

# **Journal of Machine Construction and Maintenance**

---

**PROBLEMY EKSPLOATACJI**

*no 4/2017*



Information about articles printed in the Journal can be found in the following three renowned databases:

- Index Copernicus – the international specialized platform promoting scientific achievements, and supporting national and international collaboration between scientists, publishers of scientific journals and R&D units;
- BazTech – bibliographic and abstract database about Polish technical journals, in which articles from selected Polish journals in the field of technical sciences and environmental protection are stored;
- TEMA (Technology and Management) WTI-Frankfurt eG, Frankfurt am Main.

Articles are reviewed by reviewers constantly cooperating with the Journal. Their names are listed on the website of the Journal: [www.problemyeksploatacji.itee.radom.pl](http://www.problemyeksploatacji.itee.radom.pl)

### EDITORIAL BOARD

Editor-in-chief – Prof. Adam MAZURKIEWICZ, tel. 48 364 39 03, [adam.mazurkiewicz@itee.radom.pl](mailto:adam.mazurkiewicz@itee.radom.pl)

Deputy editor – Dr. Marian GRĄDKOWSKI, tel. 48 364 92 18, [marian.gradkowski@itee.radom.pl](mailto:marian.gradkowski@itee.radom.pl)

Secretary – Dr. Beata BELINA, tel. 48 364 92 98, [beata.belina@itee.radom.pl](mailto:beata.belina@itee.radom.pl)

Prof. Patrice BRAUN	– Collaborative Research Network, Ballarat (Australia)
Dr. Demófilo Maldoado CORTÉS	– Universidad de Monterrey (Mexico)
Associate Professor Gualtiero FANTONI	– University of Pisa (Italy)
Dr. Sergey FILLIPOV	– Fintech Policy (Belgium)
Prof. Bolesław KARWAT	– AGH University of Science and Technology (Poland)
Prof. Emmanuel KOUKIOS	– National Technical University of Athens (Greece)
Prof. Jose M. Gutierrez LOPEZ	– Aalborg University (Denmark)
Dr. Sangeeta KARMOKAR	– Auckland University of Technology (New Zealand)
Prof. Jens Myrup PEDERSEN	– Aalborg University (Denmark)
Prof. Adam SKÓREK	– Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR) (Canada)

### THEMATIC EDITORS:

Prof. Tomasz GIESKO	– mechatronic and optomechatronic systems, optomechatronic measurement methods;
Dr. Joanna ŁABĘDZKA	– knowledge transformation systems, IT platforms, technology transfer, foresight;
Dr. Andrzej MAJCHER	– control systems, metrology;
Dr. Marian GRĄDKOWSKI	– biotechnologies, ecology, operational fluids management;
Dr. Beata POTERAŁSKA	– innovations, technology transfer, foresight;
Prof. Jerzy SMOLIK	– surface engineering, hybrid technologies, materials test methods;
Prof. Andrzej ZBROWSKI	– basis for the design and construction of machines, operational and standardization tests

Address:

ul. K. Pułaskiego 6/10, 26-600 Radom

tel. 48 364 92 98, fax 48 364-47-60

e-mail: [beata.belina@itee.radom.pl](mailto:beata.belina@itee.radom.pl)

Journal co-funded by the Ministry of Science and Higher Education

ISSN 1232-9312

© Copyright by Institute for Sustainable Technologies – National Research Institute (ITeE – PIB), Radom 2017

Editing: Iwona Nitek, Joanna Iwanowska

Edition: 200 copies

*2672. publication of the Institute for Sustainable Technologies – National Research Institute (ITeE – PIB)*

ITeE – PIB Press

K. Pułaskiego 6/10, 26-600 Radom, tel. (0048) 48 364-42-41, fax (048) 364-47-65

e-mail: [instytut@itee.radom.pl](mailto:instytut@itee.radom.pl) <http://www.itee.radom.pl>

# Journal of Machine Construction and Maintenance

**PROBLEMY EKSPLOATACJI**

QUARTERLY ISSN 1232-9312 4/2017 (107)

