



LASER-MEHLAGEN-ENGSTSPALTSCHWEISSEN VON ALUMINIUM BIS 50 MM WANDSTÄRKE

DIE AUFGABE

Aluminium, dem wirtschaftlich wichtigsten Leichtmetall, eröffnet sich mit seiner sehr hohen spezifischen Festigkeit, der guten Korrosionsbeständigkeit und den sehr guten Möglichkeiten zur Endformgebung ein breites, ständig steigendes Anwendungsspektrum für hoch belastete Leichtbaukonstruktionen. Trotz der vielseitigen Verfügbarkeit als Strangpressprofil oder gegossenes Halbzeug nimmt der Anteil der Anwendungen zu, die schweißtechnisch gefügt werden müssen.

Durch die Verfügbarkeit von Multikilowatt-Lasern konnten die bislang existierenden Prozessgrenzen beim Laserstrahlschweißen von Aluminiumblech mit einer Dicke größer 10 mm erweitert, aber noch nicht beseitigt werden. Die hohe Wärmeleitfähigkeit, große Wärmekapazität und der hohe thermische Ausdehnungskoeffizient stellen große Anforderungen an den Prozess. Speziell bei tiefen Schweißnähten tritt zusätzlich die unzureichende Aufmischung von Schweißzusatzwerkstoff im Nahtwurzelbereich in den Vordergrund. Sie führt vor allem bei aushärtbaren Aluminium-Legierungen (z. B. 6082) zu einer steigenden Heißbrissgefahr.

Das Fraunhofer IWS Dresden hat sich deshalb als Aufgabe gestellt, einen industriell umsetzbaren Lösungsweg zu entwickeln, der die genannten Probleme überwindet und sich damit als neuer Ansatz für das Laserstrahlschweißen größerer Wandstärken anbietet.

UNSERE LÖSUNG

Durch eine neue Schweißtechnologie, das Laser-Mehrlagen-Engstspaltschweißen (MES), wird erstmalig die Möglichkeit geschaffen, mit preiswerten Laserquellen tiefe Schweißverbindungen mit homogener Einmischung der Legierungselemente zu erzeugen.

Dazu werden Festkörperlaser mit brillanter Strahlqualität eingesetzt. Der sehr gut fokussierbare Strahl kann in eine Engspaltfuge mit sehr großem Aspektverhältnis und einer durchschnittlichen Fugenbreite von 2 bis 3 mm vollständig bis zum Fugengrund eingeleitet werden. In einem Mehrlagenschweißverfahren wird mit geringer Laserleistung eine tiefe Schweißverbindung von bis zu 50 mm erzeugt.

Die homogene Einmischung der Legierungselemente wird durch die Kombination mit einer Strahloszillation erreicht. Die Strahloszillation erlaubt ein gezieltes Querpendeln des Strahls mit hoher Scanfrequenz innerhalb der Fuge.

Mit der neuen Lösung können die drei wesentlichen Anwendungsgrenzen für das Dickblechschweißen von ausscheidungshärtbaren Aluminiumlegierungen wie:

- fehlende technische Lösungsmöglichkeit,
 - nicht ausreichende Prozesssicherheit durch Heißbrissbildung,
 - hohe Investitionskosten
- überwunden werden.

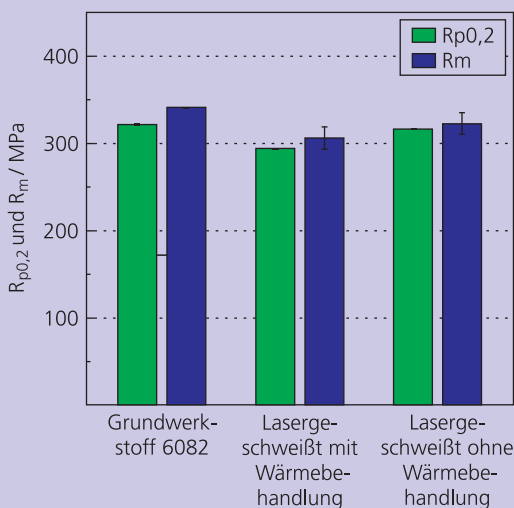


ERGEBNISSE

Mit dem entwickelten MES-Verfahren zum heißbrissfreien und verzugsarmen Fügen konnten AlMgSi-Legierungen bis zu einer Dicke von 50 mm mit sehr hoher Schweißnahtqualität bindefehler- und rissfrei sowie reproduzierbar geschweißt werden. Dabei gewährleistet das MES-Verfahren eine gleichmäßige Aufschmelzung der Bauteilflanken, ein sehr hohes Aspektverhältnis und eine homogene Durchmischung der Schmelze mit dem Schweißzusatzwerkstoff AlSi12. Über den Schweißnahtquerschnitt der heißbrissgefährdeten Legierung beträgt der Si-Gehalt im Mittelwert 7,5 Prozent. In der Schweißnahtwurzel wird mit dem MES-Verfahren ein ausreichender Si-Gehalt von ca. 3 Prozent erreicht.

Für Blechdicken bis 50 mm werden bei dem gewählten Verfahrensansatz nur 2 bis 4 kW Laserleistung benötigt.

Vergleich der Festigkeitskennwerte von MES-geschweißten Zugproben aus ausscheidungshärtbarem Aluminium 6082



4

Dadurch ist die Wärmeeinbringung in das Bauteil sehr gering, der Bauteilverzug wird erheblich reduziert.

Besonders vorteilhaft ist, dass der Verzug mit steigender Blechdicke nicht zunimmt. Im untersuchten Fall konnte sogar gezeigt werden, dass der Verzug geringer wird (Abb. 3). Die Porenhäufigkeit entspricht in Anlehnung an DIN 13919-2 der Bewertungsklasse B. Die Schweißnaht genügt damit der höchsten Bewertungsgruppe. Weiterhin können Risse im Schweißgut ausgeschlossen werden.

Die sehr gute Schweißnahtqualität spiegelt sich in sehr hohen Zugfestigkeitswerten wider (Abb. 4). Sie liegen für geschliffene Proben im geschweißten Zustand bei knapp 90 Prozent der Kennwerte des Grundwerkstoffs. Durch eine nachträgliche Wärmebehandlung der Schweißverbindung lassen sich die Festigkeitskennwerte auf über 94 Prozent des Grundwerkstoffniveaus anheben.

- 1 MES-Laserschweißkopf (CAD-Darstellung)
- 2 Prototyp MES-Schweißkopf
- 3 Querschliffe von Schweißnähten
 - a) MIG-geschweißt
 - b) Laser-MES

KONTAKT

Dr. Dirk Dittrich
 Telefon: +49 351 83391-3228
dirk.dittrich@iws.fraunhofer.de

