

Untersuchungen zum Laserstrahlschweißen eines Elektromotors

Investigations on laser beam welding of an e-drive

Projekträger | Fördermittelgeber: Innovations- und Technologiezentrum Bayern, Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie (StMWi)

Executing Organisation: Innovation and Technology Center Bavaria (ITZB), Bavarian Ministry of Economy and Media, Energy and Technology (StMWi)

Aufgabenstellung

Die zunehmende Hybridisierung und Elektrifizierung im Fahrzeugsektor erfordert die Entwicklung von leistungsstarken Elektromotoren. Durch die in Fahrzeugen vorgegebenen Randbedingungen steigen die elektrischen und thermomechanischen Anforderungen an die Fügestellen in diesen Bauteilen. Das Laserstrahlschweißen erweist sich hierbei als probates Mittel für das Fügen solch hochbelasteter Kupferverbindungen. Innerhalb des Projektes wird die Fügetechnik für ein neuartiges Elektromotorendesign mit reduziertem Bauraum entwickelt. Ein Ziel stellt hierbei das Erreichen der geforderten Stromtragfähigkeit bei einer gegenüber dem aktuellen Stand verminderten Taktzeit dar. Gleichzeitig erfolgt die systematische Untersuchung der Eigenschaften der im Prozess entstehenden Schweißspritzer, um prozesstechnische Gegenmaßnahmen für deren Vermeidung ableiten zu können.

Vorgehensweise

Im ersten Schritt erfolgt die Evaluierung verschiedener Strahlquellen und Schweißstrategien im Hinblick auf deren Prozesseignung. Hierbei sind der Energieverbrauch, erreichbare Taktzeiten, die Toleranz gegenüber Fertigungsabweichungen wie beispielsweise Fügepalte sowie der benötigte Anbindungsquerschnitt die Hauptkriterien für die Bewertung des untersuchten Prozesses. Aufgrund der hohen Wärmeleitfähigkeit des Kupfers wirkt sich die Wärmeabfuhr durch die Vorrichtung auf den erreichbaren Anbindungsquerschnitt aus. Bisher wird überprüft, inwieweit sich die Wärmeabfuhr durch verschiedene Einspannbedingungen und Vorrichtungskonzepte beeinflussen lässt. Zusätzlich soll die Aufzeichnung des Prozesses durch synchronisierte Hochgeschwindigkeitskameras die dreidimensionale Erfassung und Dokumentation der Flugbahnen sowie der Abmaße der Schweißspritzer ermöglichen, um anschließend geeignete prozesstechnische Gegenmaßnahmen und vorrichtungstechnische Schutzmaßnahmen ergreifen zu können.

Ergebnisse

Die Anwendung verschiedener Schweißstrategien und Fügestoßkombinationen führt zu zwei möglichen Verbindungsvarianten deren wirtschaftlich technologische Bewertung aktuell erfolgt. Im Hinblick auf die Evaluation unterschiedlicher Strahlquellen konnten aufgrund der hohen Wärmeleitfähigkeit des Kupfers die bisher höchsten Stromtragfähigkeiten sowie die kürzesten Taktzeiten bei der Verwendung infraroter Strahlquellen hoher Leistung und schneller Vorschubgeschwindigkeiten im Dauerstrichbetrieb erzielt werden.

Task

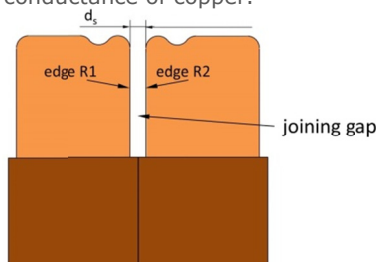
The increasing hybridization and electrification in the vehicle sector requires the development of powerful electric drives. The given boundary conditions in vehicles cause an increase of the electrical and thermo-mechanical requirements on joints within these components. Laser beam welding is an adequate tool for joining these highly stressed copper joints. Within this project the joining technology for a size-reduced electronic drive is developed. The aim is to reach the required current carrying capacity within shorter cycle times compared to state of the art. Simultaneously a systematic investigation of the properties of the spatters produced during welding is carried out, aiming to prevent spatters by means of adapted process parameters.

Approach

In the first step an evaluation of different beam sources and welding strategies regarding the process capability is carried out. In this context the main criteria for the evaluation are energy consumption, achievable cycle times, robustness towards manufacturing variances e.g. joining gaps and required cross sections of seam. Due to the high heat conductivity of copper the heat dissipation caused by the clamping device influences the resulting cross section. Up to now the influence of different clamping conditions as well as several clamping concepts on the welding process is investigated. Additionally two synchronized high-speed cameras are used for process monitoring to enable the three dimensional tracking and documentation of the trajectories and sizes of weld spatters. Thus useful changes in process parameters and protection of components by means of the clamping devices can be realized.

Results

The application of different welding strategies and joint combinations leads to two possible joining alternatives, which are up to date evaluated under economic-technical aspects. Regarding the evaluation of different beam sources, the best results are achieved with a high power infrared beam source in continuous wave mode and high welding velocities with respect to the high heat conductance of copper.



Schematische Darstellung der Fügegeometrie
Schematic drawing of joint geometry



Aufsicht einer laserstrahlgeschweißten Kupferverbindung
Top view of a laser beam welded copper joint