Published under the auspices of the Committee on Machine Building  
of the Polish Academy of Sciences



## SCIENTIFIC BOARD

Prof. Janusz KOWAL  
AGH University of Science and Technology (Poland) – **Chairman**

Prof. Jerzy BAJKOWSKI  
Warsaw University of Technology (Poland)

Dr. Bretislav BERANEK  
European Vision Technologies, Ltd., Brno (Czech Republic)

Prof. Patrice BRAUN  
Collaborative Research Network, Ballarat (Australia)

Prof. Ramón González CARVAJAL  
Universidad de Sevilla (Spain)

Associate Professor Josef CERNOHORSKY  
Technical University of Liberec (Czech Republic)

Dr. Alexander CHULOK  
Institute for Statistical Studies and Economics of Knowledge  
Moscow (Russia)

Prof. Pengyang DENG  
Changchun Institute of Applied Chemistry Chinese  
Academy of Sciences (China)

Dr Antonio José DIECK-ASSAD  
President of the Universidad de Monterrey (Mexico)

Associate Professor Gualtiero FANTONI  
University of Pisa (Italy)

Prof. Józef GAWLIK  
Cracow University of Technology (Poland)

Prof. Aharon GEDANKEN  
Bar-Ilan University, Ramat Gan (Israel)

Dr. Susanne GIESECKE  
Austrian Institute of Technology, Vienna (Austria)

Prof. Thomas GRAULE  
EMPA Materials Science and Technology, Dübendorf (Switzerland)

Prof. Wojciech GUTOWSKI  
Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO)  
of Melbourne (Australia)

Dr. Attila HAVAS  
Institute of Economics, Hungarian Academy of Sciences,  
Budapest (Hungary)

Dr. Sangeeta KARMOKAR  
Auckland University of Technology (New Zealand)

Prof. Bolesław KARWAT  
AGH University of Science and Technology, Cracow (Poland)

Prof. Jan KICIŃSKI  
The Szewalski Institute Of Fluid-flow Machinery  
Polish Academy of Sciences, Gdansk (Poland);  
PAN corresponding member

Prof. Emmanuel KOUKIOS  
National Technical University of Athens (Greece)

Prof. Piotr KULA  
Lodz University of Technology (Poland)

Prof. Tadeusz ŁAGODA  
Opole University of Technology (Poland)

Prof. Krzysztof MARCHELEK  
West Pomeranian University of Technology, Szczecin (Poland)

Dr. Tarja MERISTÖ  
Laurea University of Applied Sciences, Vantaa (Finland)

Prof. Jens Myrup PEDERSEN  
Aalborg University (Denmark)

Eng. Thomas ROESLER  
Director Manufacturing Asia Pacific, Shanghai (China)

Prof. Krzysztof SANTAREK  
Warsaw University of Technology (Poland)

Prof. Janusz SEMPRUCH  
UTP University of Science and Technology, Bydgoszcz (Poland)

Prof. Jerzy SMOLIK  
Institute for Sustainable Technologies – National Research Institute,  
Radom (Poland)

Prof. Józef SZALA  
UTP University of Science and Technology, Bydgoszcz (Poland)

Prof. Eugeniusz ŚWITOŃSKI  
Silesian University of Technology, Gliwice (Poland)

Prof. Marian SZCZEREK  
Institute for Sustainable Technologies – National Research Institute,  
Radom (Poland)

Prof. Sabrina VANTADORI  
Università Degli Studi di Parma (Italy)

Prof. Władysław WŁOSIŃSKI  
PAN regular member, Warsaw (Poland)

Prof. Claudia ZACCAI  
Università di Roma (Italy)

Prof. Wiesław ZWIERZYCKI  
Poznan University of Technology (Poland)



