

## STRESZCZENIA

**Paweł FRONĆ**

REMET S.A., Stalowa Wola

**Feliks STACHOWICZ**

Rzeszow University of Technology

**BENDING FORCE AND SPRINGBACK  
CHARACTERISTICS OF THE TAILOR-WELDED  
18G2A-E355 STEEL STRIPS**

In many studies a wide range of information about the bendability, failure patterns and the springback of homogeneous as well as tailor-welded sheet metal parts are presented. However, accurate prediction of the springback remains elusive, especially in the case of thick sheet metal. The purpose of this study was experimental determination of the bending force and springback coefficient of the tailor-welded 18G2A-E355 steel strips. Especially, it was focused on comparing the differences in the mechanical properties and bending characteristics between the tailor-welded strips and non-welded ones under the same experimental conditions. The set-up mounted on the testing machine, instrumentation and process control system allows the rig to operate in displacement as well as load control. The MAG method with the Argon + CO<sub>2</sub> atmosphere was used for strips welding.

**Keywords:** tailor-welded sheet metal, strain hardening, bending force, springback

**SIŁA GIĘCIA ORAZ SPRĘŻYNOWANIE W PROCESIE GIĘCIA  
SPAWANYCH PASM ZE STALI 18G2A-E355**

## Streszczenie

W wielu opracowaniach można znaleźć znaczną liczbę informacji dotyczących możliwości gięcia, rodzaju uszkodzeń oraz sprężynowania w procesie gięcia blach jednorodnych oraz łączonych przez spawanie. Jednakże dokładne określenie wielkości powrotnych odkształceń sprężystych nadal wymaga dalszych badań, szczególnie w przypadku gięcia blach grubych. Celem prezentowanych badań eksperymentalnych było określenie siły oraz współczynnika sprężynowania podczas gięcia spawanych pasm ze stali 18G2A-E355. W szczególności skoncentrowano się na porównaniu różnic właściwości mechanicznych oraz charakterystyk gięcia blach jednorodnych oraz spawanych uzyskanych w takich samych warunkach testów. Przyrząd do gięcia zamontowany na maszynie wytrzymałościowej, czujniki oraz system pomiarowy umożliwiły rejestrację przemieszczenia oraz siły gięcia. Spawanie pasm blach przeprowadzono metodą MAG w atmosferze CO<sub>2</sub>.

**Słowa kluczowe:** blachy łączone – spawane, umocnienie odkształceniowe, siła gięcia, sprężynowanie

DOI: 10.7862/rm.2012.7

**Marek KROK, Janusz PORZYCKI, Roman WDOVIK**  
Politechnika Rzeszowska

## **PARAMETRYCZNE PROGRAMOWANIE SZLIFOWANIA WYROBÓW CERAMICZNYCH O ZŁOŻONEJ GEOMETRII**

Wytwarzanie wyrobów z ceramiki technicznej o złożonej geometrii wymaga zastosowania maszyn CNC o określonych możliwościach technologicznych, specjalnych narzędzi ściernych oraz właściwie opracowanych programów sterujących. W artykule pokazano parametryczne programowanie obróbki przedmiotów wykonanych z ceramiki technicznej na szlifierce do wałków z osią C sterowaną numerycznie. Przedstawiono również analizę czasu obróbki typowego szeregu części o sparametryzowanej geometrii.

**Słowa kluczowe:** programowanie parametryczne, szlifowanie, szlifierka CNC, wyroby ceramiczne

## **PARAMETRIC PROGRAMMING OF GRINDING OF CERAMIC PRODUCTS WITH COMPLEX GEOMETRY**

**Abstract**

Machining of technical ceramic products requires application of CNC machines which have predetermined technological possibilities, special grinding tools and properly made control programs. In this paper parametric programming of ceramic products machining using CNC grinding machine with C axis is described. Time analysis of machining of type dimension ceramic products with parametric geometry is also presented.

