

Inhalt:

- 1 Ziel des Merkblatts
- 2 Einleitung
- 3 Komponenten einer Reparaturschweißmaschine
- 4 Aufgaben von Steuerung, Leistungsteil und Schweißtransformator
- 5 Leistungsteile
- 6 Schweißtransformator
- 7 Kühlung
 - 7.1 Luftkühlung
 - 7.2 Wasserkühlung
 - 7.3 Elektroden- und Kappenkühlung
- 8 Technische Daten – Charakteristik der Maschine
 - 8.1 Leistungsfähigkeit der Anlage
 - 8.2 Leistungsschildangaben
 - 8.3 Netzanschluss und Netzbelastung
- 9 Schweißablauf
 - 9.1 Einpulserschweißung
 - 9.2 Mehrpulserschweißung
 - 9.2 Schweißparameter
 - 9.3 Schweißparameter und Ablaufkontrolle
 - 9.3.1 Schweißstrom und Stromdichte
 - 9.3.2 Schweißzeit
 - 9.3.3 Anpresskraft
 - 9.4 Bedienkonzepte – Programmierung und Parameterwahl
- 10 Messwerterfassung
 - 10.1 Strommessung
 - 10.2 Elektroden Spannungsmessung und Widerstandsverlauf
 - 10.3 Kraftmessung
 - 10.3.1 Kraftmessung durch Drucksensoren
 - 10.3.2 Kraftmessung durch Kraftsensoren
- 11 Steuerung und Regelung
 - 11.1 Gesteuerter Betrieb und Netzspannungskompensation
 - 11.2 Konstantstromregelung (KSR)
 - 11.3 Adaptive Regelung
- 12 Schweißzangen
 - 12.1 C- und X-Zangen
 - 12.2 Elektroden und Elektrodenkappen
 - 12.3 Kappenpflege
- 13 Einseitiges Punktschweißen (Stoßpunkten)
- 14 Sicherheitsanforderungen
- 15 Wartung
- 16 Schrifttum

1 Ziel des Merkblatts

Das Merkblatt soll eine Übersicht über die Aufbauvarianten und Funktionalitäten von Widerstandsschweißmaschinen geben, wie sie für die Karosserieeinsetzung eingesetzt werden.

Das Widerstandsschweißen hat sich gerade in den letzten Jahren sprunghaft weiterentwickelt. Die Technik ist immer komplexer geworden und neue Verfahrensbezeichnungen sind in die Praxis der Werkstätten eingezogen. Das Merkblatt DVS 2521-1 vermittelt in diesem Teil 1 [1] einen Überblick über den Stand der Technik, um dem Anwender Grundkenntnisse für seine tägliche Arbeit und die

Auswahl einer zweckmäßigen Werkstattausrüstung an die Hand zu geben. Für eine weiterführende Darstellung, die auch Grundlagen der Elektrotechnik und der Werkstofftechnik einschließt, sei auf [5] verwiesen.

Teil 2 des Merkblattes (DVS 2521-2 [2]) beschreibt ein Klassifizierungssystem für Widerstandsschweißmaschinen, die in der Karosseriereparatur eingesetzt werden und mit einer Trafozange ausgerüstet sind. Die Klassifizierung stellt eine grundlegende und allgemeine Beschreibung von technischen Standards dar.

2 Einleitung

Beim Widerstandsschweißen müssen im Wesentlichen die Elektrodenkraft und der Schweißstrom nach einem von der Schweißaufgabe vorgegebenen zeitlichen Ablauf gesteuert werden. Diese Aufgabe übernimmt die Schweißsteuerung, während Leistungsteil und Transformator aus der hohen Netzspannung (mit vergleichsweise niedrigem Netzstrom) einen hohen Schweißstrom erzeugen.