## CONTENTS

Danuta OWCZAREK, Ksenia OSTROWSKA, Jerzy A. SŁADEK <b>Examination of optical coordinate measurement systems in the conditions of their operation</b> Badanie optycznych współrzędnościowych systemów pomiarowych w warunkach ich eksploatacji.....	7
Zbigniew LUTOWSKI, Beata MARCINIAK, Tomasz MARCINIAK, Sławomir BUJNOWSKI <b>Precision of sub-pixel image displacement measurements</b> Precyzja pomiaru subpikselowych przesunięć obrazu.....	21
Wojciech MIZAK, Adam MAZURKIEWICZ <b>System for nonstandard testing the erosive wear of materials</b> System ponadnormatywnych badań zużycia erozyjnego .....	27
Marcin MATUSZAK, Alessandro GARBELLINI, Bartosz POWAŁKA, Aldo ATTANASIO, Emilia BECHTIAK-RADKA <b>Accuracy analysis of the micro-milling process</b> Analiza dokładności procesu mikrofrezowania .....	37
Andrzej SKIBICKI <b>The influence of a circular hole on residual stress after welding of aluminum</b> Wpływ lokalizacji otworu na naprężenia pozostające po spawaniu aluminium.....	45
Andrzej KUREK, Justyna KOZIARSKA, Krzysztof KLUGER, Tadeusz ŁAGODA <b>Fatigue life of 2017A-T4 aluminium alloy under different types of stress</b> Charakterystyki zmęczeniowe stopu aluminium 2017A-T4 uzyskane przy różnych sposobach obciążenia.....	53
Krzysztof NOZDRZYKOWSKI <b>Adjustment and analysis of forces in a flexible crankshaft support system</b> Dobór i analiza sił w układzie elastycznego podparcia wału korbowego .....	63
Łukasz KUCZEK, Marcin MROCZKOWSKI, Maria RICHERT <b>CAD supportive in design of multichannel pipe for automotive application</b> Wspomaganie CAD przy projektowaniu rur wielokanałowych do zastosowań motoryzacyjnych.....	71

Kamil STATECZNY, Mirosław PAJOR, Karol MIĄDLICKI, Mateusz SAKÓW	
<b>MEMS based system for controlling and programing industrial manipulator FANUC S-420F using gestures</b>	
System sterowania i programowania robota przemysłowego FANUC S-420F za pomocą gestów bazujący na sensorach MEMS .....	81
Grzegorz WIĄZANIA, Maksymilian SMOLNIK, Robert PILCH	
<b>An estimation of KOON systems availability using a simulation method</b>	
Prognozowanie gotowości układów typu kzn metodą symulacyjną.....	91
Marcin KOŁODZIEJSKI, Zbigniew MATUSZAK	
<b>Reliability centred maintenance (RCM) – basics of implementation and general characteristics</b>	
Reliability Centred Maintenance (RCM) – podstawy wprowadzania i ogólna charakterystyka .....	99
Leszek CHYBOWSKI, Katarzyna GAWDZIŃSKA	
<b>A stochastic simulation-based component importance analysis for complex technical systems</b>	
Analiza ważności elementów złożonych systemów technicznych oparta na symulacji stochastycznej .....	107
Andrzej PAWLAK	
<b>Laboratory research on photobiological safety of LED light sources</b>	
Badania laboratoryjne bezpieczeństwa fotobiologicznego źródeł światła LED.....	115
Mirosław MROZEK, Andrzej MAJCHER	
<b>Application of thermoelectric generators for electrical energy production with low-temperature heating source</b>	
Zastosowanie ogniw termoelektrycznych do wytwarzania energii elektrycznej ze źródeł ciepła niskotemperaturowego .....	123
Jolanta JANISZEWSKA, Paulina RAJEWSKA	
<b>The possibility for the use of ultrafiltration for the treatment of potato processing water</b>	
Możliwość zastosowania ultrafiltracji do oczyszczania ścieków przemysłu ziemniaczanego.....	131
Cezary BEHRENDT	
<b>Conditions of waste heat recovery in marine waste heat recovery systems</b>	
Uwarunkowania odzysku ciepła odpadowego w okrętowych systemach utylizacji .....	141