

English version below

Das Freibiegen mit inkrementeller Spannungsüberlagerung

Andres Weinrich Mora

Reihe Dortmunder Umformtechnik - Band 86

Shaker Verlag

ISBN: 978-3-8440-4221-4

Sprache: Deutsch



Zusammenfassung

Blechbiegeverfahren werden durch eine stark ausgeprägte Rückfederung charakterisiert. Mit dem innovativen Biegeverfahren, der inkrementellen Spannungsüberlagerung beim Freibiegen, wird eine Möglichkeit geboten, die Rückfederung bei einer hohen Flexibilität in der Fertigung zu reduzieren. In der ersten Phase des Prozesses findet ein konventioneller Freibiegeprozess statt. In der zweiten Phase wird die inkrementelle Spannungsüberlagerung mithilfe einer unteren Druckrolle ausgeführt. Hierbei bleibt das Blech zwischen Stempel und Gesenk eingespannt. Erst nachdem die untere Druckrolle über die gesamte Blechlänge durchgefahren ist, wird das Blech wieder vollständig entlastet.

Das Ziel der vorliegenden Dissertation ist die Ausarbeitung der Grundlagen der inkrementellen Spannungsüberlagerung beim Freibiegen.

Zunächst wird ein analytisches Modell des Querkraftbiegens erweitert, indem das nichtlineare Fließverhalten berücksichtigt wird. Aufbauend auf diesem Modell und unter Berücksichtigung der herrschenden Rahmenbedingungen wird ein Freibiegemodell ausgearbeitet. Mit diesem Modell können die Rückfederung und die Eigenspannungen beim Freibiegen ermittelt werden.

Der Fokus dieser Arbeit ist die Analyse des oben genannten Verfahrens. Dazu wird zunächst ein analytisches Modell der Spannungsüberlagerung ausgearbeitet und mit einem Finite-Elementen-Modell verifiziert. Neben der Analyse der Spannungszustände wird der Einfluss der inkrementellen Spannungsüberlagerung auf die Rückfederung experimentell untersucht. Anschließend wird eine Berechnungsmethode zur Prozessvorhersage basierend auf den zuvor vorgestellten Modellen erarbeitet.

Das Potenzial der neuen Verfahrensvariante wird durch die Gegenüberstellung mit bereits etablierten und weitverbreiteten Verfahren, die ebenfalls eine Spannungsüberlagerung verwenden, dargestellt. Die Kriterien zur Bewertung sind einerseits die erforderliche Umformenergie und andererseits die resultierende Rückfederungskompensation. Die Spannungszustände der verschiedenen Verfahren werden ebenfalls analysiert.

Abschließend werden weitere Anwendungsmöglichkeiten des neuen Verfahrens untersucht. Auf der einen Seite wird der Einsatz des Verfahrens bei belastungsangepassten Platinen und auf der anderen Seite die Möglichkeit zur Erweiterung der Formänderungsgrenzen bei Werkstoffen mit geringer Duktilität untersucht.

Die Ergebnisse der vorliegenden Dissertation ermöglichen die Spannungszustände und die Rückfederung infolge der Spannungsüberlagerung mathematisch abzubilden. Darüber hinaus zeigen die Untersuchungen weitere positive Aspekte des Verfahrens bei modernen Werkstoffkonzepten und Werkstoffen mit geringer Duktilität auf.

Air bending with incremental stress superposition

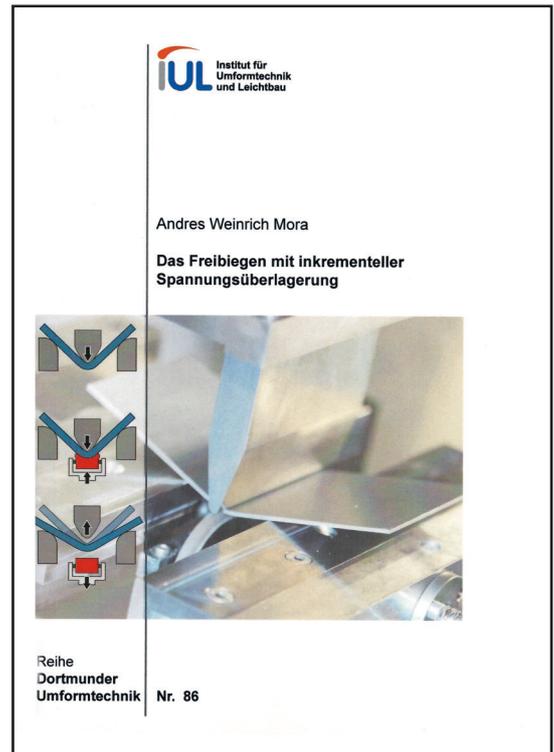
Andres Weinrich Mora

Series: Dortmunder Umformtechnik - Volume 86

Shaker Verlag

ISBN: 978-3-8440-4221-4

Original language: German



Abstract

Sheet bending processes are characterized by a pronounced springback. The innovative method of bending with incremental stress superposition during air bending offers a way to reduce springback with a high flexibility. The process consists of two steps. In the first step, a conventional free bending process takes place. In the second step, the incremental stress superposition is carried out by using a lower roll to locally apply the required stress. In this step, the sheet is clamped between the punch and the die. The sheet is completely unloaded not before the lower roll has passed through the whole length of the sheet.

The aim of this thesis is to develop the foundations of incremental stress superposition during air bending.

First, an analytical model of pure bending is enhanced. This model considers a non-linear flow behavior. On the basis of this model an air bending model is formulated taking into account the existing conditions during air bending. With this model, the springback and the residual stresses in air bending can be determined.

The focus of this thesis is the analysis of the incremental stress superposition process. For this reason an analytical model of stress superposition is developed by the author and verified using a finite element model. With this mathematical description, an analysis of the stress states has been achieved. Furthermore the influence of the incremental stress superposition on the springback is studied experimentally. For the practical use an algorithm to calculate the springback reduction is presented. This algorithm combines the previously presented models.

The potential of the new process is analyzed by a comparison with already established and widely used methods, which also use stress superposition. For the evaluation, the required forming energy and the springback reduction are taken into account. The stress states of the different processes are also presented.

Finally, other possible applications of the novel method are studied. On the one hand the application of the process for bending tailored blanks is shown and, on the other hand, the possibility to extend the forming limits in materials with a low ductility is investigated.

The results of this thesis allow calculating the states of stress and springback due to the stress superposition. In addition, the presented studies show the positive aspects by applying the incremental stress superposition in modern material concepts (tailored blanks) and materials with low ductility.