

**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**

## Opracowanie metody rekonstrukcji struktury geometrycznej i sposobu wyznaczenia modułu Younga pianek ceramicznych

Marcin Nowak<sup>1)</sup>, Zdzisław Nowak<sup>1)</sup>, Ryszard B. Pęcherski<sup>1)</sup>,  
Marek Potoczek<sup>2)</sup>, Romana E. Śliwa<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Instytut Podstawowych Problemów Techniki, PAN, <sup>2)</sup> Politechnika Rzeszowska

Kompozyty metaliczno-ceramiczne o szkielecie ceramicznym infiltrowanym fazą metaliczną charakteryzują się unikalną przestrzenną strukturą wzajemnie przenikających się faz. Najczęstszym sposobem rekonstrukcji struktury geometrycznej fazy ceramicznej są zdjęcia otrzymane przy użyciu tomografii komputerowej. W pracy zastosowano piankowe kształtki korundowe ( $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ ), wytworzone nową metodą otrzymywania ceramiki porowatej, którą jest żelowanie spienionej zawiesiny (ang. *gelcasting of foams*), opisana w pracy Potoczek [1].

W pracy podjęto próbę określenia modułu Younga pianki korundowej z wykorzystaniem struktury geometrycznej otrzymanej z wykorzystaniem tomograficznych obrazów 3D. Zastosowano własne procedury zamiany elementarnej objętości (voxel) na elementy skończone. Wielkość elementu skończonego uzależniona jest od przyjętej liczby voxel. Przeprowadzona została analiza wpływu wielkości elementu skończonego (odpowiadającej liczbie voxel) na wartość modułu Younga otrzymanego w symulacji procesu ściskania. Taka samą strukturę pianki korundowej badał doświadczalnie i podał wartości modułu Younga Ortega [2]. Dokładność wyznaczenia wartości modułu Younga zależy od przyjętej liczby voxel i jest zadowalająca gdy element skończony jest utworzony z co najwyżej 10 voxel. Otrzymano dobrą zgodność wartości modułu Younga otrzymanych z badań doświadczalnych oraz symulacji numerycznych z zastosowaniem programu elementów skończonych ABAQUS.

*Badania realizowane w ramach Projektu "Nowoczesne technologie materiałowe stosowane w przemyśle lotniczym", Nr POIG.01.01.02-00-015/08-00 w Programie Operacyjnym Innowacyjna Gospodarka (PO IG). Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego.*



## On the reconstruction method of ceramic foam structures and the methodology of Young modulus determination

More recently, interest has arisen in composites where both phases are continuous, resulting in an interpenetrating microstructure. One method to achieve such a microstructure is the infiltration of a molten metal into a porous ceramic body called a preform. In order to obtain the porous alumina material ( $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) a new method of manufacturing of porous ceramics known as “gelcasting of foams” was applied, cf. Potoczek [1]. The most common method of geometry reconstruction of ceramic foams is to use micro-tomography images of real foam structure. For understanding the mechanical properties of ceramic foams and metal-ceramic interpenetrating composites, numerical model of ceramic foams is needed. In this work we present the methodology of determination of Young modulus of ceramic foam based on 3D micro-tomography images.

Our goal is to generate finite element mesh which corresponds to voxel topology obtained from the set of tomography images. The finite element size is depended on the number of voxel to be used. The dependency of Young modulus on the size of finite element (voxel numbers) is also studied. Using the numerical foam model the uniaxial compression simulation tests by finite element method program ABAQUS were performed. The foam was sandwiched between two plates perpendicular to the z-axis and a force was applied parallel to the z-axis. The Young modulus for compression test in z-direction was estimated. The same ceramics foams were investigated experimentally by Ortega [2]. The author of this paper measured Young modulus for different porous  $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> foams. Our numerical simulation results show good agreement with experiment.

*Financial support of Structural Funds in the Operational Programme - Innovative Economy (IE OP) financed from the European Regional Development Fund - Project "Modern material technologies in aerospace industry", Nr POIG.01.01.02-00-015/08-00 is gratefully acknowledged.*

- [1] M. Potoczek Gelcasting of alumina foams using agarose solutions, *Ceramics International*, 34, 661–667, 2008.
- [2] F.S. Ortega, J.A. Rodrigues and V.C. Pandolfelli, Elastic Modulus of Gelcast Cellular Ceramics at High Temperatures, *American Ceramic Society Bulletin*, 9101-9110, 2006.