

Aluminium sicher kontaktieren

Torsionale Ultraschweisstechnik im Einsatz

KUNSTSTOFFSCHWEISSEN

METALLSCHWEISSEN

SCHNEIDEN

REINIGEN

SIEBEN



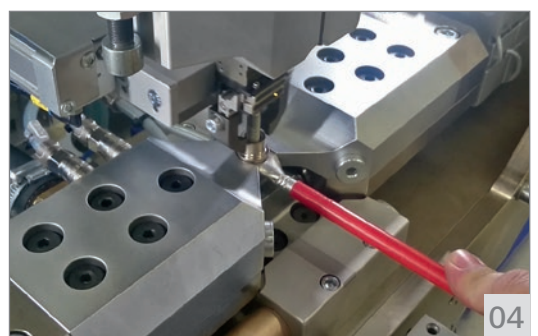
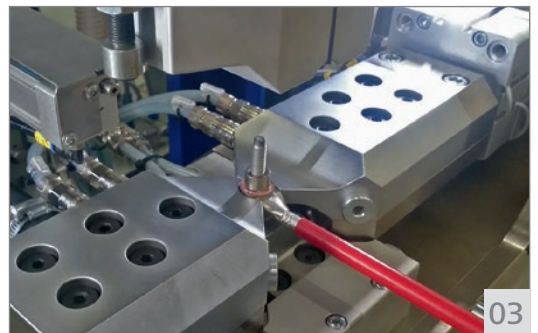
Bronschhofen (CH), 02/2018

Leichtbau ist ein wichtiger Trend in der Automobilindustrie. Neben der Gewichtseinsparung – z.B. durch den Einsatz von Aluminium – sind dadurch auch signifikante Kosteneinsparungen möglich. Da Konstrukteure und Anwender aber immer weniger bereit sind, Kompromisse in der Materialgüte zu Gunsten herkömmlicher Verbindungstechniken einzugehen, stossen traditionelle Schweiß- und Klebeverfahren zunehmend an ihre Grenzen, vor allem wenn auch noch Verbindungen zwischen verschiedenen Metallen ins Spiel kommen. Als Fügeverfahren der Zukunft setzt sich deshalb vor allem im Leichtbau die torsionale Ultraschallschweisstechnik durch, oft auch als Reibschweissen bekannt. Eine typische Anwendung ist die Fertigung sogenannter Aluminium-Busbars für die Stromversorgung im Motorraum moderner Kraftfahrzeuge.

Um Gewicht und Kosten zu sparen, wird die Energieverteilung in Automobilen immer häufiger auf Aluminiumleiter umgestellt. Das Einsparpotenzial ist dabei besonders gross, wenn die Batterie – aus Gründen einer ausgewogenen Gewichtsverteilung – im Heck des Fahrzeugs untergebracht ist. Die Batterie muss dann allerdings über eine relativ weite Strecke mit den Komponenten im Motorraum verbunden werden. Klassische Kabel sind dafür meist nicht mehr das Mittel der Wahl. Bereits vor etwa zehn Jahren ging der Trend zu starren Flachleitern aus Aluminium, die leichter sind und sich einfacher montieren lassen. Doch die Entwicklung ist nicht stehen geblieben. Heute sorgen immer häufiger Aluminium-Rundleiter für die sichere Stromversorgung von der Batterie in den Motorraum, und das aus gutem Grund: Sie lassen sich einfacher herstellen und, da sie besonders einfach gebogen werden können, gut an unterschiedliche Fahrzeugformen anpassen (Bild 1).

Runde Aluminium-Stromschiene statt biegeschlaffer Kupferkabel

Gegenüber Kupferkabeln hat eine Aluminiumstromschiene einige Vorteile. So ist der massive Aluminiumleiter dreidimensional formbar und wiegt nur etwa die Hälfte des herkömmlichen Bauteils aus Kupfer. Die absolute Gewichtseinsparung



- 01 Aluminiumleiter, konfektioniert auf das entsprechende Fahrzeug
- 02 Mit torsionaler Ultraschall-Technik verschweißter Anschlussbolzen
- 03/04 Torsionale Ultraschallschweißanlage in Portalbauweise. Per Pick-and-place werden die Gewindebolzen zugeführt und mit dem Aluminium-Busbar verbunden.

kann deshalb allein bei der Batterieverbinding durchaus mehrere Kilogramm betragen. Im Vergleich zu einem mehradrigen Kupferkabel mit einem Durchmesser von 15,5 mm hat die Alu-Schiene zudem bei identischer Leitfähigkeit nur etwa 14 mm Durchmesser, was dem immer knapper werdenden Bauraum in modernen Autos Rechnung trägt.

Die runden Aluminium-Busbars werden aus einem mit einem thermoplastisch isolierten Rohling gefertigt und zur Anpassung an den jeweiligen Fahrzeugtyp dreidimensional gebogen. Die Handhabung dieser starren Busbar ist wesentlich einfacher als beim biegeschlaffen Kabel. Das kommt dem Autohersteller beim Einbau zugute. Mit wenigen Handgriffen lässt sich das Bauteil an entsprechenden Clips am Fahrzeugboden befestigen.

