

CREATIVETIME

doktorant.com.pl



14

ZAGADNIENIA  
AKTUALNIE  
PORUSZANE  
PRZEZ  
MŁODYCH  
NAUKOWCÓW

**Redaktor Wydania:** Krzysztof Piech

AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki  
i Inżynierii Biomedycznej, al. A. Mickiewicza 30, Kraków 30-059.

**Skład tekstów i projekt graficzny okładki:** Marcin Kuczera

**Korekty:** Krzysztof Piech, Marcin Kuczera

Opracowanie pt. ZAGADNIENIA AKTUALNIE PORUSZANE PRZEZ MŁODYCH NAUKOWCÓW 14 zawiera recenzowane prace naukowe Młodych Naukowców współpracujących z CreativeTime, którzy wzięli udział w Konferencji Młodych Naukowców nt. NOWE WYZWANIA DLA POLSKIEJ NAUKI – III edycja – 8.09.2018 w Gdańsku oraz w Konferencji Młodych Naukowców nt. NOWE WYZWANIA DLA POLSKIEJ NAUKI – IV edycja - 1.12.2018 w Poznaniu, 2.12.2018 w Warszawie, 8.12.2018 we Wrocławiu i 15.12.2018 w Krakowie. Skład opracowania wykonano na podstawie dostarczonych przez autorów tekstów. Wszystkie artykuły zostały opublikowane na odpowiedzialność ich autorów. Za treść odpowiadają autorzy poszczególnych tekstów.

ISBN: 978-83-63058-87-6

### **Opracowanie**

Niniejsza książka elektroniczna DVD ma służyć młodym naukowcom. Propagujemy podejmowane działania wśród młodych naukowców, wiedzę, innowacyjne badania oraz rozwój nauki. Nauka musi charakteryzować się ciągłym rozwojem. Dzisiejsi naukowcy korzystają z coraz to nowocześniejszych metod badawczych, prowadzą różnego rodzaju projekty, których efekty w nieodległej przyszłości mają służyć całej społeczności i otaczającemu nas środowisku. Niniejsze opracowanie zawiera zbiór zagadnień prezentujących zainteresowania naukowe młodych adeptów nauki.

### **Młody naukowiec**

Absolwenci studiów drugiego stopnia coraz częściej podejmują decyzję o rozpoczęciu studiów doktoranckich. Decyzja ta często podyktowana jest chęcią pozostania na uczelni w charakterze naukowca i wykładowcy. Niestety po otrzymaniu dyplomu doktora nauk tylko część młodych naukowców pozostanie na uczelni macierzystej. Część młodych doktorów zasili inne uczelnie i jednostki naukowe, a zdecydowana większość rozpocznie kolejny etap swojego życia w instytucjach państwowych i firmach prywatnych. Dlatego też obok realizacji własnych badań naukowych i pisania pracy, doktoranci powinni podjąć wszelkie możliwe działania zmierzające do nawiązania współpracy z firmami prywatnymi, aby realizować dalszą karierę zawodową. Włączanie się doktorantów w różnego rodzaju projekty międzyuczelniane, współpracę w modelu naukowiec-firma, udział we wszelkich konferencjach i szkoleniach o charakterze biznesowo-naukowym zwiększa szanse doktorantów na rozwój naukowy i zawodowy, a przede wszystkim może przynieść upragnioną satysfakcję.

Młodzi naukowcy, którzy pozostali na uczelni wyższej w charakterze często asystenta, adiunkta mają również wiele możliwości nawiązania współpracy ze stale rozwijającym się polskim biznesem. Należy zastanowić się, w jaki sposób przenieść własne dokonania i pomysły naukowe do realizacji w biznesie.

### **Biznes**

Niewątpliwie szansą dla biznesu są innowacje, które niosą ze sobą między innymi młodzi naukowcy. Każdy dobry biznesmen powinien zdać sobie sprawę, że nie ma innowacji bez nowych pomysłów i badań naukowych.