**Keywords:** parametric programming, grinding, CNC grinding machine, ceramic products

DOI: 10.7862/rm.2012.8

**Andrzej SKRZAT**  
Rzeszow University of Technology

## **APPLICATION OF COUPLED EULERIAN-LAGRANGIAN APPROACH IN METAL FORMING SIMULATIONS**

Numerical simulations of materials forming processes require both powerful computers and advanced software. Large displacements assumed in the analysis usually cause convergence problems. In the Lagrangian approach (typical for solid bodies) a remeshing is frequently necessary. This extends the computations and decreases the convergence. In such cases the application of Euler approach (typical for fluid flows) is a practical alternative. In the Euler approach the finite elements mesh remains fixed, while material flows through it. There is no need for remeshing, therefore. In this paper selected results of coupled Eulerian-Lagrangian analysis are presented. A bent beam as the benchmark test and backward extrusion as an example of metal forming process are considered. Some models parts (tools) are described by updated Lagrangian formulation, other parts (material) are described by Eulerian approach. Obtained results of CEL analyses were compared to ones of the pure Lagrangian approach.

**Keywords:** coupled Eulerian-Lagrangian, large displacements, metal forming

## **ZASTOSOWANIE SPRĘŻONEGO PODEJŚCIA EULERA-LAGRANGE'A W SYMULACJACH PROCESÓW PRZERÓBKI PLASTYCZNEJ METALI**

### Streszczenie

Numeryczne symulacje procesów przeróbki plastycznej wymagają dużej mocy komputerów oraz zaawansowanego oprogramowania. Uwzględnienie w analizie dużych przemieszczeń jest wielokrotnie źródłem poważnych trudności dotyczących zbieżności obliczeń. W przypadku sformułowania Lagrange'a stosowanego standardowo w analizie odkształcalnych ciał stałych często konieczne jest generowanie zupełnie nowej siatki MES, tzw. remeshingu. Wydłuża to niestety czas analizy i pogarsza jej zbieżność. W takich przypadkach rozsądną alternatywą jest zastosowanie podejścia Eulera (typowego dla analizy przepływu płynów) do obliczeń dużych deformacji ciał stałych. W podejściu Eulera siatka elementów skończonych pozostaje nieruchoma, a przez siatkę przepływa materiał. W tym przypadku nie zachodzi konieczność remeshingu i nie pogarsza się uwarunkowanie problemu w czasie trwania obliczeń. W niniejszej pracy przedstawiono przykładowe wyniki obliczeń numerycznych z zastosowaniem sprzężonego podejścia Eulera-Lagrange'a. Jako zadanie testowe analizowano belkę zginaną, jako przykład procesu przeróbki plastycznej rozpatrywano zagadnienie wyciskania przeciwbieżnego. Dla niektórych części modeli (narzędzia) stosowano sformułowanie Lagrange'a, a dla pozostałych części (obrabiany materiał) – sformułowanie Eulera. Uzyskane rezultaty porównywano z wynikami obliczeń, w których zastosowano podejście „czysto” Lagrange'owskie.

**Słowa kluczowe:** sprzężona analiza Eulera-Lagrange'a, duże przemieszczenia, kształtowanie plastyczne metali

DOI: 10.7862/rm.2012.9

**Ján SLOTA, Miroslav JURČIŠIN**  
Technical University of Košice, Slovakia

## **EXPERIMENTAL AND NUMERICAL ANALYSIS OF THE DEEP DRAWING PROCESS USING OPTICAL MEASURING SYSTEM**

In this paper optimization of the deep drawing process with using a modern photogrammetric measurement system is discussed. The results obtained from optical measuring are compared with the results of a numerical simulation. The numerical simulation of this process was performed using two commercial FEM codes, which use different time integration schemes. Various results are illustrated in the details, compared and discussed. Optimization of the deep drawing process can reduce the amount of product defects, production cost and can improve the quality of products.

