

Erweiterung der Prozessgrenzen inkrementeller Blechumformverfahren mittels flexibler Werkzeuge

Gerd Sebastiani

Reihe Dortmunder Umformtechnik - Band 88

Shaker Verlag

ISBN: 978-3-8440-4359-4

Sprache: Deutsch

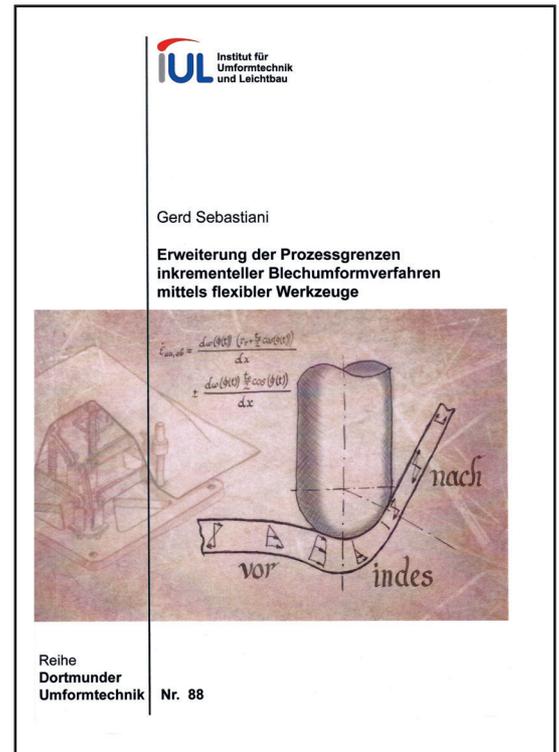
Zusammenfassung

Wodurch lassen sich die hohen Formänderungen bei der inkrementellen Blechumformung erzielen? Die vorliegende Arbeit geht dieser Frage nach und beschreibt die Analyse der mechanischen Wirkprinzipien, als Basis für eine mechanischen Modellierung. Ziel ist es dabei, die Formänderungsgrenzen durch eine Verstärkung besagter Wirkprinzipien mittels geeigneter Werkzeugkonzepte zu erweitern.

Zu diesem Ziel werden Messverfahren entwickelt mit deren Hilfe der Deformationsverlauf in der Umformzone analysiert werden kann. Auf der Basis der hierbei gewonnenen Erkenntnisse wird ein grundlegendes mechanisches Modell des Prozesses erstellt. Die Erhöhung der Formänderungsgrenzen wird durch die Entwicklung unterstützender Werkzeuge erreicht, deren Wirksamkeit an Fallbeispielen verifiziert wird. Als Rapid-Prototyping-Prozess bedingt die inkrementelle Blechumformung eine geringe Werkzeugbindung. Daher wird als tragendes System für die unterstützenden Werkzeuge das flexible Werkzeugkonzept FlexDie verwendet. Dieses wird in einer Fallstudie in Bezug auf die erzielbare Bauteilqualität und hinsichtlich technisch-wirtschaftlicher Aspekte optimiert.

Als Messverfahren erweisen sich die entwickelten Prinzipien Messung der Schiebungswinkel über den Blechquerschnitt mittels Mikrobohrungen, beidseitige optische Dehnungsmessung an den Oberflächen sowie beidseitige Messung zeitabhängiger Größen als zielführend. Diese zeigen eine Wechselbiegung um den Drückstichel, welche zunächst am Werkzeugkontakt und nachfolgend auf der gegenüberliegenden Werkstückseite in einer stabilisierenden Druckspannungsüberlagerung resultiert. Auf der Basis dieser Ergebnisse können die Dehnungsverläufe in der Umformzone durch einen ebenen Verzerrungszustand mit Dehnungen in meridionaler und blechstärkenorientierter Richtung beschrieben werden.

Basierend auf den identifizierten Wirkprinzipien zielen die entwickelten Werkzeugkonzepte auf eine Verstärkung des hydrostatischen Drucks im Werkzeugkontakt oder der folgenden Zone mit umkehrender Biegung ab. Als wirkungsvoll erweisen sich die Konzepte einer Einleitung einer definierten Kraft am unbelasteten Schnittufer sowie die beidseitige Druckspannungsüberlagerung. Die als Stützstruktur dienende flexible Teilpatrizie FlexDie wird mit der Fallstudie der von Jeswiet et al. (2005b) beschriebenen Herdwanne eines Solarkocher evaluiert. Dabei sind die mittels optimierten FlexDie-Konzept gefertigten Werkstücke denen einer Vollpatrizienfertigung qualitativ nahezu ebenbürtig. Wirtschaftlich erweist sich die FlexDie-Variante bereits ab einer Losgröße von drei Werkstücken überlegen gegenüber einer Vollpatrizienfertigung und spart ab einer Variantenvielfalt von 10 rund die Hälfte der Kosten pro Werkstück.



Extending the incremental sheet forming process by means of flexible tools

Gerd Sebastiani

Series: Dortmunder Umformtechnik - Volume 88

Shaker Verlag

ISBN: 978-3-8440-4359-4

Original language: German

Abstract

What causes the achievable strains in incremental sheet forming? The present work investigates this question and describes the analysis of the underlying mechanical principles, in order to develop tools for reinforcing denoted principles. The research aims at extending the forming limits by increasing the underlying mechanical principles and thus making the latter available to other forming processes as well.

With this aim, measuring methods are developed in order to analyze the progression of the deformation in the forming zone. Based on the knowledge obtained, a fundamental mechanical model of the process is developed. Increasing the forming limits is accomplished by the development of supporting tools, whose effectiveness is verified in case studies. As a rapid prototyping process, the incremental sheet forming process requires a tool, adaptable to different forming tasks. Therefore, the flexible tool concept FlexDie is used, which is optimized in a case study with respect to the achievable part quality as well as economical aspects.

Concerning the measuring methods, the developed principles of measuring the shearing angle on the sheet cross-section by means of micro-bored holes, bilateral optical strain measurement on the surfaces as well as bilateral measurement of time-dependent strains proved to be effective. The resulting measurements show an alternating bending effect around the forming tool, emerging on the tool contact and subsequently on the opposite side of the workpiece. Consequently, the resulting superposition of compressive (hydrostatic) stress acts as the stabilizing effect on the forming operation. Based on these results, the strain gradients in the deformation zone can be described by a plane strain deformation with strains in the meridional and thickness direction.

Consequently, the developed tool concepts aim at amplifying the hydrostatic pressure, either at the tool contact or the following zone of reversed bending. Here, the concepts of a introducing a defined force on the blank holder and bilateral superposition of compressive stresses yield significant results. The partial support FlexDie is evaluated based on the case study of the solar cooker by Jeswiet et al. (2005b). Considering the achievable part quality, only slight deviations are observable when comparing the FlexDie-formed parts to those formed with a full die. Economically, the FlexDie variant is superior to the full die variant already on a lot size of three workpieces, while cutting the costs per workpiece in half after ten variations in geometry.