Sami spróbujmy zachęcić właścicieli polskich firm, osoby decyzyjne, menedżerów do nawiązywania współpracy z nami - Młodymi Naukowcami.

### **Wydawca:**

Wydawca: CREATIVETIME, [www.creativetime.pl](http://www.creativetime.pl)

[biuro@creativetime.pl](mailto:biuro@creativetime.pl)

Skrytka Poczтовая nr 92, 30-093 Kraków 23

Nakład 70 egzemplarzy

**Wydanie ISBN**



# ZAGADNIENIA AKTUALNIE PORUSZANE PRZEZ MŁODYCH NAUKOWCÓW 14

Wydawca: CREATIVETIME

Kraków 2019



## SPIS TREŚCI

<b>CHEMIA ŚRODOWISKO</b>	
<b>STUDY OF TITANIUM DIOXIDE - BASED PHOTOCATALYST ACTIVITY</b>	12
<i>Aleksandra Babyszko, Ewelina Kusiak-Nejman, Antoni W. Morawski</i>	
<b>ZWIĘKSZANIE MIKROPOROWATOŚCI I ZDOLNOŚCI ADSORPCYJNEJ SEPIOLITU</b>	16
<i>Alicja Szymańska</i>	
<b>FOTOKATALIZA HETEROGENICZNA SPOSOBEM NA NIWELOWANIE ZANIECZYSZCZEŃ POCHODZENIA ANTROPOGENICZNEGO</b>	19
<i>Daria Kądziołka, Joanna Grzechulska-Damszel</i>	
<b>KONIUGATY NANOCZĄSTEK ZŁOTA I POCHODNEJ AKRYDYNY JAKO NOWY TERAPEUTYK W CHOROBY ALZHEIMERA</b>	24
<i>Ilona Mojzych, Anna Zawadzka, Katarzyna Kaczyńska, Maciej Mazur</i>	
<b>UTLENIANIE ALFA-PINENU NA KATALIZATORACH TYTANOWO-SILIKALITOWYCH</b>	28
<i>Jadwiga Tołpa, Agnieszka Wróblewska, Piotr Miądlicki</i>	
<b>SELECTED TEST METHODS FOR PRESSURE-SENSITIVE ADHESIVES</b>	34
<i>Karolina Mozelewska</i>	
<b>DUAL CROSSLINKING OF PRESSURE-SENSITIVE ADHESIVES</b>	37
<i>Karolina Mozelewska</i>	
<b>INFLUENCE OF UV CROSSLINKING DOSES ON THE ACRYLIC PSA PROPERTIES</b>	40
<i>Karolina Mozelewska</i>	