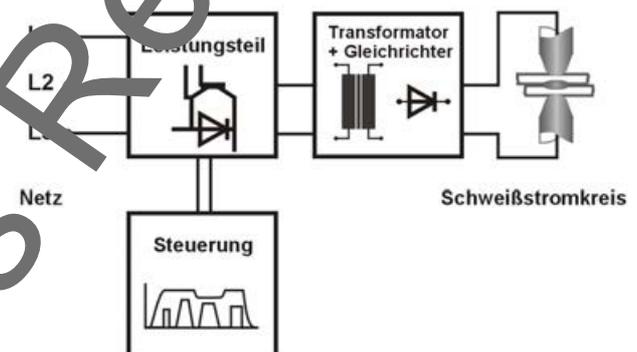


Bild 1. Allgemeines Blockdiagramm einer Inverter-Widerstandsschweißmaschine.

Grundsätzlich besteht eine Schweißmaschine, wie sie in der Karosseriereparatur eingesetzt wird, aus einem Grundgerät (das neben Steuerung und Inverter auch zusätzliche Komponenten für Kühlung und Pressluftsystem enthält) und einer (oder mehreren) Schweißzange(n). Je nach der Bauform der Maschine befindet sich der Transformator im Grundgerät (Kabelzangenmaschine) oder in der Schweißzange (Trafozangenmaschine).

Die Einführung neuer hochfester Stahlsorten in den Karosseriebau hat die Anforderungen an Widerstandsschweißmaschinen erhöht. Zahlreiche neue Schweißsteuerungsfunktionen verbessern den Prozessablauf und erhöhen die Qualität der Schweißverbindungen. Moderne Inverter-Leistungsteile haben die 50-Hz-Technik völlig verdrängt. Zu kleine Schweißströme und überforderte Netzsicherungen gehören damit der Vergangenheit an. Ohne diese technische Weiterentwicklung wäre der Einsatz des Widerstandsschweißens als effektive Füge-technologie nicht mehr denkbar.

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.

3 Komponenten einer Reparaturschweißmaschine

Eine Reparaturschweißmaschine besteht aus folgenden Hauptkomponenten:

- Inverter-Leistungsteil,
- Schweißtransformator,
- Schweißsteuerung mit Bedieneinheit,
- Schweißzange mit Elektrodenarmen unterschiedlicher Ausladungen,
- Punktpistole,
- Gehäuse und Fahrgestell (in der Regel mit Balancer),
- Kühlsystem, bestehend aus Wassertank und/oder Kühlaggregat,
- Zubehör zum Ausbeulen.

4 Aufgaben von Steuerung, Leistungsteil und Schweißtransformator

Mögliche Funktionen von Steuerungen und Leistungsteilen sind:

- Steuerung bzw. Regelung des Schweißstroms und der Elektrodenkraft; Einstellen der Schweißzeit,
- Synchronisation des Verlaufs von Schweißstrom und Elektrodenkraft mit dem Prozessablauf,
- Überwachen von Sollwerten (Schweißstrom, Anpresskraft, ...),
- Speichern und Abrufen von Standardparametern bzw. von (durch die Automobilhersteller) vorgegebenen Schweißprogrammen,
- Datenspeicherung (Protokollieren der Schweißparameter sowie von Parameteränderungen, Status- und Fehlermeldungen),
- Anzeige der eingestellten Parameter und ggf. der gespeicherten Daten.

Unabhängig von der Realisierung der oben genannten Aufgaben sollen sich die Schweißsteuerungen durch eine einfache Bedienung und kurze Inbetriebnahmezeiten auszeichnen.

5 Leistungsteile

Als Leistungsteile werden nur noch Inverterbaugruppen (die seit Ende der neunziger Jahre auf dem Markt sind) in Reparaturschweißmaschinen eingebaut. Deshalb beziehen sich die folgenden Betrachtungen lediglich auf diese Technologie.

Der Eingang des Leistungsteils ist an die Netzversorgungsspannung angeschlossen. Die Ausgangsspannung des Leistungsteils ist höher als die Netzversorgungsspannung. Der Ausgang des Leistungsteils ist mit der Primärwicklung des Schweißtransformators verbunden. An der Sekundärwicklung des Schweißtransformators liegt die niedrige Schweißspannung an (Sekundärleer-

laufspannung üblicherweise 9 bis 13 V bei Trafozangen und 13 bis 25 V bei Kabelzangen). Je nach Anwendungsfall kann der Schweißstrom zwischen 5 und 20 kA betragen.

