

XIII Konferencja Naukowa

**ZINTEGROWANE STUDIA PODSTAW
DEFORMACJI PLASTYCZNEJ METALI**

PLASTMET' 2023



**MATERIAŁY KONFERENCYJNE
BOOK OF ABSTRACTS**

7 - 10 listopada 2023, Muzeum Zamek w Łańcucie

Katedra Przeróbki Plastycznej, Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa Politechniki Rzeszowskiej

**Sekcja Procesów Technologicznych
Komitetu Inżynierii Materiałowej i Metalurgii PAN**

**Sekcja Mechaniki Materiałów
Komitetu Mechaniki PAN**

XIII Konferencja Naukowa

**ZINTEGROWANE STUDIA PODSTAW
DEFORMACJI PLASTYCZNEJ METALI**

**INTEGRATED STUDIES OF FOUNDATIONS OF
PLASTIC DEFORMATION OF METALS**

PLASTMET' 2023

**STRESZCZENIA
BOOK OF ABSTRACTS**

**7 – 10 listopada 2023
Łańcut – Zamek**

**Katedra Przeróbki Plastycznej, Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa
Politechniki Rzeszowskiej**

Wydano za zgodą Rektora

Redaktor naczelny
Wydawnictw Politechniki Rzeszowskiej
dr hab. inż. Lesław GNIEWEK, prof. PRz

Wydrukowano z matryc dostarczonych przez
organizatorów konferencji.

Opracowanie graficzne i skład
Prof. dr hab. inż. Romana Ewa Śliwa
Dr inż. Beata Pawłowska

© Copyright by Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej
Rzeszów 2023

ISBN 978-83-7934-688-2

Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej
al. Powstańców Warszawy 12, 35-959 Rzeszów
<https://oficyna.prz.edu.pl>

Wydrukowano w listopadzie 2023 r.
Drukarnia Oficyny Wydawniczej Politechniki Rzeszowskiej
al. Powstańców Warszawy 12, 35-959 Rzeszów
Zam. nr 61/23

Zastosowanie teorii lepkoplastycznego płynięcia ciał stałych wywołane pasmami ścinania do opisu nanopolimerów

Zdzisław Nowak, Michał Giersig

Instytut Podstawowych Problemów Techniki Polskiej Akademii Nauk,
02-106 Warszawa, ul. Adolfa Pawińskiego 5B

W pracy przedstawiono wyniki badań wpływu różnego wagowego udziału nanocząsteczek grafenu na wytrzymałość oraz własności mechaniczne żywicy epoksydowej. Taki nanopolimer epoksydowy otrzymano stosując znany proces tworzenia kompozytów dla których zaplanowano badania mechaniczne przy obciążeniach osiowych. Przeprowadzono quasi-statyczne i ze średnio zaawansowanymi prędkościami odkształceń badania doświadczalne ściskania i rozciągania używając maszyny wytrzymałościowej MTS 858. W badaniach wykorzystano kamerę FLIR SC6100 MWIR do pomiarów chwilowych przemieszczeń na powierzchniach próbek.

Określono model fenomenologiczny właściwy do opisu reakcji sprężysto-lepkoplastycznej żywicy epoksydowej z nanocząsteczkami grafenu z uwzględnieniem współzależności pomiędzy umacnianiem i osłabianiem się odkształceń obserwowaną doświadczalnie. Zaproponowany model zaimplementowano w programie metody elementów skończonych. Przeprowadzono symulacje numeryczne badań doświadczalnych z wykorzystaniem programu ABAQUS. W symulacjach do opisu własności nanokompozytu użyto zmodyfikowanego lepkoplastycznego modelu Perzyny z kryterium uplastycznienia Misesa i prawem potęgowym umacniania odkształceń oraz uwzględnieniem powstawania mikro-pasm ścinania. W modelu lepkoplastyczności istotną rolę odgrywa użyta funkcja udziału pasm ścinania, którą zaproponował prof. Pęcherski i którą stosowano w plastyczności do określania pasm ścinania, patrz R.B. Pęcherski, 2022, *Viscoplastic flow in solids produced by shear banding*, John Wiley & Sons. Zaproponowano kształt funkcji udziału pasm ścinania f_{SB} w formie funkcji logistycznej. Przedstawiono całkowity opis procesu płynięcia lepkoplastycznego uwzględniający wpływ pasm ścinania. Do rozwiązania otrzymanego układu równań zastosowano metodę Newtona-Raphsona. Po otrzymaniu rozwiązania dla danej chwili czasowej wszystkie zmienne i stan naprężenia zostały uaktualnione z wykorzystaniem odpowiednich równań. Zbadano wpływ zmienności parametrów takich jak parametry umocnienia, ewolucji pasm ścinania itp., które mają znaczący wpływ na rezultaty symulacji numerycznych. Końcowe rezultaty symulacji numerycznych porównano z tymi z pomiarów doświadczalnych. Otrzymano dobrą zgodność wyników.

Application of the theory of viscoplastic flow in solids produced by shear banding for description of nanopolymers

Zdzisław Nowak, Michał Giersig

Institute of Fundamental Technological Research, Polish Academy of Sciences, A. Pawńskiego 5B St.,
02-106 Warsaw

In this paper, the effect of adding graphene nanoparticles with different in terms of weight fractions on the axial mechanical properties of the epoxy matrix is investigated. For this purpose, carbon nanoplatelets (CNPTs) are considered as reinforcement. A simple fabrication process was employed to fabricate epoxy embedded CNPTs, and mechanical properties under axial loading were studied. Quasi-static and intermediate-low strain rate experiments were performed using a servo-hydraulic MTS 858 axial load frame along with a stainless steel tension/compression tests fixture. A FLIR SC6100 MWIR camera was used to measure the transient surface displacement of the specimens.

A nonlinear phenomenological model is found to be able to describe the elasto-viscoplastic responses of the epoxy embedded CNPTs, and reveal the competition between strain hardening and strain softening which is experimentally evidenced. Finite element (FE) model was developed to validate the predictive results. FE simulations of the conducted experiments were performed with ABAQUS software. In simulations the strain rate dependent modified Perzyna (MP) viscoplasticity model with Mises yield criterion with a power strain hardening law was accompanied with micro-shear bands to describe the nanocomposite material properties. The shear banding contribution function, which was introduced formerly by prof. Pęcherski and applied in continuum plasticity accounting for shear banding, see R.B. Pęcherski, 2022, *Viscoplastic flow in solids produced by shear banding*, John Wiley & Sons. The shape of the contribution function f_{SB} is proposed in the form of logistic function. The total viscoplastic flow produced by volumetric shear banding are presented. To solve the system of equations, the Newton-Raphson scheme is applied. Once the solution is obtained, all variables and stress field are updated using the relevant equations. A range of parameters, like hardening, shear bands evolution, etc.. which play an important role in the simulation, were studied. The results of numerical simulation are compared with those from the experiment obtained. A good agreement between them was achieved.