

Modellierung und Charakterisierung von Schädigung und Bruch in der Blechmassivumformung

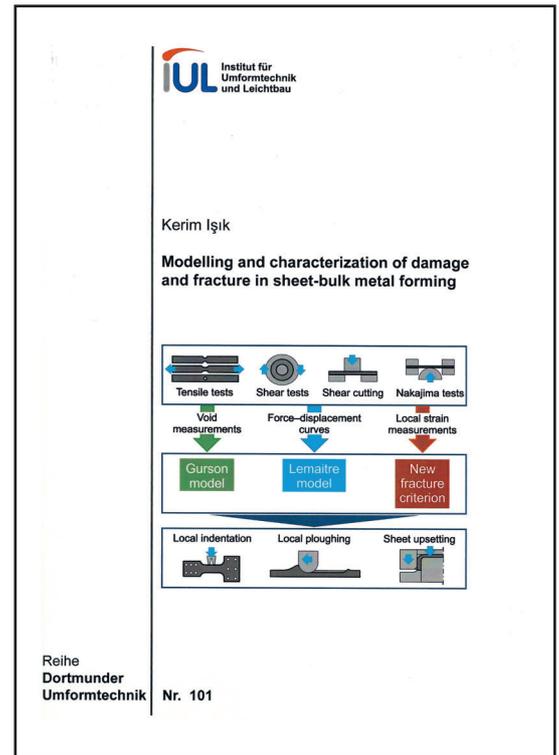
Kerim Işık

Reihe Dortmunder Umformtechnik - Band 101

Shaker Verlag

ISBN: 978-3-8440-6278-6

Sprache: Englisch



Zusammenfassung

Die Blechmassivumformung unterscheidet sich durch die Anwendung von Massivumformprozessen auf Blechwerkstoffe von der klassischen Blechumformung. Obwohl das anfängliche Werkstück ein Blech ist, erfordert das Auftreten dreidimensionaler Spannungs- und Dehnungszustände eine Überprüfung der Materialmodelle und Grundannahmen von Blechumformprozessen. Unabhängig vom Umformvorgang (Blech- oder Massivumformung) sind die Abnahme der Tragfähigkeit eines Werkstoffs und die Ursache des endgültigen Bruchs mit den Poren-Mechanismen (Bildung, Wachstum und Zusammenschließen der Poren) verbunden. Die numerischen Vorhersagemodelle zielen bislang entweder nur auf die Ermittlung der Rissinitiierung oder auf die Poren- bzw. Schädigungsentwicklung bis zum Bruch sowie den Beginn des Risses ab.

In dieser Arbeit werden die notwendigen Methoden zur Werkstoffcharakterisierung für bestehende Schädigungsmodelle entwickelt, um Schädigung und Bruch während ausgewählter Blechmassivumformprozesse vorhersagen zu können. Zwei kontinuumsmechanische Schädigungsmodelle, die poröse Plastizität nach Gurson und das kontinuumsmechanische Schädigungsmodell nach Lemaitre, werden untersucht. Die Anwendbarkeit der Modelle wird evaluiert. Eine direkte Methode zur Werkstoffcharakterisierung für das Gurson-Modell und eine inverse Methodik zur Parameteridentifikation für das Lemaitre-Modell werden vorgestellt. Die Charakterisierungsexperimente werden erweitert, indem ein Scherschneidversuch berücksichtigt wird, um das Scherbruchverhalten über die Blechdicke und relevante Modellparameter identifizieren zu können.

Ein neues Bruchkriterium, welches sich sowohl auf Normal- als auch auf Scherbrüche bezieht, wird eingeführt. Dieses Kriterium beinhaltet die spannungszustandsabhängigen Größen der Kontinuumsmodelle, die von der Spannungstriaxialität und dem Lode-Winkel-Parameter abhängen. Eine vereinfachte Formel dieses Kriteriums ermöglicht eine schnelle Methodik zur Ermittlung von Modellparametern.

