

Themen

Innovative Verfahren zum Schweißen und Löten von Karosserieblechen und -bauteilen: Widerstands-Punktschweißen mit umlaufenden Prozessbändern „DeltaSpot“; modifiziertes Lichtbogen-Metall-Schutzgas(MSG)-Schweiß- und Lötverfahren CMT(Cold Metal Transfer); Werkstoffverbindungen: Aluminium, unterschiedliche Stähle, Mischverbindungen

Trends beim Schweißen im Automobilbau

Innovative Verfahren bieten neue Alternativen

Der Forderung nach geringerem Treibstoffverbrauch der Autos steht der Wunsch nach mehr Komfort und damit Integration weiterer gewichtserhöhender Komponenten gegenüber. Leichtere Karosserien zeigen einen Weg, beides zu realisieren. Gewichtsreduzierungen sind hier sowohl über „leichtere“ als auch „festere“ Werkstoffe sowie deren Kombination möglich. Leichter bedeutet z.B. den Austausch von Stahl gegen Aluminium- oder Magnesiumlegierungen. Festere, d.h. hochfestere und steifere Stähle bilden in hochbeanspruchten Zonen eine Alternative. Vor allem unter wirtschaftlichen Aspekten sind Paarungen unterschiedlicher Werkstoffe gefordert. Dies hat maßgebliche fertigungstechnische Konsequenzen. Sie betreffen zentral die Fügeverfahren Schweißen und Löten. Dazu drei Beispiele:

Innovatives Widerstands-Punktschweißen für Aluminium und hochfeste Stähle

Das klassische Widerstands-Punktschweißen ist praktisch nur für das Fügen niedriglegierter Stähle geeignet. Im Vergleich dazu eröffnet ein neues Verfahren mit umlaufenden Prozessbändern zwischen den Elektroden und den Werkstücken jetzt zukunftssträchtige Alternativen: Schweißen von Aluminium, hochlegierten mit niedriglegierten Stählen, unterschiedlich organisch und anorganisch beschichteten Stählen und Sichtverbindungen ohne Nacharbeit. Relevant für die industrielle Serienproduktion ist dabei, dass der Fertigungsablauf automatisiert und während einer Schicht unterbrechungsfrei abläuft.

Im Vergleich zum konventionellen Funken sprühenden Punktschweißen fällt der spritzerfreie Prozess des von Fronius entwickelten und DeltaSpot genannten Verfahrens ins Auge. Es vermeidet sowohl kosten- und zeitaufwändige Nacharbeit am Produkt sowie Reinigungsarbeiten am System und in seiner Umgebung (Schweißzelle). Die Oberfläche der Schweißpunkte lässt sich so gleichmäßig und sauber einstellen, dass sie Sichtverbindungen ohne Schleifarbeiten zulassen. Dies unterstützt auch die 100%ige Reproduzierbarkeit der konstanten Qualität. Einen entscheidenden Effekt erzielt das Einbringen von Prozesswärme über den elektrischen Widerstand der Prozessbänder. Dies reduziert den Strombedarf und vermeidet den Nebenschlusseffekt. Wesentlich ist aber die Steuerbarkeit dieses Prozesses. Sie bildet die Voraussetzung, die Position und Ausbildung der Schweißlinse gezielt zu beeinflussen. So lassen sich prozesssicher unterschiedliche Materialarten, Blechdicken oder Mehrblechverbindungen herstellen.

Völlig neue Perspektiven eröffnet das Prozessband als Dokumentationsmedium. Jeder Schweißpunkt erzeugt eine Kontaktfläche auf dem Prozessband. Dieser „Fingerprint“ gibt Aufschluss über den abgelaufenen Arbeitsprozess. Bilderfassungssysteme können ihn detektieren, und Analysesysteme mit Bildbearbeitungssoftware können ihn auswerten. So lassen sich die Schweißpunkte 100%ig erfassen und kontrollieren. Dies erfüllt eine Qualitätssicherung, die besonders in der Automobilindustrie relevant ist. Erste Praxisanwendungen inklusive TÜV-Abnahme sind Türkomponenten neuer Wagen für die Metro in Oslo. Die jeweils 2 mm dicken Bleche bestehen aus AlMg3.

Lichtbogen und Schweißdraht haben ein neues Verhältnis

Die digitale Informationstechnologie hat auch die Schweißtechnik revolutioniert. Software gesteuerte Prozesse, ergänzt mit Soll-Ist-Abgleich und -Korrektur in Echtzeit, lassen automatisiertes Schweißen in hoher und reproduzierbarer Qualität zu. Diesen Status des Lichtbogen-MSG(Metall-Schutzgas)-Verfahrens hat Fronius mit einer Alternative nachhaltig qualifiziert: Konventionell bewegt sich der stromführende Schweißdraht kontinuierlich zum Schweißbad; beim CMT(Cold Metal Transfer)-Verfahren bewegt er sich dagegen vor und zurück. Diese reversierende Bewegung erfolgt im 90 Hz-Rhythmus. (Zum Vergleich: die Wechselstromnetzfrequenz liegt bei 50 Hz). Und dieser Rhythmus ist per Prozessregelung so mit dem Lichtbogen abge-

