



Inhalt:

- 1 Zweck des Merkblattes
- 2 Geltungsbereich
- 3 Definition der Schweißignung
- 4 Stahlherstellung und Oberflächenbeschichtung
- 5 Zusammenhang zwischen Werkstoffeigenschaften und Punktschweißignung
- 6 Punktschweißignung der Stahlwerkstoffe
- 7 Arbeitsschutzmaßnahmen
- 8 Hinweis für die Qualitätssicherung
- 9 Schrifttum

1 Zweck des Merkblattes

Dieses Merkblatt hat zusammen mit seinen zugehörigen Teilen

- 1: Übersicht,
- 3: Konstruktion und Berechnung,
- 4: Vorbereitung und Durchführung

die Aufgabe, über Anwendungsmöglichkeiten und Probleme des Punktschweißens von Stählen bis 3 mm Dicke zu informieren. Für eine Reihe von Stählen wurden gesonderte DVS-Merkblätter erarbeitet: 2910, 2920, 2923, 2926, 2927, 2933; Einzelheiten siehe Abschnitt 9.3 des Merkblattes.

2 Geltungsbereich

Dieses Merkblatt gilt für unlegierte und legierte, unbeschichtete und oberflächenbeschichtete Stähle bis 3 mm Einzeldicke.

3 Definition der Schweißignung

Die Schweißignung für das Widerstandspunktschweißen hängt insbesondere von den chemischen, metallurgischen und physikalischen Werkstoffeigenschaften sowie von der Oberflächenbeschaffenheit der Stähle ab. Die Schweißignung ist vorhanden, wenn unter Beachtung qualitativer und wirtschaftlicher Gesichtspunkte eine den Anforderungen genügende Punktschweißung hergestellt werden kann.

4 Stahlherstellung und Oberflächenbeschichtung

Das Herstellen der Stähle [1] wird in einzelne Verfahrensschritte unterteilt:

- Metallurgische Herstellung (Schmelzen, Sonderbehandlung, Gießen)
Der Stahl liegt in flüssigem Zustand vor. Die vorgegebene chemische Zusammensetzung und der geforderte Reinheitsgrad werden eingestellt. Sonderbehandlungen der Stahlschmelze, wie Entschwefelung, definierte Zugabe von Legierungselementen und Vakuumbehandlung, können zur Erzielung bestimmter Eigenschaften vorgenommen werden.

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.

Ersetzt Ausgabe März 1990

Die Stähle werden fast ausschließlich im Stranggießverfahren vergossen. Hierdurch werden ein hoher Reinheitsgrad, eine gleichmäßige chemische Zusammensetzung und eine gute Oberflächenbeschaffenheit der Brammen gewährleistet.

- Warmwalzen – Kühlen – Haspeln
Stahleigenschaften (Festigkeit, Zerstörungsverhalten usw.), Gefüge, Dicke und Oberfläche der Warmbänder werden erzeugt.
- Kaltwalzen – Glühen – Dressieren
Nach dem Kaltwalzen werden die Stahlbänder rekristallisierend geglüht und dressiert.
Stahleigenschaften (Festigkeit, Umformverhalten, Planlage, Korrosionsbeständigkeit usw.), Gefüge, Dicke und Oberfläche der Kaltbänder werden erzeugt.
- Überzüge und Oberflächenbeschichtungen
Metallische Überzüge aus Zinn, Blei, Zink, Aluminium, Kupfer, Nickel, Chrom und Legierungen sowie organische Beschichtungen aus schweißfähigen Grundierungen, Lacken oder thermoplastischen Kunststoffen können ein- oder beidseitig aufgebracht werden. Die wichtigsten Verfahren zum Aufbringen metallischer Überzüge sind das Schmelztauchen und das elektrolytische Abscheiden. Organische Beschichtungen werden im „coil coating“-Verfahren als Flüssigbeschichtung oder Folienbeschichtung aufgebracht.
Hauptgrund für den Einsatz oberflächenveredelter Stahlbleche ist die erhöhte Korrosionsbeständigkeit. Darüber hinaus können aber auch Anforderungen an dekoratives Aussehen, Haftungseigenschaften für nachfolgende Lackierungen und Zunderbeständigkeit Gründe für die Verwendung beschichteter Stahlbleche sein.
Die geforderten Produkteigenschaften werden durch das gezielte Zusammenwirken der einzelnen beschriebenen Verfahrensschritte erreicht.

