

Zusammenfassung

Der zunehmende Einsatz von Leichtbauwerkstoffen im automobilen Karosseriebau, insbesondere von Aluminiumlegierungen, erfordert eine Weiterentwicklung und Anpassung der bestehenden Füge-technik auf die neuen Werkstoffe. Als wichtiges Fügeverfahren im Karosseriebau hat sich hierbei das Widerstandspunktschweißen bzw. Widerstandspunktschweißkleben für Stahlwerkstoffe bewährt. Die numerische Simulation kann dazu beitragen, den Schweißprozess für neue Werkstoffe zu analysieren und optimieren bei einer Reduzierung von aufwändigen Experimenten.

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der numerischen Simulation des Widerstandspunktschweiß- und Widerstandspunktschweißklebeprozesses von Aluminiumlegierungen. Dabei wird eine Methode zur Modellierung der Schweißprozesse mit dem Ziel einer digitalen Abbildung der Schweißlinsenentstehung aufgebaut und validiert.

Hierzu werden im ersten Schritt die eingesetzten Aluminiumlegierungen AA5182 und AA6014 sowie der eingesetzte Strukturklebstoff experimentell charakterisiert. Anschließend werden die Randbedingungen des Temperaturfeldes untersucht und kalibriert.

Im folgenden Schritt wird der Widerstandspunktschweißprozess mit instrumentierten Schweißversuchen analysiert sowie ein FE-Modell aufgebaut und umfassend validiert. Wesentliches Element des Modells stellt ein neues Kontaktwiderstandsmodell dar, welches das Verhalten des elektrischen Kontaktes unter schweißtypischer Beanspruchung für Aluminiumoberflächen abbilden kann. Zudem wird der Einfluss unterschiedlicher Schweißparameter, Werkstoffe, Oberflächenzustände, Spalte und Elektrodenkühlung auf die Schweißlinsengröße experimentell und numerisch analysiert.

Abschließend werden die Auswirkungen einer Klebstoffzwischen-schicht auf den Schweißprozess (Widerstandspunktschweißkleben) untersucht und das FE-Modell dahingehend erweitert. Hierzu gehört sowohl die Integration eines Klebstoffspaltes als auch die Erweiterung des Kontaktwiderstandsmodells.

Abstract

The increasing use of lightweight materials in automotive body in white shop, especially aluminum alloys, requires further development and adaptation of existing joining technology to the new materials. Resistance spot welding or spot weld bonding for steel materials has proven to be an important joining process in car body constructions. Numerical simulation can help to analyze and optimize the welding process for new materials while reducing the need for extensive experiments.

The present work deals with the numerical simulation of the resistance spot welding process and spot weld bonding process of aluminium alloys. A method for modeling the welding processes with the aim of a digital depiction of the nugget formation is built up and validated.

In a first step, the aluminum alloys AA5182 and AA6014 as well as the used structural adhesive are characterized experimentally. Subsequently, thermal boundary conditions are investigated and calibrated.

In the next step, the resistance spot welding process is analyzed with instrumented experiments and a FE-model is built and validated comprehensively. An essential element of the model is a new contact resistance model, which is able to describe the behavior of the electrical contact under typical welding conditions for aluminum surfaces. Additionally, the influence of different welding parameters, materials, surface conditions, gaps and electrode cooling on the nugget size is analyzed experimentally and numerically.

Finally, the effects of an adhesive on the welding process (spot weld bonding) are investigated and the FE-model is extended. This includes the integration of an adhesive gap as well as the extension of the contact resistance model.