetrisch. Daher ist der Winkelverzug gering.

2.2 Schweißzeit

Durch das gleichmäßige Erwärmen der gesamten Schweißstoßfläche werden kurze Schweißzeiten erzielt (siehe Abschnitt 4, Tabelle 2).

Bei Rohrquerschnitten ist die Schweißzeit gegenüber Vollquerschnitten gleicher Fläche bei ähnlicher Schweißparameterwahl geringer.

2.3 Maßhaltigkeit

Die rotationssymmetrische Wärmeeinbringung sowie der bei der Abkühlung entstehende günstige Eigenspannungszustand führen zu einem nur sehr geringen Verzug und begünstigen damit eine hohe Maßhaltigkeit der reibgeschweißten Teile.

Chemische Zusammensetzung, Anisotropie, mechanische Eigenschaften, Wärmebehandlungszustand und Stoßflächenbeschaffenheit der Fügeteile beeinflussen die Längengenauigkeit. Plan- und Rundlaufgenauigkeiten sind abhängig von der Maschinensteifigkeit, Spannmittel und Bauteilgeometrie.

3 Herstellen von Reibschweißverbindungen**3.1 Allgemeine Voraussetzungen**

Die Anforderungen an die Vorbereitung der Stoßflächen und an das Personal sind in den Merkblättern DVS 2909-4 und -5 festgelegt.

3.2 Betriebliche Voraussetzungen

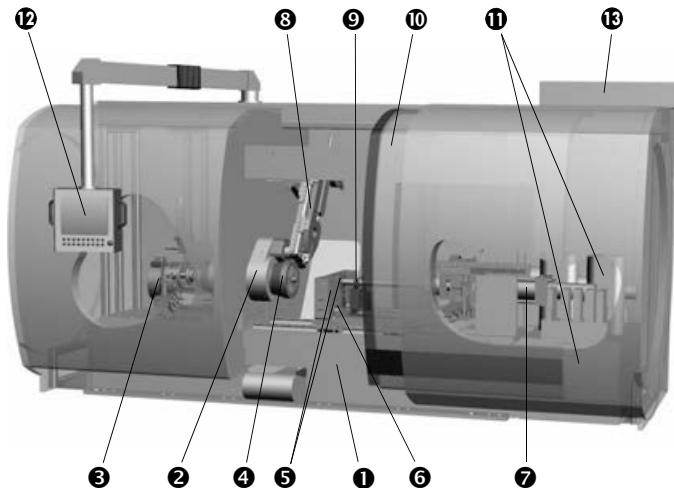
Für das Reibschweißen in gesetzlich geregelten Bereichen bedarf es der Erweiterung des betrieblichen Eignungsnachweises nach den entsprechenden Normen um das Reibschweißen.

3.3 Maschinentechnische Voraussetzungen

Der Maschinenaufbau und seine Ausführung werden durch die Schweißaufgabe bestimmt und sind Voraussetzung einer genauen, wiederholbaren Fertigung. Grundsätzlich unterscheidet man je nach Richtung der Kraftwirkung die horizontale und die vertikale Bauart. Den Aufbau am Beispiel einer horizontalen Reibschweißmaschine zeigt Bild 1.

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 „Reibschweißen“



- 1 Maschinengestell in Rahmenkonstruktion
- 2 Spindelstock mit Arbeitsspindel und Bremse
- 3 elektrischer Drehantrieb
- 4 rotierende Spannvorrichtung
- 5 nicht rotierende Spannvorrichtung
- 6 Schlitten
- 7 Vorschubzylinder für Reib- und Stauchkraft
- 8 Abdreheinheit
- 9 Lünette zur Führung langer Werkstücke beim Wulstentfernen
- 10 Schutztür
- 11 Hydraulik-Aggregat
- 12 Maschinensteuerung mit Parameterüberwachung (Controller)
- 13 Verbindung zum elektrischen Schaltschrank

Bild 1. Reibschweißmaschine mit kontinuierlichem Antrieb in Horizontalbauweise.

Die Installations- und Aufstellungsbedingungen sind mit dem Maschinenhersteller zu klären.

Vorrangig beeinflusst die Aufgabenstellung die Wahl der Maschinenauslegung hinsichtlich Axialkraft, Drehzahl und Schweißzeit. Weitere Einflussgrößen sind zum Beispiel: Vorschubgeschwindigkeit während des Reibens, Reibweg, Bremszeitpunkt, Stauchzeitpunkt und Massenträgheitsmoment.

Bei Betriebstemperatur der Schweißmaschine sind die Maschinenparameter auf ihre Schwankungen unter Wiederholbedingungen zu überprüfen. Moderne Maschinen sollten deshalb über eine Parameterüberwachung verfügen, die eine Sicherstellung der vorgegebenen Prozesskurvenverläufe gewährleistet.

3.4 Anlieferungszustand der Halbzeuge

In Merkblatt DVS 2909-1 ist eine Auswahl reibgeschweißter Werkstoffe und Werkstoffkombinationen aufgeführt. Um die Vorteile der guten Wiederholbarkeit der Eigenschaften von Reibschweißverbindungen sicherzustellen, ist Folgendes zu beachten:

3.4.1 Chemische Zusammensetzung

Es sollen genormte Werkstoffe verwendet werden, siehe auch Abschnitt 4.2. In Sonderfällen sind die Werte der Reibanalyse einzuengen.

3.4.2 Gefügezustand

Der Gefügezustand der Werkstoffe soll innerhalb einer Reibschweißserie einheitlich und gleich bleiben. Werkstoffe mit einem möglichst homogenen Gefüge und mit geringen nicht-metallischen Einschlüssen sind zu bevorzugen.

3.4.3 Festigkeit und Härte

Schwankungen von Festigkeit und Härte beeinflussen den Schweißvorgang und damit auch die Längengenauigkeit des geschweißten Teiles.

3.4.4 Maßhaltigkeit

Die Maßhaltigkeit der Halbzeuge und Rohteile ist den geforderten Fertigungstoleranzen anzupassen. Beim Reibschweißen dünnwandiger Rohre ist besonders auf Rund- und Planläufe sowie Wanddickertoleranzen zu achten (siehe Merkblatt DVS 2909-5).

3.5 Vorbereitung der zu schweißenden Teile

3.5.1 Schweißstoff

Der Konstrukteur kann durch die Gestaltung des Werkstücks, die Gliederung in Einzelteile sowie die Wahl der Fertigungsbedingungen die Vorteile des Reibschweißens ausnutzen. Die Reibschweißverbindung schließt im Allgemeinen den gesamten Ausgangsquerschnitt an. Folgende Hinweise sind zu beachten (vergleiche Tabelle 1):

- der rotationssymmetrische Stumpfstoß ist zu bevorzugen,
- ausreichende Länge und Steifigkeit zum Spannen der Teile sind zu berücksichtigen,
- als Anreihhilfe bei großen Durchmessern kann beispielsweise ein Kegelstumpf dienen,
- Sägeschnitte sind meist ausreichend,
- bei großen Vollquerschnitten kann eine Zentralbohrung ausreichender Tiefe den Werkstofftransport während des Reibschweißens erleichtern,
- bei dünnwandigen Rohren ist die Planlaufabweichung möglichst gering zu halten,
- bei Werkstoffkombinationen muss die Stoßflächenvorbereitung den besonderen Werkstoffbedingungen angepasst werden.