<b>WPLYW PARAMETRÓW SYNTEZY HYDROTHERMALNEJ NA STRUKTURĘ I MORFOLOGIĘ WANADANÓW AMONU</b>	43
<i>Małgorzata Nadolska, Marta Przeźniak-Welenc, Kamila Żelechowska</i>	
<b>WYKORZYSTANIE ELEKTROD BŁONKOWYCH JAKO ELEKTROD PRACUJĄCYCH W WOLTAMPEROMETRII ADSORPCYJNEJ NA PRZYKŁADZIE JEDNOCZESNEGO OZNACZANIA DWÓCH PIERWIASTKÓW</b>	49
<i>Marzena Adamczyk, Małgorzata Grabarczyk</i>	
<b>WOLTAMPEROMETRYCZNA PROCEDURA JEDNOCZESNEGO OZNACZANIA Ga(III) I In(III) Z WYKORZYSTANIEM ADSORPCYJNEGO NAGROMADZANIA W POSTACI KOMPLEKSÓW Z KUPFERRONEM</b>	52
<i>Marzena Adamczyk, Małgorzata Grabarczyk</i>	
<b>NATURALNE I SYNTETYCZNE SAPONINY TRITERPENOWE</b>	56
<i>Mateusz Zawojak, Mirosława Grymel</i>	
<b>SUBSTANCJE BIOAKTYWNE IZOLOWANE Z <i>ACMELLA OLERACEA</i></b>	62
<i>Mateusz Zawojak, Karolina Kałuża, Mirosława Grymel</i>	
<b>METODY WYBORU WARIANTÓW INWESTYCYJNYCH STOSOWANYCH W PROCEDURZE OOŚ</b>	68
<i>Natalia Taraszkiewicz</i>	
<b>MATERIAŁ WĘGLOWY NA BAZIE ŻYWICY REZORCYNOLOWO – FORMALDEHYDOWEJ MODYFIKOWANY SKROBIĄ</b>	73
<i>Piotr Staciwa</i>	
<b>BIOLOGIA MEDYCYNĄ ROLNICTWO WYCHOWANIE FIZYCZNE ŻYWIENIE</b>	
<b>POSTĘP W BADANIACH GENETYCZNYCH U PSÓW</b>	78
<i>Agnieszka Redlarska, Joanna Kania Gierdziewicz</i>	
<b>WPLYW STAŻU TRENINGOWEGO NA CIĄGŁOŚĆ POWTARZALNOŚCI UDERZEŃ PRAWYM PROSTYM W MMA W RÓŻNYCH WARUNKACH ZAKŁÓCENIA ZEWNĘTRZNEGO</b>	82
<i>Alan Langer, Adam Rzetecki, Marcin Żak, Paweł Gozdowski</i>	
<b>ZASTOSOWANIE NANOTECHNOLOGII W TECHNOLOGII ŻYWNOŚCI</b>	87
<i>Aleksandra Czaplinska, Iwona Chwastowska-Siwiecka</i>	

