

English version below

Warmumformung dünnwandiger Stahlbauteile

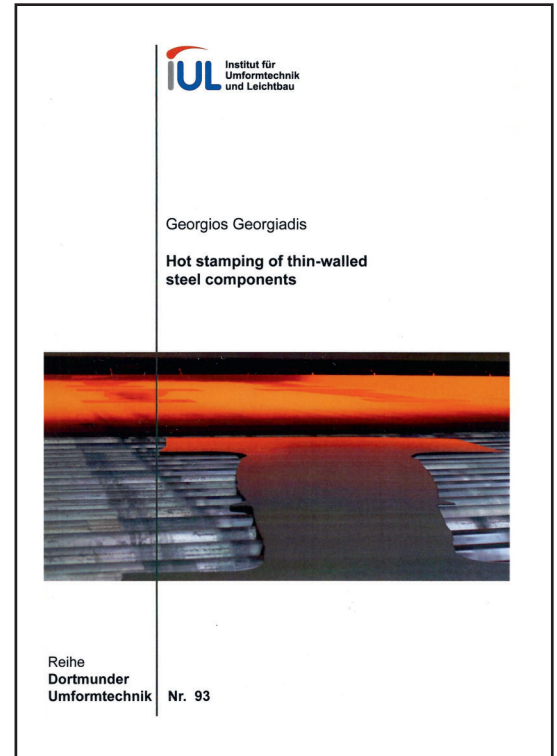
Georgios Georgiadis

Reihe Dortmunder Umformtechnik - Band 93

Shaker Verlag

ISBN: 978-3-8440-5435-4

Sprache: Englisch



Zusammenfassung

In den letzten Jahren hat sich die Warmumformung als Standardprozess für die Serienfertigung von crashrelevanten Blechteilen im Karosseriebau etabliert. Hauptgrund hierfür ist die wachsende Nachfrage nach Gewichtsreduzierung von Automobilen bei gleichzeitiger Erhöhung der Crashesicherheit. Zur Erweiterung des nachgewiesenen Leichtbaupotentials dieser Umformtechnologie wird die Warmumformung dünnwandiger Bor-Mangan-Stahlbauteile umfassend untersucht.

Die Sensitivität des gesamten Fertigungsprozesses hinsichtlich der Blechstärke wird analysiert. Der Einfluss unterschiedlicher blechdickenabhängiger Prozessparameter auf den Prozesszyklus und die Phasenumwandlungskinetik sowie auf die Bauteileigenschaften und den Gefügezustand wird ermittelt. Das Fließverhalten wird sowohl unter isothermen als auch unter nicht-isothermen Bedingungen untersucht und die Einflüsse diverser Parameter werden dabei evaluiert. Hierfür wird eine neue experimentelle Methode eingeführt, die mittels der gleichzeitig ablaufenden Umform- und Abschreckprozesse die Serienbedingungen gänzlich nachbilden kann. Eine ähnliche experimentelle Vorgehensweise wird bei der Untersuchung des Einflusses der Blechdicke auf die Umformbarkeit unter verschiedenen thermischen Bedingungen angewandt. Ein umfassender Vergleich zwischen den isothermen und den nicht-isothermen Grenzformänderungskurven wird durchgeführt. Die Erkenntnisse und Ergebnisse aus den durchgeführten Untersuchungen werden durch zwei dünnwandigen warmumgeformten Komponenten, einen Demonstrator und einen praxisrelevanten Automobilbauteil, validiert.