stimmt, dass bei jedem Kurzschluss eine Drahrückbewegung die Tropfenablöse unterstützt. Der unterbrochene Lichtbogen und der nahezu stromlose Werkstoffübergang realisieren den typischen „Heiß-kalt-heiß-kalt-Rhythmus“. Während der kurzen Brennphase (heiß) wirkt Wärme auf das Metall. In der Rückzugsphase (kalt) kommt genau ein Tropfen in das Schmelzbad. Resultat: null Spritzer, weniger Nacharbeit, höhere Spaltüberbrückbarkeit, geringerer Verzug und auch bei dünnen Blechen ist keine Schmelzbadstütze erforderlich. Dieses „neue Verhältnis“ von Lichtbogen und Schweißdraht hat in der Praxis signifikante positive Auswirkungen.

Schweißen und Schweißlöten unterschiedlicher Werkstoffe und Bauteile

Das CMT-Schweißverfahren geht über die von konventionellen MSG-Verfahren bekannten Verbindungen deutlich hinaus. Hochlegierte filigrane Stahlbleche von 0,3 mm „Dicke“ schweißt es spritzerfrei ebenso wie Aluminiumteile ungleicher Wandstärke. In der Serienproduktion im Bochumer Opelwerk schweißen Roboter taktgerecht mit CMT 6 mm dicke Türscharnierschenkel an nur 0,8 mm dicke Bleche der A- bzw. B-Säule. Der Spalt zwischen beiden Bauteilen variiert zwischen 0 und 3 mm.

Das Verbinden von Stahl mit Aluminium erschließt weitere Möglichkeiten zum Einsparen von Gewicht. Das Hauptproblem beim Verbinden beider Werkstoffe resultiert aus Differenzen in den Wärmeausdehnungskoeffizienten und in den Schmelzpunkten beider Metalle. Die Lösung der Fronius-Entwicklungsexperten ist mit „Schweißlöten“ beschreibbar: Es entsteht eine Verbindung mit Doppelcharakter. Stahlseitig liegt eine Lötung vor, aluminiumseitig eine Schweißung. Voraussetzung ist eine mindestens 10 µm dicke galvanische Zinkschicht auf dem Stahlblech, die quasi als Flussmittel wirkt. Beim CMT-Schweißlöten entsteht eine sehr gleichmäßige Naht. Dies ist ein weiteres Kriterium für die feste Aluminium-Stahl-Verbindung.

Umfangreiche Tests in der Stahl und Aluminium herstellenden Industrie haben zu sehr positiven Ergebnissen geführt: Die Naht erfüllt sowohl die Anforderungen an die Festigkeit als auch an die Korrosionsbeständigkeit. Die Perspektiven sind klar: Konstrukteure können künftig dort Stahl einsetzen, wo ihn z.B. die Festigkeit erfordert, und Aluminium in dem Bereich, der eine geringere Festigkeit zulässt. Die Fügeverbindung ist metallurgisch perfekt und dauerhaft.

Löten verzinkter Karosseriebleche

In bestimmten Karosseriebereichen, z.B. dem Boden, erfordert die Verbindungsfestigkeit Schweiß- oder Lötnahte. Oft sind die Spaltmaße und -toleranzen relativ hoch. Die beim Schweißen eingebrachte Wärme zerstört die Korrosionsschutzschicht aus Zink. Dies trifft zumindest partiell auch auf das Löten zu. Außerdem führen beide Prozesse zu aufwändiger Nacharbeit. Mit Roboter basiertem CMT-Löten hat Opel Bochum diesen Engpass beseitigt. Der Energieeintrag ist so stark verringert, dass die Schutzschicht geschont wird, die Spritzerfreiheit des automatisierten Prozesses fördert die Prozessfähigkeit. Und weil Prozessfähigkeit auch bei Opel in automatisierten Fertigungsabläufen das A und O bedeutet, sieht Dipl.-Ing. Hans-Jürgen Pawlik, Manager Manufacturing Engineering am Standort Bochum, interessante Perspektiven: „Die Spaltüberbrückung mit CMT ist höher die als die per MIG-Löten erreichbare. Und was die Amortisation der Investition betrifft: sie liegt gut im grünen Bereich.“ Steigende Anforderungen an die Festigkeit der Verbindung fördert das CMT-Löten und Schweißen als Alternative zu konventionellem Widerstands-Punktschweißen. Dazu Pawlik: „Jeweils cirka 50 Roboter löten bzw. schweißen per Lichtbogen. Ihre Zahl wird gegenüber denen zum Widerstands-Punktschweißen zunehmen.“



1: Punktschweißen unterschiedlicher Werkstoffe mit umlaufenden Prozessbändern erzeugt qualitativ neue Ergebnisse bis zur Dokumentation jedes Schweißpunktes.



2: Schweißen, Löten und Schweißlöten mit dem „kalten“ CMT-Prozess spart Zeit, Kosten und ist gut in automatisierte Taktprozesse integrierbar.



3: Dipl.-Ing. Hans-Jürgen Pawlik, Opel Bochum, sieht technisch und ökonomisch interessante Alternativen zum konventionellen Widerstands-Punktschweißen.

Grafik: [Quelle, etc.]