Die Vorhersageleistungen der Modelle werden für drei Blechmassivumformprozesse verglichen, für lokales Eindringen, lokales Walzen und für das Blechstauchen. Die Validierungsuntersuchungen zeigen, dass die Berücksichtigung der Abnahme des Porenvolumens unter Druckspannungszuständen für die numerische Vorhersage entscheidend ist. Die Simulationen mit dem Gurson-Modell, welches die Verringerung des Porenvolumens unter Druckspannung ermöglicht, stimmen mit den experimentellen Beobachtungen überein. Das neu eingeführte Bruchkriterium liefert angesichts des reduzierten Aufwands für die Parameteridentifikation zufriedenstellende Ergebnisse.

Modelling and characterization of damage and fracture in sheet-bulk metal forming

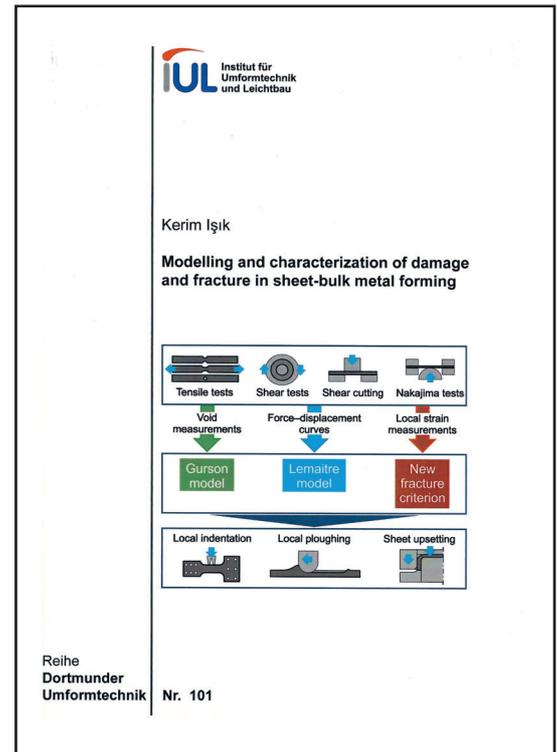
Kerim Işık

Series: Dortmunder Umformtechnik - Volume 101

Shaker Verlag

ISBN: 978-3-8440-6278-6

Original language: English



Abstract

Sheet-bulk metal forming differs from the conventional sheet forming processes, in the application of the bulk forming operations on the sheet material. Although the initial workpiece is a sheet blank, the occurrence of the three-dimensional stress/strain states requires a revise of the basic assumptions and available material models for the conventional sheet forming processes. Independent from the forming operation (sheet or bulk forming), the reduction in the load carrying capacity of a material and the driving reasons of the final fracture are associated with the void mechanisms. Predictive models aim either only identification of the onset of fracture or damage (void) evolution till final fracture and onset of fracture together.

In this study, necessary material characterization techniques for the available damage models are developed to predict damage and fracture during sheet-bulk forming processes. The applicability of the models for these forming processes is evaluated. Two mainstream continuum damage models, namely Gurson's porous plasticity and Lemaitre's continuum damage model, are investigated. A direct material characterization methodology for Gurson model and an inverse parameter identification methodology for Lemaitre model are introduced. The characterization tests are enriched by adding the shear cutting test to identify through-thickness shear behavior and shear related model parameters.

A new fracture criterion, which is originated from the experimental observations related to normal and shear fracture, is introduced. This criterion includes the stress state dependent measures of the continuum models, which depend on stress triaxiality and Lode angle parameter. A simplified structure of this criterion allows a rapid characterization methodology for the material parameters.

The models' predictive performances are compared for three sheet-bulk forming processes, namely local indentation, local ploughing and sheet upsetting. The results show the impact of the modelling capability for the void decrease under compressive stress states on the prediction performance. The predictions with Gurson model, which provides the void content reduction under compression, are closer to the experimental observations compared to the other models. The newly introduced fracture criterion provides fair results considering the reduced effort for the parameter identification.