UNTERSCHÄTZT, ABER NÜTZLICH

Abkühlzeitmessung beim Schmelzschweißen von Stahlwerkstoffen

„Messen Sie schon, oder raten Sie noch?“ Das war die provokante Überschrift der ersten Werbeanzeige für ein berührungslos arbeitendes Abkühlzeit-Messgerät. Doch worum geht es? Wie die DIN EN 1011 darlegt, besitzt beim Schmelzschweißen von Stahl die Abkühlzeit von 800 °C auf 500 °C – die sogenannte t8/5-Zeit – eine hohe Aussagekraft, um die Eigenschaften des entstehenden Gefüges vorherzusagen.



Dipl.-Ing. Thomas Vauderwange SFI
VauQuadrat GmbH, Offenburg
Geschäftsführer
tv@vauquadrat.com
(© Vauderwange)

Für die meisten Baustähle ist bei einer t8/5-Zeit zwischen 5 und 8 Sekunden eine Schweißnaht zu erwarten, die einerseits keine unzulässig hohe Härte aufweist, andererseits aber auch nicht durch zu hohe Wärmeeinbringung und damit verbundenes Kornwachstum an Zähigkeit verliert.

In der Praxis ist eine Messung der t8/5-Zeit bislang jedoch – mit Ausnahme der Verarbeitung höherfester Feinkornstähle – kaum zu beobachten. Dabei bietet sie einen vergleichsweise einfachen Schlüssel zu mehr Prozesssicherheit. Zugleich ließen sich Fälle vermeiden, in denen das Ergebnis einer Verfahrensprüfung hinsichtlich der Eignung einer hergestellten Schweißverbindung unerwartete Probleme offenbart. Solche Überraschungen können schnell teuer werden.

Unabhängig vom eingesetzten Messverfahren erhält man mit der Abkühlzeit gewissermaßen einen zusätzlichen „Zeiger“ für jede Schweißnaht. Dadurch lässt sich das Risiko minimieren, aufgrund unerkannter Einflüsse zu wenig Energie in die Naht einzubringen und sich damit unerwünschte Härtespitzen einzuhandeln.

Beispiele

Ein 5 mm dickes Baustahlblech wird verschweißt und müsste für sich betrachtet sicher nicht vorgewärmt werden. Es liegt jedoch flächig auf einem dicken, kalten Schweißtisch. Welche Geometrie ist nun für die Wärmeableitung und damit für die erforderliche Vorwärmtemperatur maßgebend? Obwohl das 5-mm-Blech für sich betrachtet keine Vorwärmung erfordert, kann die tatsächliche Wärmeabfuhr durch die Auflage auf dem massiven Schweißtisch erheblich größer sein. Die gemessene t8/5-Zeit zeigt in diesem Fall, ob die Schweißnaht schneller abkühlt als erwartet.

Bei Lichtbogenschweißverfahren hat der Abstand zwischen Elektrode und Werkstück beziehungsweise zwischen Kontaktrohr und Werkstück stets einen Einfluss auf den Prozess. Moderne Stromquellen gleichen Änderungen dieses Abstands in gewissem Umfang aus. Doch wie genau geschieht dies, und welche Auswirkungen ergeben sich daraus auf die Streckenenergie? Eine t8/5-Messung liefert unabhängig von der Reaktion der Stromquelle auf die Abstandsänderung Informationen über die tatsächlichen thermischen Auswirkungen auf das Werkstück.

Gerade bei Laserstrahlschweißprozessen ist das Prozessfenster häufig vergleichsweise klein. Was sich im Labor anhand von Musterschweißungen als beherrschbar erwiesen hat, kann in der Praxis dennoch zu Rissen in der Schweißnaht führen. So traten beispielsweise bei einer Mischverbindung aus 42CrMo4 und Baustahl unerwartet Risse auf. Eine mögliche Ursache: In einer kalten Fertigungshalle standen Tor und Tür offen, sodass Zugluft im Bereich der Schweißung zu einer stärkeren Wärmeabfuhr führte. Eine Messung der Abkühlzeit hätte die veränderten thermischen Bedingungen erkennen lassen und die Möglichkeit eröffnet, rechtzeitig geeignete Maßnahmen einzuleiten.

Und um der Fachwelt noch einen kleinen Anstoß zur Weiterentwicklung zu geben: In dem eingangs erwähnten t8/5-Blaster ist ein Pyrometer verbaut, mit dem sich – bei entsprechend angepasstem Emissionskoeffizienten – auch die Oberflächentemperatur von Aluminium sinnvoll messen lässt, wenn auch erst oberhalb von 250 °C. Gleichzeitig wurde aus anderen Erwägungen ein zusätzlicher Messmodus für eine t5/3-Zeit integriert, also für die Abkühlzeit von 500 °C auf 300 °C anstelle der t8/5-Zeit.

Damit könnte die Aluminiumschweiß-Community durchaus einmal untersuchen, ob eine solche t5/3-Zeit beim Schweißen von Aluminium ebenfalls einen praktischen Nutzen für die Prozessbewertung bietet. ■