

Prinzip

Das Fügen ungleicher Werkstoffe erfordert die genaue Kenntnis der entsprechenden Werkstoffeigenschaften. Aluminium überzeugt vor allem durch geringes spezifisches Gewicht, sowie optimale Gebrauchs- und Verarbeitungseigenschaften. Dennoch ist Stahl aufgrund seiner Festigkeit und der geringen Kosten in vielen Bereichen nicht wegzudenken. Weitere erforderliche, konkretere Informationen sind vor allem Korrosionsverhalten, Wärmeausdehnungs-Koeffizient, sowie atomare Eigenschaften. Beim wärmeintensiven Fügen von Stahl mit Aluminium, entsteht in der Grenzschicht beider Materialien eine so genannte intermetallische Phase. Je größer der Wärmeeintrag, desto umfangreicher wird die intermetallische Phase und umso schlechter gestalten sich die mechanisch-technologischen Eigenschaften der Verbindung. Aber auch die chemisch-physikalischen Eigenschaften bedürfen entsprechender Vorkehrungen. So führen die unterschiedlichen Wärmeausdehnungs-Koeffizienten der beiden Materialien zu einem Spannungsfeld im Fügebereich. Nicht zu vernachlässigen ist die deutlich erhöhte Korrosionsneigung. Ursache dafür ist die große elektrochemische Potentialdifferenz von Stahl gegenüber Aluminium. Alle bisher mit dem Fügen von Stahl und Aluminium befassten Technologien sind nur für bestimmte Geometrien oder mit großem steuerungstechnischem Aufwand realisierbar. Galt die schweißtechnische Unvereinbarkeit von Stahl mit Aluminium bei vielen Metallurgen als gültige Lehrmeinung, bescheinigten ausführliche Forschungsarbeiten dem MIG-/MAG-Schweißen durchaus Potential für das Lichtbogen-Fügen von Stahl mit Aluminium. Das CMT-Verfahren resultierte aus einer stetigen Anpassung des MIG-/MAG-Schweißens an die Bedürfnisse des Fügens von Stahl mit Aluminium. CMT erlaubt einen gesteuerten, beinahe stromlosen Werkstoffübergang. Der Aluminium-Grundwerkstoff schmilzt gemeinsam mit dem Aluminium-Zusatzwerkstoff, wobei die Schmelze den verzinkten Stahlwerkstoff benetzt. In raschen Intervallen bewegt sich der Schweißdraht entgegen der Förderrichtung. Dieser exakt definierte Drahtrückzug bewirkt eine kontrollierte Tropfenablöse, für einen sauberen, spritzerfreien Werkstoff-Übergang. Die Drahtbewegung erfolgt mit sehr hoher Frequenz und erfordert einen reaktionsfreudigen, getriebelosen Drahtantrieb direkt am Schweißbrenner. Klarerweise kann der Haupt-Drahtvorschub dieser Bewegung nicht folgen. Der Draht-Förderschlauch ist daher mit einem so genannten Drahtpuffer versehen, der die zusätzliche Hin- und Herbewegung des Drahts ausgleicht.

Gerätetechnik

Das CMT-Schweißen erfolgt ausschließlich mit volldigitalen Inverter-Stromquellen. Grundsätzlich entspricht das Schweißsystem der Hardware für ein MIG-/MAG-System auf neuestem technischen Stand, jedoch mit Berücksichtigung spezifischer Erfordernisse. Insbesondere erwähnenswert ist dabei der hochdynamische Drahtantrieb, direkt am Schweißbrenner. Sobald die Stromquelle einen Kurzschluss erkennt, startet eine Rückwärtsbewegung des Schweißdrahts, bei gleichzeitig abgesenktem Schweißstrom. Es löst sich exakt ein Tropfen, ohne die geringste Spritzerbildung. Anschließend läuft der Schweißdraht wieder vorwärts, und der Zyklus beginnt von neuem. Hohe Frequenz und äußerste Präzision sind Grundvoraussetzung für einen absolut kontrollierten Werkstoffübergang. Der Drahtantrieb am Schweißbrenner ist nur auf Geschwindigkeit ausgelegt, nicht jedoch auf hohe Zugkräfte. Die Nachförderung des Drahtes erfolgt daher durch einen stärkeren, jedoch Prinzip bedingt auch trägeren Haupt-Drahtvorschub. Als Ausgleich der überlagerten, hochfrequenten Drahtbewegung zur linearen Drahtförderung dient ein Drahtpuffer am Drahtförderschlauch.

Anwendung und Vorteile

Paradedisziplin des CMT-Verfahrens ist sicherlich das Verbinden von Stahl mit Aluminium. Obwohl das Stahl-Grundmaterial bei diesen so genannten Schweißlötungen nicht aufschmilzt, sondern nur benetzt wird, ergaben zahlreiche Zugproben immer einen Bruch im Aluminium-Grundmaterial und nicht an der Schweißnaht.

Neben den Stahl-Aluminium-Verbindungen erweist sich das CMT-Verfahren auch als überaus geeignet für eine Vielzahl weiterer Anwendungen. Zweifellos sehr gefragt ist das praktisch spritzerfreie Löten feuerverzinkter und elektrolytisch verzinkter Bleche mit einem Schweißdraht aus einer Kupfer-Silizium-Legierung. Konkrete Versuche beschäftigten sich mit dem Fügen verzinkter Bleche (0,8 mm) und schwarzem Material (5 mm), bei äußerst geringem Verzug des verzinkten Blechs.

Auch Dünnblech-Schweißungen (0,3 – 0,8 mm) von Aluminiumblechen sind ohne weiteres möglich. Dabei erlaubt der geringe Wärmeeintrag des CMT-Verfahrens den Verzicht auf eine Badstütze, ohne dass die Schweißnaht durchfallen würde. Ebenso überzeugend verläuft das Schweißen von Edelstählen und Magnesium.

Resümee

Der CMT-Prozess repräsentiert ein einfach anzuwendendes Fügeverfahren von Stahl mit Aluminium. Abgesehen davon verfügt CMT über mehr als zufrieden stellende mechanisch-technologische Eigenschaften. Im Blickpunkt des Interesses befindet sich nicht nur das Fügen von Stahl mit Aluminium, sondern auch ein hochinteressantes Spektrum weiterführender Anwendungen. Dazu zählt das spritzerfreie Löten beschichteter Bleche ebenso, wie Dünnblech-Schweißungen von Aluminium oder das Schweißen von Magnesium. Derzeit sind zahlreiche Versuche im Gange. Dabei wird sich zeigen, welche weiteren Applikationsmöglichkeiten sich dem CMT-Verfahren noch erschließen.