Im Rahmen dieser Arbeit wird bewiesen, dass die Warmumformung dünnwandiger Bor-Mangan-Stahlbauteile bei optimaler Auslegung der gesamten Prozesskette und bei entsprechender Anpassung der Prozessparameter technisch realisierbar ist. Es wird weiterhin festgestellt, dass im Gegensatz zum Spannungs-Dehnungs-Verhalten, die Umformbarkeit von den unterschiedlichen thermischen Bedingungen signifikant beeinflusst wird. Eine Erhöhung der Umformbarkeit wird im Allgemeinen unter isothermen Bedingungen nachgewiesen. Eine gegensätzliche Auswirkung der Blechdicke auf die Umformbarkeit bei isothermen und nicht-isothermen Bedingungen wird festgestellt, resultierend aus den entgegengerichteten Effekten der Temperatur und der Verfestigung. Zur Verbesserung der Umformbarkeit sollte der Umformprozess mit einem vorgegebenen thermischen Zyklus durchgeführt werden. Dieser Zyklus sollte das optimale Gleichgewicht zwischen den vorgenannten konkurrierenden Effekten herstellen. Durch die Validierung der ermittelten Grenzformänderungskurven wird abschließend unter Beweis gestellt, dass im Falle von dünnen Blechen die isothermen Kurven eher einen konservativen Ansatz darstellen, während die nicht-isothermen Kurven die tatsächlichen Umformgrenzen mit höher Genauigkeit erreichen, indem sie realitätsnahe Warmumformprozessbedingungen reproduzieren.

Hot stamping of thin-walled steel components

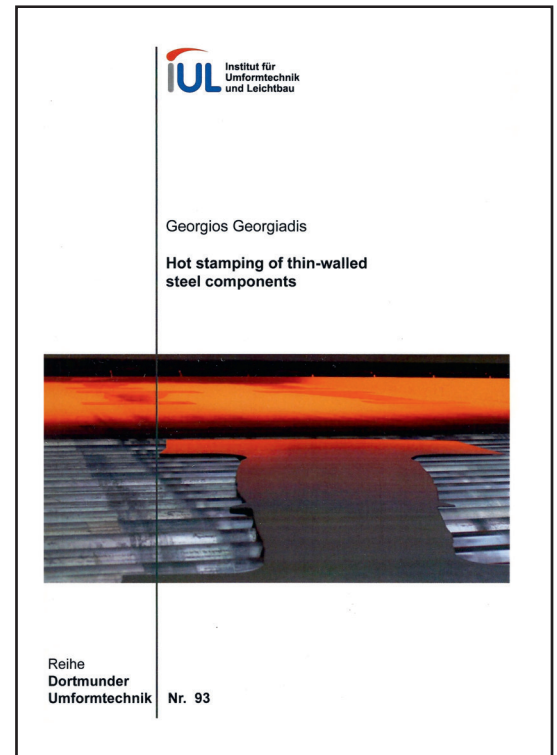
Georgios Georgiadis

Series: Dortmunder Umformtechnik - Volume 93

Shaker Verlag

ISBN: 978-3-8440-5435-4

Original language: English



Abstract

In recent years, hot stamping has been established as a standard process for mass manufacturing of various crash-relevant body-in-white components, as a result of the rising demand for car body's weight reduction and crashworthiness increase. To further exploit the lightweight potential of this forming technology, investigations on the hot stamping of thin-walled boron-manganese steel components are conducted.

A sensitivity analysis of the entire process chain towards the sheets thickness is carried out to examine the impact of thickness-dependent parameters on the process cycle and the phase transformation kinetics as well as on the final component properties and microstructure. The flow behavior is analyzed under both isothermal and non-isothermal conditions and the effect of diverse influential parameters is evaluated. For this purpose, a novel experimental method is introduced, able to mimic industrial conditions, where the specimens are simultaneously formed and quenched. Similarly, the impact of sheet thickness on formability is studied under different thermal conditions. A comprehensive comparison between the isothermal and the non-isothermal forming limit curves is performed. Finally, the research results and outcomes are validated by manufacturing and analyzing two thin hot stamped components, a demonstrator and a real-life automotive component.

In this thesis it is demonstrated that hot stamping of thin-walled boron-manganese steel components is feasible if the process chain is optimally designed and the process parameters properly adjusted. It is further concluded that even though stress-strain behavior is not significantly affected by different thermal conditions, formability is. An increase of formability is generally notable under isothermal conditions. Moreover, an opposite impact of thickness on formability under isothermal and non-isothermal conditions is identified, resulting from the counteracting effects of temperature and work hardening. Aiming at formability enhancement, the forming step should be thus conducted following a thermal cycle that enables attaining the optimum balance between these competing effects. By validating the determined forming limit curves it is shown that in the case of thin sheets the isothermal curves constitute a more conservative approach, while the non-isothermal ones reach the actual forming limits with higher precision by reproducing direct hot stamping conditions.