**Keywords:** deep drawing, numerical simulation, photogrammetric measurement system

## **ANALIZA EKSPERYMENTALNA I NUMERYCZNA PROCESU GŁĘBOKIEGO TŁOCZENIA ZA POMOCĄ OPTYCZNEGO SYSTEMU POMIAROWEGO**

Streszczenie

Wyniki otrzymane z zastosowaniem optycznego systemu pomiarowego zostały porównane z wynikami symulacji numerycznych. W artykule przedstawiono optymalizację procesu głębokiego tłoczenia z wykorzystaniem nowoczesnego fotogrametrycznego systemu pomiarowego. Symulacja numeryczna tego procesu została wykonana za pomocą dwóch komercyjnych programów MES z użyciem różnych schematów całkowania czasu. Różne wyniki zostały szczegółowo zilustrowane, porównane i omówione. Optymalizacja procesu głębokiego tłoczenia może zmniejszyć liczbę wad wyrobu i koszt produkcji oraz poprawić jakość wyrobów.

**Słowa kluczowe:** głębokie tłoczenie, symulacja numeryczna, fotogrametryczny system pomiarowy

DOI: 10.7862/rm.2012.10

**Roman ŠÚŇ. Emil SPIŠÁK**  
Technical University in Košice, Slovakia

## **EVALUATION OF THE CUTTING EDGE FAN-SHAPED DURING THE CUTTING PROCESS BY THE HYDRO ABRASIVE WATER JET**

This article presents the current state of hydro-erosion cutting and factors affecting the quality of cutting surface. The aim of this article is the evaluation of the fan-shaped water spray pattern on the bottom cut edge by the hydro-erosion cutting based on selected parameters like cutting surface roughness and the distance between the inlet and outlet water jet. The results demonstrate that cutting speed had the largest influence on evolution of fan-shaped bottom of the cut edge because increasing cutting speed increases the values of both parameters mentioned above.

**Keywords:** hydro-erosion cutting, cutting speed, fan-shape, cutting surface quality

### **OCENA WACHLARZOWATOŚCI KRAWĘDZI CIĘCIA PODCZAS PROCESU CIĘCIA STRUMIENIEM WODNO-ŚCIERNYM**

#### **Streszczenie**

Artykuł przedstawia bieżący stan wiedzy na temat erozyjnego cięcia strumieniem wody oraz prezentuje wskaźniki, które wpływają na jakość powierzchni przecięcia. Celem artykułu jest ocena wachlarzowości dolnej krawędzi powierzchni przecięcia na podstawie wybranych parametrów, takich jak chropowatość powierzchni przecięcia i odległość pomiędzy wlotem i wylotem strumienia wody. Wyniki badań wskazują, że prędkość cięcia ma największy wpływ na rozwój wachlarzowości dolnej krawędzi powierzchni przecięcia, ponieważ zwiększenie prędkości cięcia zwiększa wartość obu wymienionych parametrów.

**Słowa kluczowe:** cięcie wodno-erozyjne, prędkość cięcia, wachlarzowość, jakość powierzchni cięcia

DOI: 10.7862/rm.2012.11



**Tomasz TRZEPIECIŃSKI**  
Rzeszów University of Technology

## **ADVANCES IN SHEET METAL FORMING TECHNOLOGIES**

In the article the changes associated with construction of machines used in die and die-less sheet metal forming have been presented. The selected future directions of development in new technologies and machines for sheet metal forming taking into account modern blank holding systems in the process of deep drawing have been indicated. Also the tendencies in introduction of new technologies and modernization of presently used technologies in order to increase productivity have been discussed.

**Keywords:** blankholder, blankholder system, deep drawing, sheet metal forming

### **POSTĘPY W TECHNOLOGIACH KSZTAŁTOWANIA BLACH**

#### **Streszczenie**

W artykule przedstawiono zmiany zachodzące w budowie maszyn stosowanych w technologiach matrycowego i bezmatrycowego kształtowania blach. Wskazano wybrane kierunki rozwoju technologii i maszyn do kształtowania blach, uwzględniając nowoczesne systemy docisku blachy stosowane w tłocznikach. Przedstawiono także tendencje we wprowadzaniu nowych technologii oraz modernizacji obecnie stosowanych celem zwiększania produktywności.

**Słowa kluczowe:** dociskacz, system docisku, tłoczenie, obróbka blach

DOI: 10.7862/rm.2012.12