Sichere Kontaktierung im Motorraum

Damit der Kontakt im Motorraum sicher gelingt, wird am vorderen Ende der Busbar ein etwa 30 mm langer Verbindungsbolzen mit Schraubgewinde (Bild 2) auf das Aluminium aufgeschweisst. Zuvor wird dieser Bolzen in eine Kupfer-Nickel-Hülse eingepresst, die sich mit dem Aluminium besser verbinden lässt. Durch die Vernickelung des kupfernen Kontaktierungssockels ist ausserdem das Korrosionsrisiko zum Aluminium hin zu vernachlässigen. Gleichzeitig erhöht sich die Schweissfestigkeit im Vergleich zu einer Kupfer-Aluminiumverbindung erheblich. Dank des von Telsonic entwickelten torsionalen Ultraschallschweisverfahrens Soniqtwist lassen sich dann der Bolzen und die Aluminiumstromschiene schnell und sicher miteinander verbinden (Bild 3 und 4):

Per pick and place wird der zugeführte Bolzen einem Magazin entnommen und für den Schweissvorgang exakt auf dem Busbar unter der Sonotrode positioniert. Für eine hohe Wiederholgenauigkeit und um die Qualität bei der grossen Beanspruchung zu sichern, ist der Amboss wassergekühlt. Der Schweissvorgang dauert dann nur etwa eine Sekunde; die Aluminium-Busbars können dadurch innerhalb kurzer Zeit in grossen Stückzahlen produziert werden. Aktuelle Werte liegen zurzeit bei über 700.000 Stück pro Jahr und Anlage.

Hochfeste Schweissverbindungen

Das torsionale Ultraschallschweisverfahren beruht auf dem seit langem bekannten linearen Metallschweisverfahren für Kupfer, Aluminium, Nickel, Bronze, Messing und weitere Mischkombinationen. Diese konventionelle Ultraschall-Schweisstechnik haben die Schweizer Ultraschallspezialisten weiterentwickelt und damit gerade im Zusammenhang mit der Fertigung von Aluminium-Busbars Pionierarbeit geleistet: Beim Ultraschallschweissen überträgt ein akustisch ausgelegtes Werkzeug hochfrequente Schwingungen. Durch diese hochfrequenten, mechanischen Schwingungen wird der oben aufliegende Fügepartner in Schwingung versetzt, wohingegen der untere Fügepartner durch das Gegenwerkzeug («Amboss») am Mitschwingen gehindert wird. Dadurch entsteht Wärme, die Materialgrenzen, also Oxidschichten «aufbricht» und die Fügepartner dadurch miteinander verschweisst. Man spricht hier auch von einer Diffusionsschweissung. Beim torsionalen Verfahren wird die Sonotrode nun durch einen Torsionalschwinger angeregt und tordiert infolgedessen in hoher Frequenz wechselweise bis zu 40 µm nach rechts und links. Durch dieses «Tordieren» können sehr grosse Kräfte und Leistungen in die Schweissfläche eingeleitet werden und auch dickere Werkstücke lassen sich mit grosser Festigkeit verbinden. Die Schweisspunkte sind deutlich höher verdichtet und damit noch fester als beim klassischen Ultraschallschweissen.

Die torsionale Ultraschallschweisstechnik erzeugt aber nicht nur innerhalb kurzer Zeit hochfeste Verbindungen mit hoher elektrischer Leitfähigkeit, sondern ist auch noch umweltfreundlich, da es keine Zusatzstoffe wie Kleber, Lot oder sonstiges Verbrauchsteile braucht. Der Prozess ist zuverlässig und sicher, da der Schweissvorgang nur über wenige Parameter konfiguriert wird und sich einfach überwachen lässt. Der Ultraschallgenerator mit einer Leistung von 10 kW arbeitet mit einer Frequenz von 20 kHz. Die menügeführte Software mit Touchscreen-Bedienung und übersichtlicher Gliederung lässt ein effizientes Einrichten und Arbeiten zu. Die vorgeschriebene Qualitätskontrolle erleichtern Qualitäts-Toleranzfenster, welche im Einrichtbetrieb für alle Schweissresultate eingestellt werden. Für Schweisszeit sowie maximale Leistung lassen sich obere und untere Grenzwerte setzen, deren Über- oder Unterschreiten eine Warnmeldung auslöst. Statistische Auswertungen, automatisches Kalibrieren, das Maintenance-Menü für Wartungsarbeiten, Referenzbetrieb und ein Ultraschall-Testmodus ergänzen die Funktionen. Durch diese Flexibilität lassen sich Bolzen an beliebige Busbars für ganz unterschiedliche Fahrzeugtypen schweissen; individuelle Fertigung bis hin zu Losgrösse 1 ist damit kein Problem.

von Thomas Hünig, Technischer Leiter bei der Telsonic GmbH, Erlangen, und Ellen-Christine Reiff, Redaktionsbüro Stutensee