5 Zusammenhang zwischen Werkstoffeigenschaften und Punktschweißignung

Die hier behandelten Stahlwerkstoffe [2] sind im wesentlichen durch nachfolgende Werkstoffeigenschaften gekennzeichnet, die sich häufig überlagern und sich unterschiedlich auf die Punktschweißignung auswirken:

- Chemische Zusammensetzung
Die chemische Zusammensetzung hat einen erheblichen Einfluß auf die Schweißignung und bestimmt im wesentlichen die Gefügeausbildung, Aufhärtung, Linsenausbildung, Ribbildung und Festigkeit der Punktschweißverbindungen.
In vielen Fällen wird das Kohlenstoffäquivalent (CE) zur Kennzeichnung der Schweißignung der Stähle verwendet. Bei unlegierten und niedriglegierten Stählen kann man die Aufhärtung des Schweißpunktes mit Hilfe des Kohlenstoffäquivalentes abschätzen. Hierfür wird die vereinfachte Formel:

$$CE = C + \frac{Mn}{6}$$

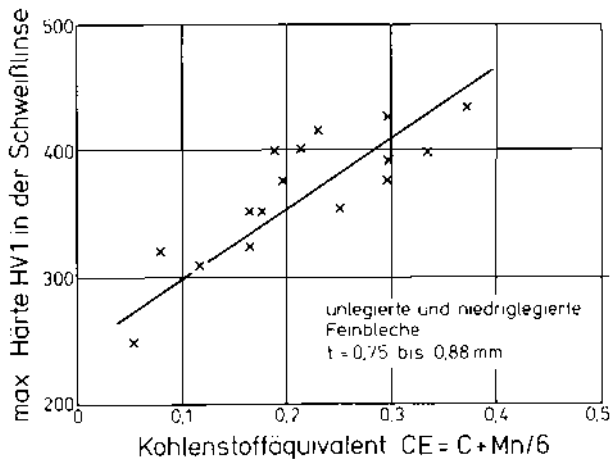


Bild 1. Maximale Härte der Schweißlinse in Abhängigkeit vom Kohlenstoffäquivalent.

empfohlen. Bild 1 zeigt als Beispiel die Abhängigkeit der maximalen Härte in der Schweißlinse vom Kohlenstoffäquivalent.

- Festigkeit

Die Festigkeit der Stähle wird durch die chemische Zusammensetzung in Verbindung mit der Walz- und Glühbehandlung erreicht. Eine Festigkeitssteigerung kann durch eine Kaltverformung oder durch Zugabe von Legierungselementen erfolgen. Insbesondere die letztgenannte Maßnahme kann zu einer Einschränkung der Punktschweißbeignung führen.

- Verformungsfähigkeit

Die Verformungsfähigkeit ist häufig wichtigstes Anforderungskriterium an die Stähle. Die Verformungseigenschaften werden im wesentlichen durch die chemische Zusammensetzung, die Gefügeausbildung und die Oberflächenbeschaffenheit der Stähle bestimmt. Ein Absenken der Legierungselemente verbessert im allgemeinen sowohl die Verformungseigenschaften, als auch die Schweißbeignung. Als Beispiel sei der Kohlenstoffgehalt genannt, der einen starken Einfluß besitzt.

- Gefüge

Das Gefüge der Stähle wird durch die chemische Zusammensetzung in Verbindung mit der Walz- und Glühbehandlung bestimmt. Gefügeunterschiede können die Punktschweißbeignung beeinflussen. Geringe Änderungen der Gefügeausbildung, wie sie üblicherweise innerhalb einer Stahlgüte (zum Beispiel DC01 nach DIN EN 10130) auftreten, wirken sich nur geringfügig auf die Punktschweißbeignung aus.

- Umwandlungsverhalten

Der schnelle Aufheiz- und Abkühlzyklus beim Punktschweißen führt bei den un- und niedriglegierten ferritisch/perlitischen Stählen zu mehrmaligen Phasenumwandlungen, die nicht mehr unter Gleichgewichtsbedingungen ablaufen. Form und Gefüge der Schweißlinse und der Wärmeinflußzone werden von der chemischen Zusammensetzung und der Abkühlgeschwindigkeit nach dem Schweißen bestimmt. Legierte ferritische und austenitische Stähle weisen keine Phasenumwandlungen auf.

- Reinheitsgrad

Der Reinheitsgrad wird durch die Art (Oxide, Sulfide usw.), Menge, Form und Verteilung der nichtmetallischen Einschlüsse im Stahl gekennzeichnet. Zulässige Reinheitsgrade und Seigerungen beeinflussen die Punktschweißbeignung nicht. Bei extrem starken Seigerungen (Dopplungen) kann der Stromübergang und damit die Linsenbildung gestört werden.

