

TECHNICAL TRANSACTIONS

MECHANICS

ISSUE 2-M (3)
YEAR 2016 (113)

CZASOPISMO TECHNICZNE

MECHANIKA

ZESZYT 2-M (3)
ROK 2016 (113)

Chairman of the Cracow
University of Technology Press
Editorial Board

Jan Kazior

Przewodniczący Kolegium
Redakcyjnego Wydawnictwa
Politechniki Krakowskiej

Chairman of the Editorial Board

Józef Gawlik

Przewodniczący Kolegium
Redakcyjnego Wydawnictw
Naukowych

Scientific Council

**Jan Błachut
Tadeusz Burczyński
Leszek Demkowicz
Joseph El Hayek
Zbigniew Florjańczyk
Józef Gawlik
Marian Giżejowski
Sławomir Gzell
Allan N. Hayhurst
Maria Kušnierova
Krzysztof Magnucki
Herbert Mang
Arthur E. McGarity
Antonio Monestiroli
Günter Wozny
Roman Zarzycki**

Rada Naukowa

Mechanics Series Editor

Andrzej Sobczyk

Redaktor Serii Mechanika

Section Editor
Language correction

**Dorota Sapek
Justin Nnorom**

Sekretarz Sekcji
Weryfikacja językowa

Typesetting

**Jerzy Rosiński
Wiesław Szatko**

Skład i łamanie

Cover Design

Michał Graffstein

Projekt okładki

Basic version of each Technical Transactions magazine is its online version
Pierwotną wersją każdego zeszytu Czasopisma Technicznego jest jego wersja online
www.ejournals.eu/Czasopismo-Techniczne www.technicaltransactions.com www.czasopismotechniczne.pl

The authors bear full responsible for the text, quotations and illustrations
Za tekst, powołania i materiały ilustracyjne odpowiadają autorzy

Editorial Board Mechanics

2-M/2016

Editor-in-Chief:

Andrzej Sobczyk, Cracow University of Technology, Poland

Editorial Board:

Ali Cemal Benim, Duesseldorf University of Applied Sciences, Germany

Finn Conrad, Technical University of Denmark, Denmark

Jan Czerwiński, Fachhochschule Biel-Bienne, Switzerland

Heikki Handroos, Lappeenranta University of Technology, Finland

Richard Hetnarski, Rochester Institute of Technology, USA

Monika Ivantysynova, Purdue University, USA

Daniel Kalinčák, University of Žilina, Slovakia

Rajesh Kanna, Velammal College of Engineering and Technology, India

Janusz Kowal, AGH University of Science and Technology, Poland

Janoš Kundrak, University of Miskolc, Hungary

Rathin Maiti, Indian Institute of Technology, India

Massimo Milani, University of Modena & Reggio Emilia, Italy

Moghtada Mobedi, Izmir Institute of Technology, Turkey

Abdulmajeed A. Mohamad, University of Calgary, Canada

Takao Nishiumi, National Defence Academy, Japan

Petr Noskievic, VSB - Technical University of Ostrava, Czech Republic

Leszek Osiecki, Gdańsk University of Technology, Poland

Zygmunt Paszota, Gdańsk University of Technology, Poland

Zbigniew Pawelski, Lodz University of Technology

Pieter Rousseau, University of Cape Town, South Africa

Kazimierz Rup, Cracow University of Technology, Poland

Rudolf Scheidl, Johannes Kepler University, Austria

Serhii V. Sokhan, National Academy of Science, Ukraine

Mirosław Skibniewski, University of Maryland, USA

Jacek Stecki, Monash University, Australia

Kim A. Stelson, University of Minnesota, USA

Jarosław Stryczek, Wrocław University of Technology, Poland

Edward Tomasiak, Silesian University of Technology, Poland

Andrzej Typiak, Military University of Technology, Poland

Edward Walicki, University of Zielona Góra, Poland

Shen Yu, Chinese Academy of Sciences, China

Maciej Zgorzelski, Kettering University, USA

Tadeusz Złoto, Czestochowa University of Technology, Poland