

Basic Investigations of the Incremental Sheet Metal Forming Process on a CNC Milling Machine

Sanjay Jadhav

Reihe Dortmunder Umformtechnik - Band 45

Shaker Verlag

ISBN: 978-3-8322-3732-5

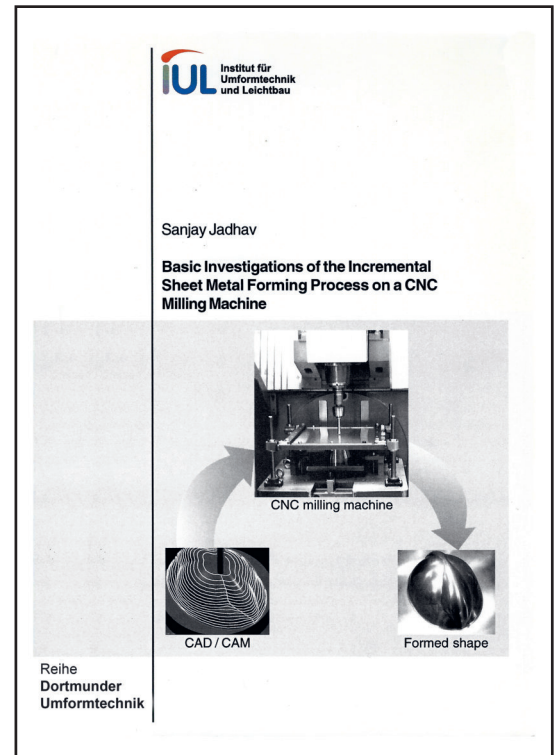
Sprache: Englisch

Zusammenfassung

Bei konventionellen Blechumformverfahren kommen spezielle, werkstückspezifische Werkzeuge zum Einsatz, die unter hohen Zeit- und Kostenaufwand entwickelt und produziert werden. Die Inkrementelle Blechumformung (ISMF) ist eine neue Fertigungstechnologie mit in der Entwicklungsperspektive universal einsetzbaren, werkstückunabhängigen Werkzeugen. Daher bietet dieses Verfahren eine höhere Flexibilität und eine wesentliche Verkürzung der Produktentwicklungszeiten und ist besonders für die Kleinserienfertigung geeignet. Es arbeitet normalerweise mit einem fixierten, formgebenden Stützwerkzeug und nur einem kleinen, bewegten Werkzeug, das die Sollgeometrie auf das Blech abbildet. Ziel dieser Arbeit sind grundlegende Untersuchungen zur Inkrementellen Blechumformung sowie die Untersuchung verschiedener flexibler Abstützungsstrategien, um erste Kenntnisse für die Realisierung einer Umformmaschine für einen hochflexiblen Prozess, dem sog. Kinematischen Inkrementellen Blechumformen (KISMF), zu gewinnen.

Ein wichtiger Schwerpunkt dieser Untersuchungen war die Analyse geeigneter Werkzeugbahnen innerhalb eines universellen CAD/CAM-Systems als wesentliche Voraussetzung für die Entwicklung einer Prozesssteuerung bei der ISMF. Die berechneten Werkzeugbahnen wurden auf einer konventionellen CNC-Fräsmaschine realisiert und die speziellen Einsatzgrenzen des CAD/CAM-Systems sowie der Maschine bestimmt. Die experimentellen Ergebnisse bildeten die Voraussetzung für eine Optimierung von Prozessvariablen einschließlich der Werkzeugbahnen. So sollte die Bauteilqualität erhöht und der Werkzeugeinsatz vereinfacht werden. Die Versuche an zunehmend komplexen Versuchsbauteilen führten zu Aussagen über günstige Prozesssteuerungsgrößen, entsprechende Werkzeugbahnen und die Beeinflussung der Bauteilqualität. In diesem Zusammenhang wird über verschiedene Techniken einer flexiblen Werkstückunterstützung berichtet, insbesondere über die Blechdickenreduzierung in Abhängigkeit vom eingestellten Spaltmaß zwischen Stützwerkzeug und Formgebungsstempel. Der Einfluss optimierter Spaltmasse wurde an einem komplexen Bauteil mit fast senkrechten Seitenwänden nachgewiesen. Es wurde gezeigt, dass die Anwendung des Sinus-Gesetzes zur Beschreibung der Blechdickenabnahme für diese extremen Scheitelwinkel nicht geeignet ist. Die Forschungsarbeiten schließen mit der Erarbeitung eines Ansatzes zur Umformung vorgeformter Bleche, durch deren Anwendung die Ausdünnung auch bei sehr kleinen Scheitelwinkeln reduziert werden konnte.