<b>WYPROWADZANIE PIERWOTNEJ LINII KOMÓRKOWEJ NIEDROBNOKOMÓRKOWEGO RAKA PŁUCA Z MATERIAŁU PORESEKCYJNEGO JAKO MODELU DO BADAŃ <i>IN VITRO</i> –WYZWANIA METODOLOGICZNE</b> <i>Aleksandra Czaplińska, Marek Aljewicz</i>	90
<b>WPLYW NIEKONWENCJONALNEGO TRENINGU NA WYBRANE PARAMETRY FUNKCJONALNE</b> <i>Barbara Skalna</i>	93
<b>WARUNKI WYKONYWANIA PRACY, A ICH WPLYW NA ZDROWIE ZATRUDNIONYCH W GÓRNICTWIE</b> <i>Ewa Matuszewska-Majcher</i>	96
<b>WŁAŚCIWOŚCI BIOLOGICZNE KAPSAICYNY</b> <i>Karol Bukowski</i>	99
<b>WPLYW OCENY KONDYCJI U KRÓW MLECZNYCH RASY POLSKIEJ HOLSZTYŃSKO-FRYZYJSKIEJ NA UŻYTKOWOŚĆ MLECZNĄ W OKRESIE OKOŁOPORODOWYM W GOSPODARSTWIE WYSOKO NAKŁADOWYM – STUDIUM PRZYPADKU ZAKAŻENIE <i>CLOSTRIDIUM BOTULINUM</i></b> <i>Konrad Wiśniewski</i>	105
<b>WSZYSTKIE ODCIENIE GENU <i>MC1R</i></b> <i>Małgorzata Wasielewska</i>	111
<b>ZNACZENIE POLIMORFIZMÓW W GENIE KODUJĄCYM PEPTYD NATRIURETYCZNY BNP W WYBRANYCH CHOROBY SERCOWO-NACZYNIOWYCH</b> <i>Mateusz Fic, Paulina Fic, Daria Śleboda-Taront, Paweł Jakubiszyn</i>	114
<b>MODERNIZACJA GOSPODARSTW ROLNYCH SZANSĄ ROZWOJU POLSKIEGO ROLNICTWA</b> <i>Monika Zająkał</i>	116
<b>OPŁACALNOŚĆ PRODUKCJI ZIELARSKIEJ</b> <i>Monika Zająkała</i>	120
<b>ZIOŁOWE DODATKI PASZOWE</b> <i>Monika Zająkała</i>	124
<b>ARCHITEKTURA MATERIAŁY</b>	
<b>WYTWARZANIE I BADANIE ZWIĄZKÓW DOMIESZKOWANEGO TLENKU CERU JAKO ANODOWYCH MATERIAŁÓW KATALITYCZNYCH DO TLENOWYCH OGNIW PALIWOWYCH ZASILANYCH BIOGAZEM</b> <i>Jagoda Budnik, Jakub Jeziorski, Mikołaj Chlipała, Beata Bochentyn</i>	130
<b>WPLYW METODY SYNTEZY NA WŁAŚCIWOŚCI STRUKTURALNE I KATALITYCZNE ZWIĄZKU <math>Ce_{0.9}Pr_{0.1}O_{2-\delta}</math> PODCZAS WYSOKOTEMPERATUROWEJ PRACY W BIOGAZIE</b> <i>Zofia Pilecka, Bartosz Wnęk, Mikołaj Chlipała, Beata Bochentyn</i>	136
<b>THE EFFECT OF LASER ON METAL SURFACES FOR MULTIDISCIPLINARY USAGE IN MATERIAL AND THERMAL ENGINEERING</b> <i>Ewa Kozłowska</i>	141
<b>ROLA FUNKCJONUJĄCYCH STANDARDÓW DOSTĘPNOŚCI ARCHITEKTONICZNEJ W SYSTEMOWYM OSIĄGANIU PRZESTRZENI MIEJSKIEJ OTWARTEJ DLA WSZYSTKICH W POLSCE - PORÓWNANIE Z DOŚWIADCZENIAMI WDRAŻANIA ZASAD PROJEKTOWANIA UNIWERSALNEGO Z INNYCH KRAJÓW EUROPEJSKICH</b> <i>Hanna Malik - Trocha</i>	143
<b>WPLYW PRASOWANIA NA ZMIANY STRUKTURALNE ODLEWÓW ZE STOPU <math>AlMg_{10}</math></b> <i>Kinga Boroń</i>	148
<b>FUNKCJONALIZOWANE ADSORBENTY WĘGLOWE DO EFEKTYWNEGO USUWANIA JONÓW METALI Z WODY</b> <i>Małgorzata Nadolska, Kamila Żelechowska</i>	152
<b>ZASTOSOWANIE NANOTECHNOLOGII W PRZEMYSŁE</b> <i>Wioletta Kuśmierska-Matyszczyk</i>	157
<b>MATEMATYKA MECHANIKA TECHNOLOGIA</b>	
<b>LASEROWA MODYFIKACJA TREŚCI I NANONIEPOROZUMIENIA DRUKOWANE W 3D</b> <i>Ewa Kozłowska</i>	162

