

DRAHTFÖRMIGE LASERWALZPLATTIERTE BIMETALLE

DIE AUFGABE

Bimetalle sind seit Jahrzehnten aus verschiedenen Bereichen der Technik nicht mehr weg zu denken. Hergestellt über Kalt- bzw. Warmwalzplattieren, Verbundstrangpressen oder Schleuderverbundguss, kommen sie als Kontakt- bzw. Anschlusselemente, Verbindungselemente (Transition Joints) oder auch als Lagermaterial zum Einsatz. Mittels geeigneter Werkstoffverbunde können zum einen Eigenschaften in einem Halbzeug kombiniert werden, die über homogene Werkstoffe nicht darstellbar sind. Zum anderen lassen sich hochwertige Werkstoffe wesentlich effektiver und dadurch auch sparsamer anwenden. Beide Motivationen gewinnen gegenwärtig wieder verstärkt an Bedeutung.

Der überwiegende Teil der Bimetall-Halbzeuge wird als Bänder oder Bleche gefertigt. Für Applikationen, die sehr schlanke Halbzeug-Geometrien erfordern, wie z. B. elektrische Anschluss- oder Kontaktkomponenten sowie Transition Joints, bedeutet dies einen hohen Zerspannungsaufwand und damit eine kostenintensive Fertigung. Schlanke, drahtförmige Bimetalle sind kommerziell nur als vollummantelter Runddraht erhältlich (z. B. Cu/Stahl). Auf kleine Endabmessungen ausgelegte Rechteckdrähte und -profile wären mit einem deutlichen fertigungstechnischen und damit auch wirtschaftlichen Vorteil verbunden.

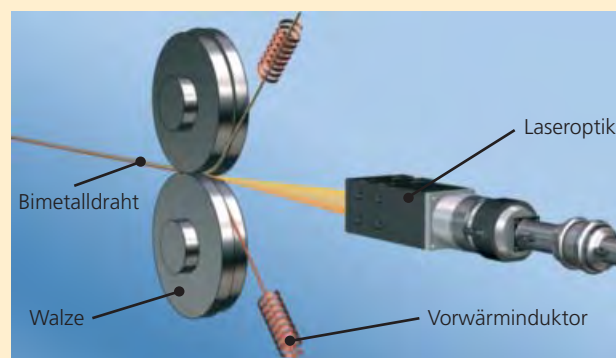
UNSERE LÖSUNG

Die Fertigung profilierter Bimetall-Drähte über das am Fraunhofer IWS patentierte Laserwalzplattieren stellt eine kostengünstige Alternative zur Fertigung schlanker Bimetall-Halbzeuge dar. Das Grundprinzip dieses Verfahrens ist in Abbildung 2 wiedergegeben.

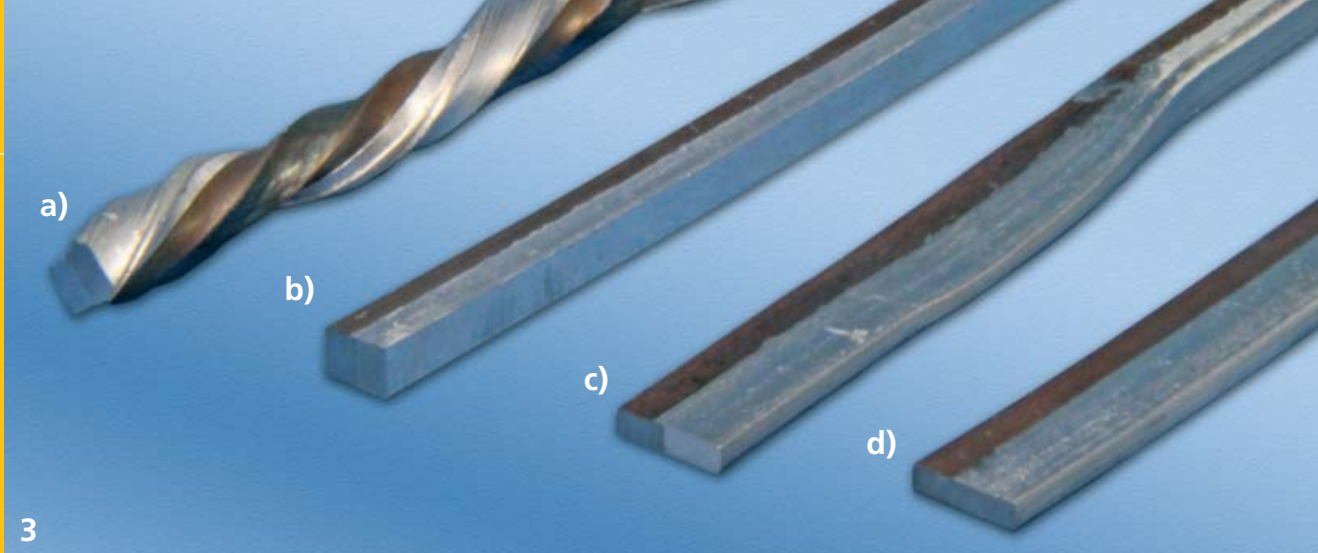
Im Unterschied zu konventionellen Plattier-Verfahren werden beim Laserwalzplattieren die beiden Ausgangshalbzeuge (Quadrat- oder Rechteckdrähte mit einer Kantenlänge bis zu 5 mm) in einem 45 ° Winkel zum Walzspalt geführt (Abb. 2). Dadurch können die Innenflächen der Drähte mit einem linien- bzw. rechteckförmigen Laserstrahl unmittelbar vor dem Walzspalt auf Prozesstemperatur erhitzt werden. Laserleistungen von maximal 3 bis 4 kW sind für die meisten Drahtgeometrien ausreichend. Der äußerst dosierte und lokale Wärmeeintrag hat zur Folge, dass sich auch die Verformung nur auf diese Drahtbereiche lokalisiert.