- Elektrische und thermische Leitfähigkeit

Die elektrische und thermische Leitfähigkeit steht in direkter

Beziehung zum Werkstoffwiderstand und beeinflusst damit die Punktschweißbeignung wesentlich. So weisen zum Beispiel Stähle mit austenitischem Gefüge eine sechsmal geringere elektrische Leitfähigkeit auf als unlegierte Stähle. Innerhalb einer Stahlgüte (zum Beispiel DC01 nach DIN EN 10130) treten nur geringe Schwankungen in der elektrischen und thermischen Leitfähigkeit auf.

- Oberflächenbeschaffenheit

Die Stahloberfläche kann sehr unterschiedlich beschaffen sein. Stahlbänder weisen nach dem Warmwalzen auf der Oberfläche eine Walzhaut auf, die aus Zunder und Walzrückständen in sehr unregelmäßiger Verteilung besteht. Die beim Punktschweißen maßgeblichen Übergangswiderrände zwischen Elektrode und Blech sowie Blech und Blech werden hierdurch beeinflusst und sind örtlich stark unterschiedlich. Als Folge ergeben sich Verschmutzungen und Ablagerungen an den Elektrodenarbeitsflächen, die die Standmenge vermindern, und es treten Schwankungen in der Qualität der Schweißpunkte auf. Warmgewalzte Stahlbänder ohne Nachbehandlung sind deshalb für das Punktschweißen nicht geeignet.

Eine wesentliche Verbesserung der Widerstandsschweißbeignung wird durch das Beizen der Warmbänder erreicht. Die Walzhaut wird entfernt, und das Werkstoff besitzt eine metallisch blanke Oberfläche, die üblicherweise zum Schutz vor Korrosion geölt wird.

Eine weitere Verbesserung der Oberflächenbeschaffenheit wird durch das Kaltwalzen, Glühen und Dressieren erreicht. Die Oberfläche wird auch hier üblicherweise geölt, um vor Korrosion geschützt zu sein und verbesserte Voraussetzungen für Umformvorgänge zu bieten. Bei unsachgemäßem Transport und unregelmäßiger Lagerung kann die Oberfläche durch Rost, Schmutz und Staub verändert und die Punktschweißbeignung nachteilig beeinflusst werden.

Bei den unlegierten Bändern und Blechen beeinträchtigen die üblicherweise als dünne Filme aufgetragenen Korrosionsinhibitoren die Punktschweißbeignung und Elektrodenstandmengen nicht bzw. nur unwesentlich. Zusätzlich aufgetragene Öle und Fette (zum Beispiel zur Verbesserung des Ziehverhaltens) können die Elektrodenstandmenge vermindern.

Bei den nichtrostenden, austenitischen Stählen ist die Oberfläche von ausschlaggebender Wichtigkeit für die Schweißbeignung. Diese Stähle müssen metallisch blanke Oberflächen haben und frei von Verunreinigungen und Ablagerungen sein, da es sonst zu ungleichmäßiger Erwärmung und damit verbunden zu Aufschmelzungen und verstärkten Anlaufarben kommen kann. Zwischen der unbeeinflussten und der mit Anlaufarben versehenen Oberfläche besteht ein elektrochemisches Potential, das eine Verringerung der Korrosionsbeständigkeit bewirken kann. Öl kann in Verbindung mit der Schweißwärme Aufkohlungen verursachen, die zu einer Verminderung oder sogar zum Verlust der chemischen Beständigkeit führen.

Die bei kaltgewalzten Stahlbändern nach DIN EN 10130 vorkommenden Oberflächen Ausführungen von „besonders glatt“ bis „rau“ mit Mittenrauhwerten R_a bis $1,6 \mu\text{m}$ haben nur einen untergeordneten Einfluß auf die Schweißbeignung. Auch höhere Oberflächenrauheiten lassen sich einwandfrei punktschweißen.

- Blechdicke

Die Blechdicke (maximal 3 mm im vorliegenden Merkblatt) wirkt sich auf die Punktschweißbeignung aus. Mit steigender Dicke verringert sich bei gleicher chemischer Zusammensetzung die Aufhärtung der Punktschweißverbindung. Dies ist auf das größere Wärmeeinbringen und die anteilig kleinere Kühlwirkung der Elektroden zurückzuführen. Mit zunehmender Blechdicke wird durch die höhere thermische und mechanische Belastung der Elektroden die Standmenge vermindert.

- Überzüge und Oberflächenbeschichtungen

Metallische Überzüge haben je nach Dicke, Gleichmäßigkeit,