<b>BADANIA EKSPERYMENTALNE WŁAŚCIWOŚCI SPRĘŻYSTYCH PAPIEROWYCH I WOODPOX RDZENI PŁYT KOMÓRKOWYCH</b>	166
<i>Krzysztof Peliński, Jerzy Smardzewski</i>	
<b>O KONFIGURACJACH <math>\mathbb{K}</math>-PROSTYCH W KONTEKŚCIE PROBLEMU ICH ISTNIENIA</b>	172
<i>Mariusz Swornóg</i>	
<b>NUMERYCZNA ANALIZA STANU NAPRĘŻENIA W KOŁOWO-SYMETRYCZNEJ PŁYTCIE Z OTWOREM CENTRALNYM PRZY DWÓCH WARIANTACH OBCIĄŻENIA</b>	178
<i>Mateusz Marcin Konieczny</i>	
<b>UOGÓLNIENIE TWIERDZENIA KRAFTA</b>	185
<i>Piotr Nowakowski</i>	
<b>ZASTOSOWOWANIE MES W SYMULACJI TESTU WIBRACJI DLA CHŁODNIC POWIETRZA DOŁADOWANEGO</b>	187
<i>Piotr Tutak, Tomasz Stręk</i>	
<b>ZASTOSOWANIE SYSTEMU BTS W BIOMECHANICZNEJ OCENIE DYSFUNKCJI APARATU RUCHU CZŁOWIEKA</b>	191
<i>Renata Ferdula, Magdalena Mrozowska, Lidia Janusiewicz</i>	
<b>WPLYW POCZĄTKOWYCH PRĘDKOŚCI CZĄSTEK W METODZIE ROJOWEJ NA JAKOŚĆ UZYSKIWANYCH ROZWIĄZAŃ</b>	197
<i>Robert Owczarek, Marcin Połomski, Roman Korab</i>	
<b>WPLYW SPOSOBU INICJALIZACJI POŁOŻEŃ CZĄSTEK W ALGORYTMIE ROJOWYM NA JAKOŚĆ UZYSKIWANYCH ROZWIĄZAŃ</b>	199
<i>Robert Owczarek, Marcin Połomski, Roman Korab</i>	
<b>WPLYW SPOSOBU OBSŁUGI OGRANICZEŃ NAŁOŻONYCH NA CZĄSTKI ROJU NA JAKOŚĆ UZYSKIWANYCH ROZWIĄZAŃ</b>	201
<i>Robert Owczarek, Marcin Połomski, Roman Korab</i>	
<b>NANOMASZYNY- NOWY STAN MATERII</b>	203
<i>Wioletta Kuśmierska-Matyszczyk</i>	
<b>EKONOMIA ZARZĄDZANIE</b>	
<b>NIERÓWNOŚCI DOCHODOWE GOSPODARSTW DOMOWYCH W WYBRANYCH KRAJACH OECD</b>	208
<i>Aleksandra Bolejko</i>	
<b>WPLYW OPODATKOWANIA I PŁATNOŚCI TRANSFEROWYCH NA POZIOM NIERÓWNOŚCI DOCHODOWYCH W POLSCE</b>	214
<i>Aleksandra Bolejko</i>	
<b>MODEL EKONOMETRYCZNY NIERÓWNOŚCI DOCHODÓW W WYBRANYCH KRAJACH OECD</b>	220
<i>Aleksandra Bolejko</i>	
<b>JAK BADAĆ? PRZEGLĄD WYBRANYCH METOD BADAWCZYCH STOSOWANYCH W PROCESIE PROJEKTOWANIA DOŚWIADCZEŃ UŻYTKOWNIKÓW USER EXPERIENCE</b>	226
<i>Ewa Mordarska, Aleksandra Sielska</i>	
<b>SPOŁECZEŃSTWO INFORMACYJNE: KORZYŚCI I ZAGROŻENIA W KONTEKŚCIE ROZWOJU SREBRNEJ GOSPODARKI</b>	230
<i>Daria Emilia Wrukowska</i>	
<b>SZACOWANIE KOSZTU KAPITAŁU PODMIOTÓW FINANSOWYCH W METODZIE WYCENY FCFF NA PRZYKŁADZIE ING BANKU ŚLĄSKIEGO</b>	233
<i>Filip Paszko</i>	
<b>EKONOMICZNE I INSTYTUCJONALNE ASPEKTY ZWALCZANIA SMOGU Z UWZGLĘDNIENIEM PYŁU ZAWIESZONEGO PM 10 I PM 2,5 W WYBRANYCH MIASTACH POLSKI</b>	239
<i>Kamil Piotrowski</i>	
<b>DOKTORANT XXI WIEKU NA RYNKU GLOBALNYM</b>	245
<i>Martyna Diana Kostrzevska</i>	
<b>WYZWANIA ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU TRANSPORTU MIEJSKIEGO</b>	248
<i>Paulina Hanusz</i>	
<b>PERCEPCJA DIET COACHINGU JAKO ELEMENTU PAKIETÓW WELLNESS DLA PRACOWNIKÓW W ORGANIZACJI (WYNIKI BADAŃ PILOTAŻOWYCH)</b>	250
<i>Sabina Gutwińska</i>	

