

Maßgeschneiderte und beidseitige Druckverteilungen für die Umformung durch Folienverdampfung

Sheng Cai

Reihe Dortmunder Umformtechnik - Band 87

Shaker Verlag

ISBN: 978-3-8440-4255-9

Sprache: Englisch

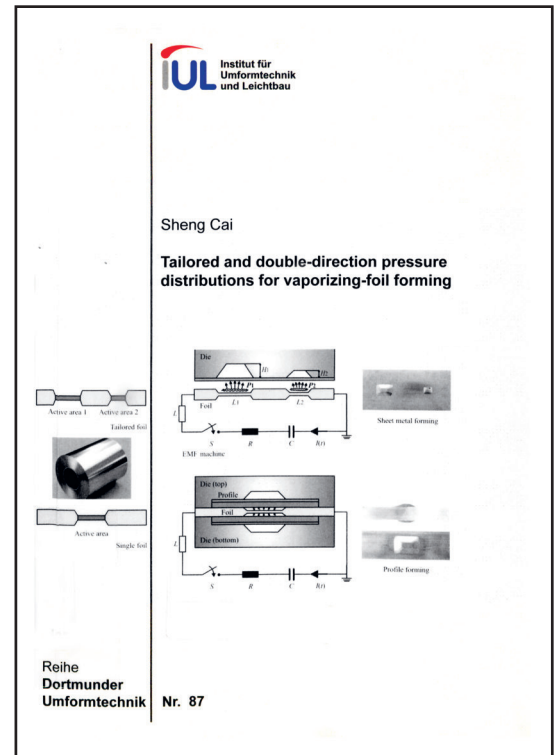
Zusammenfassung

Metallumformung mittels Folienvaporisation ist eine neuartige Impulsumformtechnik. Der Prozess basiert auf der schnellen Verdampfung metallischer Folien durch sehr hohe gepulste elektrische Ströme. Infolgedessen bildet sich ein schnell expandierendes Plasma, durch das ein starker mechanischer Druckimpuls generiert wird. Über ein elastisches Polyurethankissen wird dieser Umformdruck auf das Werkstück übertragen und führt zu seiner plastischen Deformation. Im Vergleich zur elektromagnetischen Umformung, dem bekanntesten Hochgeschwindigkeitsumformverfahren, erfordert der hier betrachtete Prozess keine elektrischleitfähigen Werkstücke und keine komplexen Werkzeuge. Ziel dieser Arbeit ist die Realisierung maßgeschneiderter Druckverteilungen im Hinblick auf die gewünschte Bauteilform. So soll die Formgenauigkeit der Bauteile verbessert und die Produktivität des Verfahrens gesteigert werden.

Um diese Zielsetzung zu erreichen, wird im Rahmen dieser Arbeit zunächst ein grundlegendes Prozessverständnis der Blechumformung durch Folienverdampfung entwickelt. Basierend auf analytische und experimentelle Untersuchungen werden bedeutende Prozessparameter identifiziert und ihr Einfluss auf das Umformergebnis analysiert. Für die analytischen Untersuchungen wird ein Ansatz zum dynamischen Verhalten quadratischer beziehungsweise rechteckiger Platten unter Impulsbelastung mit einem hier entwickelten Modell zur Beschreibung der physikalischen Vorgänge bei der Folienvaporisation kombiniert. Neben der Identifikation von signifikanten Prozesseinflussgrößen, wie z.B. der Kondensatorladeenergie oder der Foliengeometrie, erlaubt dieser analytische Ansatz die Abschätzung des wirkenden Druckimpuls und der resultierenden Einförmigkeit in der Werkstückmitte.

Auf Grundlage des erlangten, grundlegenden Prozessverständnisses werden im Folgenden zwei neue Prozessvarianten entwickelt. Bei der ersten Variante wird die Druckverteilung über die Foliengeometrie beziehungsweise die Eigenschaften des Polyurethankissens lokal an die gewünschte Bauteilkontur angepasst. Das heißt, dass die Druckverteilung über die Umformzone in Abhängigkeit von der Tiefe der Werkzeugkavität variiert wird. So kann das bei der Impulsumformung in manchen Bauteilbereichen auftretende Zurückprallen des Werkstücks vom Werkzeug unterbunden beziehungsweise reduziert werden. Als Ergebnis kann die Formgenauigkeit der Bauteile deutlich gesteigert werden.

Die zweite Prozessvariante, die im Rahmen dieser Arbeit entwickelt wird, ist die bidirektionale Umformung mittels Folienvaporisation. Hierbei werden mit einer verdampfenden Folie zwei Bauteile in entgegengesetzte Richtungen umgeformt. Hierdurch lässt sich die Prozesseffizienz signifikant steigern. Des Weiteren eignet sich dieser Aufbau auch zur Umformung von Profilen mit vor allem rechteckigem Querschnitt.



Tailored and double-direction pressure distributions for vaporizing-foil forming

Sheng Cai

Series: Dortmunder Umformtechnik - Volume 87

Shaker Verlag

ISBN: 978-3-8440-4255-9

Original language: English

Abstract

Metal forming by vaporizing foils is an innovative impulsive forming method which requires no electrical conductivity of the workpiece and no expensive coils. The aim of this thesis is to develop innovative pressure distributions by vaporizing foils in order to improve the forming accuracy and the manufacturing productivity.

Firstly, the mechanical and physical processes of sheet metal forming by vaporizing foils are analyzed. Based on the analysis of the dynamic behavior of square plate and rectangular plate under impulsive loading, the final transverse displacement in the center of the plate can be predicted. In order to predict the shock pressure amplitude, an analytical model is developed which correlates the shock pressure and the process parameters which involve the bank machine, metal foil and the polyurethane plate.

Based on the analytical model, the process parameters are experimentally identified. With increasing the charging energy of the capacitor bank, the final shock pressure is improved while the increase of the foil thickness and width leads to a decrease on the pressure amplitude. Meanwhile, a thicker polyurethane plate is found to enhance the attenuation effect on the shock wave propagation resulting in a lower shock pressure.

With the knowledge of the process parameters, two different pressure distributions are developed which are the tailored pressure distribution and double-direction pressure distribution respectively. The tailored pressure distribution can be generated by means of the combination of different process parameters such as foil length, width and polyurethane thickness and hardness. The double-direction pressure distribution resulted from the foil vaporization can provide the shock pressure both upward and downward at the same time.

Finally two application parts are manufactured by means of the developed new pressure distributions respectively. The part produced using tailored pressure distribution demonstrates that this pressure distribution can greatly reduce the rebound effect in impulsive forming and manufacture the parts with different forming depths. The other part achieved from the double-direction pressure distribution indicates that this pressure distribution can be successfully used to profile forming.