Die Verlustleistung des Leistungsteils muss über Luft- oder Wasserkühlung abgeführt werden (siehe Abschnitt 7). Das Leistungsteil bestimmt (neben dem Transformator) wesentlich die elektrische Leistungsfähigkeit einer Schweißmaschine; Hinweise zu deren Auswahl werden in Abschnitt 8 gegeben.

Jeder Inverter ist durch seine Taktfrequenz charakterisiert; diese ist identisch mit der Frequenz der erzeugten Wechselspannung. Während erste Inverter (Mittelfrequenztechnik) eine Taktfrequenz von 1 kHz hatten, ging die Entwicklung der letzten Jahre zu hochfrequenten Invertern (mit beispielsweise 2 kHz). Aus der Weiterentwicklung wurde folgende Einteilung abgeleitet:

- Mittelfrequenzinverter 1000 bis 4000 Hz
- Hochfrequenzinverter über 4000 Hz

Durch die höhere Schaltfrequenz (Taktfrequenz) kann zum einen das Transformatorgewicht erheblich reduziert und zum anderen die Regelgeschwindigkeit erhöht werden. Die kürzeste Reaktionszeit des Leistungssteils in Wechselstrommaschinen betrug 20 ms (50 Hz), beim Mittelfrequenzinverter 1 ms (1000 Hz) und beim Hochfrequenzinverter 0,1 ms (10.000 Hz).

In einer weiteren Entwicklungsstufe werden frequenzvariable Leistungsteile eingesetzt, deren Taktfrequenz verstellt werden kann (mindestens zwischen 1 und 10 kHz, oft darüber hinaus).

Ein Inverter-Leistungsteil besteht aus einem Netzgleichrichter, einem Zwischenkreis und einem Wechselrichter. Der Anschluss des Inverters erfolgt 3-phasig und belastet das Netz symmetrisch.

Der Netzgleichrichter richtet die Versorgungsspannung gleich (Restriktivität: 6fache Netzfrequenz = 300 Hz) und speist die Kondensatoren im Zwischenkreis. Diese glätten die Gleichspannung des Zwischenkreises und dämpfen die Schaltspitzen des Wechselrichters. Im Anschluss an den Zwischenkreis befindet sich der Wechselrichter, der die Gleichspannung in eine Wechselspannung mit erhöhter Frequenz (z. B. 1000 Hz bei einer Mittelfrequenzmaschine) wandelt.

Am Ausgang des Wechselrichters wird der Mittel- oder Hochfrequenztransformator mit integriertem Sekundär-Gleichrichter angeschlossen, damit im Schweißstromkreis ein Gleichstrom fließt.

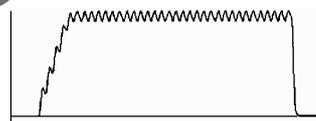


Bild 3. Prinzipieller Verlauf des Schweißstroms.

Nach Trennung des Inverters vom Netz besitzt der Zwischenkreis im Inneren noch eine personengefährliche Spannung (500 V). Je nach Typ und Ausführungsform kann die Enladezeit bis zu mehreren Minuten betragen.

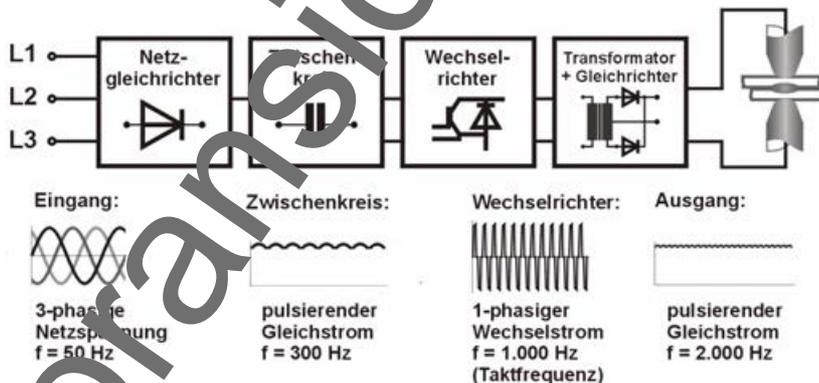


Bild 2. Blotschaltbild einer Mittelfrequenz-Inverter-Maschine (1 kHz).