

**Sekcja Procesów Przeróbki Plastycznej  
Komitetu Metalurgii PAN**

**Sekcja Mechaniki Materiałów  
Komitetu Mechaniki PAN**

## **XI Konferencja Naukowa**

**ZINTEGROWANE STUDIA PODSTAW  
DEFORMACJI PLASTYCZNEJ METALI**

**PLASTMET' 2018**



**MATERIAŁY KONFERENCYJNE  
BOOK OF ABSTRACTS**

**27 - 30 listopada 2018  
Muzeum Zamek w Łańcut**

## **Wyznaczanie rozkładu naprężeń z wykorzystaniem metody korelacji obrazów cyfrowych (DIC)**

Sandra Musiał, Marcin Nowak, Michał Maj

Instytut Podstawowych Problemów Techniki Polskiej Akademii Nauk

Celem niniejszej pracy było wyznaczenie polowego rozkładu naprężeń podczas deformacji plastycznej, bazując na polu przemieszczeń otrzymanym przy użyciu metody korelacji obrazów cyfrowych (DIC). Do wyznaczenia rozkładu naprężeń wykorzystano eksperymentalnie wyznaczony gradient przemieszczenia i sprężysto-plastyczny model materiału z umocnieniem izotropowym. Zaproponowane podejście zostało zaimplementowane w programie ThermoCorr, który pozwala na uzyskanie sprzężonych pól przemieszczenia i temperatury. Poprawność procedury numerycznej zweryfikowano poprzez porównanie uzyskanych rozkładów naprężeń z rozkładami otrzymanymi w programie ABAQUS. W obu przypadkach założono taką samą postać równań ruchu dla rozpatrywanego jednostkowego elementu powierzchniowego.

Opracowana procedura została wykorzystana do wyznaczenia rozkładu naprężeń dla procesu jednoosiowego rozciągania oraz prostego ścinania. Badania eksperymentalne zostały przeprowadzone na próbkach ze stali austenitycznej 304L. Zastosowanie różnych stanów obciążenia miało na celu sprawdzenie, czy zaproponowany model właściwie opisuje badany materiał. Parametry materiałowe, takie jak moduł Younga, współczynnik Poissona, granica plastyczności oraz parametry krzywej umocnienia wyznaczono eksperymentalnie. Ze względu na niewielką grubość próbki w porównaniu do jej pozostałych wymiarów, algorytm obliczeniowy uwzględniał warunki płaskiego stanu naprężenia. Otrzymane rozkłady naprężeń uśredniono po przekrojach poprzecznych próbki w konfiguracji odniesienia i porównano z makroskopowym naprężeniem z maszyny wytrzymałościowej, uzyskując dobrą zgodność. Zaproponowane podejście pozwala na bezpośrednie wyznaczenie ewolucji pól przemieszczeń, odkształceń i naprężeń podczas odkształcenia materiałów sprężysto-plastycznych. Stanowi to istotny krok do wyznaczenia polowego bilansu energii podczas deformacji plastycznej.

## **The application of Digital Image Correlation (DIC) in stress fields determination**

The aim of this work was to determine the stress distribution during plastic deformation, based on the displacement field obtained using Digital Image Correlation (DIC) method. In order to get stress distribution, the experimentally determined displacement gradient and the elastoplastic material model with isotropic hardening were used. The proposed approach was implemented in the ThermoCorr program, which is used for determining coupled displacement and temperature fields.

The numerical procedure was verified by comparing obtained stress distributions with distributions computed in ABAQUS FE program. In both cases the same form of equations of motion was assumed for the considered unit surface element.

The procedure was used to determine stress fields for uniaxial tension and simple shear processes. Both types of experimental research were carried on samples made of austenitic steel 304L. The aim of using different kinds of load was to check whether the proposed model characterizes the examined material properly. Both material parameters, such as the Young modulus, Poisson's ratio, yield stress and parameters of the hardening curve were determined experimentally. Owing to the small thickness of the specimen compared to its other dimensions, the computational algorithm included plane stress conditions. The obtained stress distributions were averaged over transversal cross-sections of the specimen in the referenced configuration. After that, the average stress was compared with the macroscopic stress from the testing machine and a good agreement was achieved.

The proposed approach enables the direct determination of the displacement, strain and stress fields evolutions during straining of elastoplastic materials. This is an important step in the field determination of the energy balance in the process of plastic deformation.