

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

**Sekcja Mechaniki Materiałów
Komitetu Mechaniki PAN**

XII Konferencja Naukowa

**ZINTEGROWANE STUDIA PODSTAW
DEFORMACJI PLASTYCZNEJ METALI**

PLASTMET' 2021



**MATERIAŁY KONFERENCYJNE
BOOK OF ABSTRACTS**

**23 - 26 listopada 2021
Muzeum Zamek w Łańcucie**

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 2021

ISBN 978-83-7934-535-9

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

Wydrukowano w listopadzie 2021 r.
Drukarnia Oficyny Wydawniczej Politechniki Rzeszowskiej
al. Powstańców Warszawy 12, 35-959 Rzeszów
Zam. nr 72/21

Badania doświadczalne deformowanych quasi-statycznie żywic epoksydowych

Zdzisław Nowak, Michał Giersig, Ryszard B. Pęcherski

Instytut Podstawowych Problemów Techniki Polskiej Akademii Nauk

Potrzeba posiadania nowych mechanicznie stabilnych materiałów odpornych na zmianę warunków zewnętrznych staje się rzeczywistością dzięki nanotechnologii, w szczególności poprzez wytwarzanie kompozytów z dodatkami w postaci nanocząstek. W pracy przedstawiono wstępne wyniki badań wytrzymałości oraz własności sprężysto-plastycznych żywic epoksydowych bez dodatku nanocząstek. Żywice epoksydowe są znane jako jedne z wielu materiałów termoutwardzalnych stosowanych jako osnowa kompozytów lub materiały izolacyjne. Żywice epoksydowe same w sobie bez dodatków są kruche i trudne w obróbce. Celem pracy jest ustalenie wpływu różnych dodatków na charakterystyki wytrzymałościowe i otrzymanie żywicy epoksydowej o większej wytrzymałości. Otrzymane modyfikowane żywice mają wysoką jakość (brak pustek) a próbki mają jednakowe wymiary. W badaniach quasi-statycznego jednoosiowego ściskania zastosowano próbki cylindryczne o stosunkach wymiarów 1.5:1 (wysokość h : średnica d). W testach osiowego rozciągania zastosowano płaskie próbki wycięte z płytek o grubości 1 mm. Testy rozciągania i ściskania przeprowadzono dla wszystkich próbek z prędkością odkształcenia 0.001 1/s, stosując maszynę wytrzymałościową MTS 858 oraz technikę numerycznego przetwarzania obrazów DIC (Digital Image Correlation). Deformacje w próbkach określono z pomiarów przemieszczenia trawersy maszyny MTS oraz z pomiarów pola przemieszczenia otrzymanych techniką DIC. Naprężenia rzeczywiste i odkształcenia rzeczywiste określono przy założeniu nieściśliwości materiału. Testy przeprowadzono dla co najmniej trzech próbek dla poszczególnych typów żywicy epoksydowej. Moduły Younga określono jako część liniowa związku naprężenie-odkształcenie dla odkształceń w zakresie 0.1 i 0.3%. Proces niszczenia żywic jest wynikiem rozwoju mikropasm ścinania prowadzących do pęknięć w próbkach przy odkształceniach rzędu 4% gdy następuje gwałtowny spadek naprężenia. Płynięcie plastyczne w próbkach uwidacznia się deformacjami lub przemieszczaniem się segmentów molekuł co przypomina lepka ciecz gdy w materiale utrzymana jest stała prędkość odkształcenia. Na podstawie tych obserwacji zaproponowano model do opisu plastycznego płynięcia polimerów, modyfikując równanie płynięcia lepkoplastycznego poprzez wprowadzenie parametru udziału pasm ścinania.

Autorzy dziękują dr Szymonowi Goderskiemu, mgr inż. Sławomirowi Wilczewskiemu za przygotowanie próbek a także Leszkowi Urbańskiemu za przeprowadzenie badań a dr Michałowi Majowi za przeprowadzenie badań i analizę pomiarów techniką DIC

Experimental studies of quasi-statically deformed epoxy resin

The need for new mechanically stable materials, resistant to changing weather conditions, is becoming a reality thanks to the use of nanotechnological methods, in particular the creation of composites doped with carbon nanoparticles. This paper presents preliminary results on the existing strength and elastic-plastic properties of epoxy resin matrices not subsidized with nanoparticles. Epoxy resins are known to be one of the many thermosetting materials used as composite matrix and insulating materials. Epoxy resins themselves are brittle and difficult to process without additives. The work aims to determine the influence of various additives on the strength properties and obtain an epoxy resin with greater strength. The obtained modified resins are of high quality (no voids), and the samples have the same dimensions. In the quasi-static uniaxial compression tests, cylindrical specimens with a dimension ratio of 1.5: 1 (height h : diameter d) were used. In the axial tensile tests, flat samples cut from lamellas with a thickness of 1 mm were used. Tensile and compression tests were carried out for all samples with a strain rate of 0.001 1/s, using the MTS 858 testing machine and the DIC (Digital Image Correlation) numerical image processing technique. The deformations in the samples were determined based on measurements of the displacement of MTS machine beams and measurements of the displacement field obtained by the DIC technique. The actual stresses and actual strains were determined, assuming the incompressibility of the material. The tests were carried out on at least three samples for each type of epoxy resin. Young's modulus was defined as the linear part of the stress-strain relationship for strains ranging from 0.1 to 0.3%. The resin's deterioration process results from the development of micro-shear bands leading to cracks in samples with deformation of 4% with a sharp drop in stress. Plastic flow in the samples is visible through the deformation or displacement of the segments of particles, which, while maintaining a constant rate of deformation in the material, resembles a viscous liquid. Based on these observations, a model to describe the plastic flow of polymers was proposed, modifying the viscoelastic flow equation by introducing the shear band share parameter.

The authors thank Dr Szymon Goderski, MSc., Sławomir Wilczewski for sample preparation, Leszek Urbański for carrying out the tests and Dr Michał Maj for conducting research analyzing measurements using the DIC technique