Basierend auf den Untersuchungsergebnissen zum ISMF werden einige Ideen zum KISMF vorgestellt sowie zukünftige Potentiale und Entwicklungsfelder für eine Blechteilproduktion mit einfachen, flexiblen Werkzeugen sowie die Erweiterung des Einsatzspektrums für dieses Fertigungsverfahren werden benannt.



Basic Investigations of the Incremental Sheet Metal Forming Process on a CNC Milling Machine

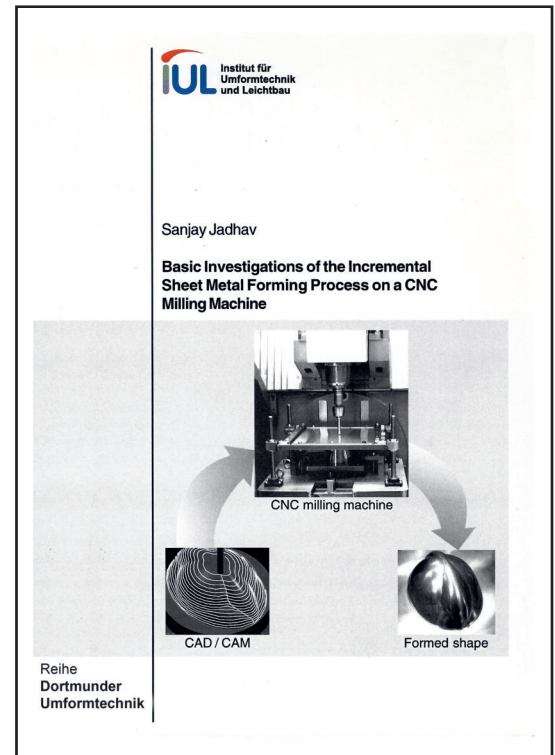
Sanjay Jadhav

Series: Dortmunder Umformtechnik - Volume 45

Shaker Verlag

ISBN: 978-3-8322-3732-5

Original language: English



Abstract

The conventional sheet metal forming processes need part dependent tooling, which costs in terms of time and money. Due to these factors along with increasing variants variety in the sheet metal part fabrication, highly flexible forming processes are being developed. The Incremental Sheet Metal Forming (ISMF) is one of the emerging flexible forming technologies in the sheet metal engineering, which rather uses universal tooling that is mostly part independent. Hence, the process offers higher flexibility reducing the product development time greatly, and making it very suitable for low volume production. Fundamentally, a desired shape is formed on a fixed form defining support tool using an active small size-forming tool in the ISMF process. The aim of the presented dissertation is to realize the ISMF with different flexible supporting strategies compared to the form defining support strategies in order to acquire some basic information for building a machine for an advanced flexible forming process called as the Kinematical Incremental Sheet Metal Forming (KISMF).

The tool path is one of the main process controlling variables and hence, different tool paths were studied to know the unique strengths of each tool path. Thereafter, several experiments were conducted using a CNC milling machine and a general-purpose CAD/CAM system to avail the benefits, which are often confined to a special machine and software. The main objectives were the optimization of the process variables, including the tool path optimizations in order to form higher quality parts with minimum tooling and experiments. The experiments conducted from simple to complex shape categories revealed different suitable process controlling variables and tool paths. Further, different techniques to attain competitive part quality using simple flexible supports are reported. The competitive part quality is also governed by the thickness distribution that is dependent on the apex angle. Therefore, the optimum offset essential to overcome the limitations of forming with the sine law as per the apex angle and associated thinning are proved by forming a complex shape with almost vertical walls. Subsequently, an appropriate approach using preformed sheets was explored during the research to minimize thinning at lower apex angles.

Based on the ISMF research results, some basic ideas for the realization of the KISMF process are presented. Finally, the conclusions of the contributed work have directed the research on the key potential areas, including the KISMF. The scope of this work summarizes the directions for production of parts with simple flexible tooling for expanding the process competence spectrum.