

**Sekcja Teorii Procesów Przeróbki Plastycznej  
Komitetu Metalurgii PAN**

**Sekcja Mechaniki Materiałów  
Komitetu Mechaniki PAN**

## **VIII Seminarium Naukowe**

**ZINTEGROWANE STUDIA PODSTAW  
DEFORMACJI PLASTYCZNEJ METALI**

**PLASTMET' 2012**



**MATERIAŁY KONFERENCYJNE**

**20 - 23 listopada 2012  
Łańcut - Zamek**

## **Analiza procesu formowania blach z uwzględnieniem różnicy wytrzymałości przy ściskaniu i rozciąganiu**

Teresa Fraś, Jerzy Luckner, Marcin Nowak, Zdzisław Nowak, Ryszard Pęcherski

Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN

W pracy zaproponowano nowy sposób opisu zachowania się materiału blach z wykorzystaniem propozycji paraboloidalnej powierzchni plastyczności Burzyńskiego uwzględniającej początkową anizotropię [1]. Uwzględnienie początkowej anizotropii pozwala na opisanie różnicy pomiędzy powierzchnią uplastycznienia określoną doświadczalnie a klasycznym warunkiem uplastycznienia Hubera-Misesa dla materiałów izotropowych. Zastosowano metodę elementów skończonych do symulacji procesów formowania blach. Na dokładność analizy takich procesów najistotniejszy wpływ ma właściwy opis materiału, a w szczególności początkowa anizotropia i różnica zakresu sprężystego przy ściskaniu i rozciąganiu badanego materiału. Dla potrzeb analizy formowania konieczne jest przeprowadzenie prób doświadczalnych w celu otrzymania właściwego opisu zachowania się materiału blachy. W literaturze są prace uwzględniające różnicę zakresu sprężystego przy ściskaniu i rozciąganiu [np. 2, 3, 4], jednak naszym zdaniem brak jest dla potrzeb efektywnej symulacji procesów formowania, nadających się do zastosowania, opisów z uwzględnieniem początkowej anizotropii.

Symulacje numeryczne kształtowania blachy przeprowadzono z wykorzystaniem programu elementów skończonych ABAQUS. Proponowany opis materiału włączono do programu ABAQUS implementując własną procedurę materiałową UMAT. Zastosowano algorytm rzutowania powrotnego dla określenia przyrostów stanu naprężenia. Przeprowadzono analizy dla procesu kształtowania blachy ze stali DP600. Dokonano porównań z rezultatami obliczeń dla symulacji tego samego problemu z zastosowaniem kryterium Hilla dla anizotropowego materiału blachy.

### **Analysis of the forming processes accounting for asymmetry of elastic range**

The aim of the paper is to propose a new approach to the material description using the concept of Burzyński paraboloid yield surface with correction for initial anisotropy [1]. The correction takes into account the deviation of the determined experimentally yield surface from classical Huber-Mises yield condition for isotropic material. Finite element method is



used for the simulation of sheet metal forming processes including cup drawing and stamping. Proper description of material properties is crucial for accurate analysis. In particular, the initial anisotropy and asymmetry of elastic range of considered materials play an important role in the adequate finite element simulation. For metal forming analysis many experimental tests are needed to obtain the proper description of metal sheets behaviour. There are some attempts to account for the elastic range asymmetry, e.g. [2], [3], [5]. However, according to our opinion, there is still lack of workable description of initial anisotropy, which could allow analysing effectively practical problems.

Numerical simulation was performed with application of ABAQUS finite element program. The own UMAT was implemented for calculations. The return mapping algorithm was applied by numerical scheme formulation of the integration of elasto-plasticity equations. The problem of the cup drawing of the DP600 steel sheet is studied. The comparison with the results obtained from the simulation of similar forming process with application of Hill conditions for anisotropy sheet material was made.

*W pracy przedstawiono rezultaty badań otrzymane w ramach projektu NUMPRESS prowadzonego w IPPT PAN, grant nr: POIG.01.03.01-14-209/09 oraz projektu badawczego Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego NN 501 12 15.*

*The research reported in the paper was partly obtained in the framework of the research project NUMPRESS carried out in IPPT PAN (Poland), co-funded by European Regional Development Fund grant nr: POIG.01.03.01-14-209/09 and the research project NN 501 12 15 36 of the Polish Ministry of Science and Higher Education.*

- [1] W. Burzyński (2009). Study on Material Effort Hypotheses (selected passages form doctoral dissertation "Study on material effort hypotheses" Lwów 1928, 1-192), *Engineering Transactions*, **57** (3-4), 185-215.
- [2] B. Plunkett, O. Cazacu, F. Barlat (2006). Orthotropic yield criteria for description of the anisotropy in tension and compression of sheet metals, *International Journal of Plasticity*, **22**, 1171-1194.
- [3] O. Cazacu, B. Plunkett, F. Barlat (2008). Orthotropic yield criterion for hexagonal closed packed metals, *International Journal of Plasticity*, **24**, 847-866.
- [4] G. Vadillo, J. Fernandez-Saez, R.B. Pęcherski (2010). Some applications of Burzyński yield condition in metal plasticity, *Materials and Design*, **32**, 628-635.