Darüber hinaus können die beiden Ausgangsdrähte bei Bedarf individuell induktiv (über die integrierten HF-Generatoren) vorgewärmt werden. Die Bedingungen im Walzspalt können somit optimal auf die jeweilige Werkstoffkombination und die konkreten geometrischen Anforderungen angepasst werden. Die erwärmten Bereiche als auch die sich unmittelbar vor dem Walzspalt befindende Laserkontaktzone werden mittels einer Schutzgas-Einhausung vor Oxidation geschützt.

Grundprinzip induktiv unterstütztes Laserwalzplattieren von drahtförmigen Halbzeugen



2



ERGEBNISSE

Die verfahrenstypischen Randbedingungen (lokaler Energieeintrag und lokale Verformung) erlauben sehr geringe Gesamtverformungsgrade, um hochbelastbare Bimetall-Drähte zu erzeugen. Das ermöglicht auf der einen Seite die Fertigung von endkonturnahen Plattierungen. Auf der anderen Seite ergeben sich größere Freiheitsgrade in der Dickenkombination der zu verbindenden Halbzeuge als bei konventionellen Walzplattierverfahren. Um auch bei den sehr schmalen Rechteck-Drähten eine gleichmäßige Verformung über den gesamten Querschnitt zu gewährleisten, kommt ein als »geschlossenes Kaliber« ausgelegtes Walzenpaar zum Einsatz. Die Walzen bilden im Walzspalt die gewünschte Kontur des Bimetalls aus.

Sofern die Werkstoffe als Drähte verfügbar sind, ist eine Vielzahl an Werkstoffpaarungen durch Laserwalzplattieren herstellbar. Dieses sind neben verschiedenen Kombinationen von Stählen und Kupfer bzw. Kupferlegierungen mit Aluminium bzw. deren Legierungen auch Stähle mit Kupferlegierungen, Bimetalle aus verschiedenen Stählen und Kontaktwerkstoffe.

Je nach Verformungsfähigkeit des Bimetall-Verbundes sind auch schmale Stumpfstoßverbindungen mit ca. 1 mm Dicke möglich (Abb. 3). Diese können beispielsweise als Transition Joints im Bereich des Fahrzeugbaus oder für verschiedene Applikationen im Bereich Elektrotechnik/Elektronik eingesetzt werden.

Eine Erweiterung des Anwendungsspektrums ergibt sich aus einer Kombination des Laserwalzplattierens und einem nachfolgenden Kalt- bzw. Halbwarm-Walzen (siehe Abb. 3). Dabei wird mittels Laserwalzplattieren eine Vorkontur gefertigt, um 90 ° zur Walzebene gedreht und im Anschluss auf Endkontur gewalzt. Am IWS kommt hierfür das zweite Walzgerüst der Laserwalzplattieranlage zum Einsatz. Dieses, nach dem Prinzip des flexiblen Türkenkopfes ausgelegte Walzgerüst, ermöglicht verschiedene Rechteck-Querschnittsformen ohne Werkzeugwechsel.

Prinzipiell ergibt sich auch über das Kalibriergerüst die Möglichkeit, in einem vorbereitenden Arbeitsgang aus kommerziell verfügbaren Runddrähten die geeigneten quadratisch oder rechteckig konturierten Ausgangshalbzeuge zu fertigen.

Wesentlicher Vorteil des Verfahrens ist die Tatsache, dass beim Laserwalzplattieren keine oder nur partiell ausgebildete Sprödphasen zu beobachten sind. Dieses ermöglicht Werkstoffverbunde mit hohen Festigkeiten und guter Kaltumformbarkeit auch für Werkstoffpaarungen, die traditionell eine starke Tendenz zur Bildung von intermetallischen Phasensäumen am Werkstoffübergang aufweisen, beispielsweise Kombinationen von Stahl bzw. Kupfer mit Al-Werkstoffen. Beim Laserwalzplattieren erzeugt die Verformung der zu kombinierenden Werkstoffe unmittelbar an der Fügezone einen Werkstofffluss entgegen der Vorschubrichtung. Hierdurch wird die diffusionsgesteuerte Bildung von intermetallischen Phasensäumen am Werkstoffübergang gestört.

- 1 *Darstellung der Ausgangs- und der Endprodukte (Simulation), von rechts: runder Ausgangsdraht, zum Vierkantdraht gewalzt, rechteckiger Bimetalldraht, flach ausgewalzt*
- 3 *Laserwalzplattierte Cu/Al-Bimetalle: a) laserwalzplattiert und verdreht, b) laserwalzplattiert, c) Übergang laserwalzplattiert und gewalzt, d) auf Endkontur gewalzt*

KONTAKT

Dipl.-Ing. Volker Fux

+49 351 83391-3243

volker.fux@iws.fraunhofer.de

