

Kurzfassung

Thermoplastische Faserkunststoffverbunde (TP-FKV) werden aufgrund ihres Leichtbaupotentials zusammen mit Metallen vermehrt in Multimaterialstrukturen eingesetzt [1, 2]. Der Einsatz TP-FKV ermöglicht das thermische Fügen, wobei die Benetzung der Metalloberfläche mit Polymer und hierdurch die Zug-Scher-Festigkeit der Verbindung mit steigendem Fügweg ebenfalls ansteigt. Im Rahmen der Arbeit wurde der Fügweg als Indikator für eine qualitätsgesicherte Fügung mittels induktiver Erwärmung validiert.

Der Fügweg wird maßgeblich durch die Fügetemperatur, den Fügedruck und die verwendeten Materialien bestimmt. Um den im Prozess gemessenen Fügweg als Qualitätssicherungsmerkmal nutzen zu können sind bei der Beurteilung der Messkurven auch mechanische und insbesondere thermische Dehnungen zu berücksichtigen. Diese Einflüsse konnten durch analytische Methoden erfasst, bewertet und bei der Beurteilung des Fügeweges entsprechend herausgerechnet werden.

Zur quantitativen Bewertung wurden TP-FKV/Stahl-Verbindungen durch induktives Fügen hergestellt und der Einfluss der Oberflächenvorbehandlung, Prozessparameter, Witterung und Wechsellasten auf die Verbindungsfestigkeit untersucht. Es konnte gezeigt werden, dass für alle untersuchten TP-FKV in Kombination mit einer laserstrukturierten Stahloberfläche Verbindungsfestigkeiten im Bereich von Referenzklebungen erreicht wurden. Durch den Einsatz von für das jeweilige Matrixpolymer optimierten Haftvermittlern auf den Stahloberflächen konnten ebenfalls gute Verbindungsfestigkeiten erreicht werden. Das Schädigungsverhalten der TP-FKV/Stahl-Verbindung nach Bewitterung beziehungsweise Wechsellasten wurde anhand von Schliffbildanalysen und Simulationen analysiert. Die Arbeit schließt mit der Implementierung des induktiven Fügens in eine Fertigungszelle.

Abstract

Due to their lightweight potential, thermoplastic fiber reinforced polymer composites (TP-FRPC) are increasingly used in combination with metals in multi-material structures [1, 2]. The use of TP-FRPC enables thermal joining whereby the wetting of the metal surface with polymer and thus the lap shear strength of the joint increases with increasing thickness change. Within this work, the thickness change was validated as an indicator for a quality-assured induction joining.

The thickness change is mainly determined by the joining temperature, the joining pressure and the materials used. In order to be able to use the in-process measured thickness change as a quality assurance criterion, mechanical and, in particular, thermal strains must also be taken into account when evaluating the measured curves. These influences can be identified and evaluated by analytical methods, and can be deducted accordingly in the evaluation of the thickness change.

For quantitative evaluation, TP-FRPC/steel joints were manufactured by induction joining and the influence of surface pretreatment, process parameters, weathering and alternating loads on bond strength was investigated. It was shown that bond strengths comparable to adhesive bonds were achieved for all investigated TP-FRPC in combination with a laser-structured steel surface. By using bonding agents optimized for the respective matrix polymer on the steel surfaces, good bond strengths could also be achieved. The damage behavior of the TP-FRPC/steel bond after weathering or alternating loads was analyzed by means of micrograph analyses and simulations. The work concludes with the implementation of induction joining in a production cell.