NAUKI HUMANISTYCZNE I SPOŁECZNE	
<b>DEPOZYTY SZCZĄTKÓW KOŃSKICH U ZACHODNICH BAŁTÓW – POCHÓWEK CZY OFIARA?</b>	258
<i>Aleksandra Zuzanna Fijałkowska</i>	
<b>ANOTACJA PROZODYCZNA NAGRAŃ MOWY</b>	263
<i>Karolina Pieniowska</i>	
<b>DZIEJE KOŚCIOŁA ŚWIĘTEJ TRÓJCY W ŁODZI DO 1914 ROKU – POWSTANIE, ROZWÓJ, MISJA</b>	266
<i>Magdalena Sara Stefańska</i>	
<b>AUTYZM I ZESPÓŁ ASPERGERA A KOMPETENCJE MEDIALNE DZIECI I MŁODZIEŻY</b>	272
<i>Magdalena Słowik</i>	
<b>ARTETERAPIA I BAJKOTERAPIA A KOMPETENCJE DZIECI</b>	278
<i>Magdalena Słowik</i>	
<b>POMOC PSYCHOLOGICZNO-PEDAGOGICZNA W SZKOLE A POTRZEBY DZIECI I MŁODZIEŻY</b>	284
<i>Magdalena Słowik</i>	
<b>ROLA INTERNETU W REWITALIZACJI WYBRANYCH WYSPIARSKICH JĘZYKÓW CELTYCKICH</b>	290
<i>Marcin Dziembor</i>	
<b>ANALIZA WYBRANEJ LEKSYKI EKSPRESYWNEJ W BAJKACH SŁOWACKICH I ICH PRZEKŁADACH NA JĘZYK UKRAIŃSKI</b>	292
<i>Natalia Shlikhutka</i>	
<b>WPLYW PROCESÓW KONCENTRACJI I INTEGRACJI NA BUDOWĘ PRZEWAGI KONKURENCYJNEJ PRZEDSIĘBIORSTW HANDLOWYCH W WOJ.MAŁOPOLSKIM</b>	295
<i>Zbigniew Kolak</i>	
SUPLEMENT	
<b>ROLA FUNKCJONUJĄCYCH STANDARDÓW DOSTĘPNOŚCI ARCHITEKTONICZNEJ W SYSTEMOWYM OSIĄGANIU PRZESTRZENI MIEJSKIEJ OTWARTEJ DLA WSZYSTKICH W POLSCE - PORÓWNANIE Z DOŚWIADCZENIAMI WDRAŻANIA ZASAD PROJEKTOWANIA UNIWERSALNEGO Z INNYCH KRAJÓW EUROPEJSKICH</b>	300
<i>Hanna Malik-Trocha</i>	



**Dziękujemy wszystkim wymienionym poniżej recenzentom artykułów zamieszczonych w niniejszym opracowaniu za poświęcenie swojego cennego czasu i wystawienie pozytywnych recenzji:**

Prof. dr hab. inż. Grzegorz Gasiak / Prof. dr hab. inż. Zbigniew Czech /  
 Prof. dr hab. Iwona Szatkowska / Prof. dr hab. Marek Balcerzak /  
 Prof. dr hab. Mieczysław Korolczuk / Prof. dr hab. Witold Świętosławski /  
 Dr hab. inż. Andrzej Zaborski, prof. PCz / Dr hab. inż. Andrzej Zyska, prof. PCz /  
 Dr hab. inż. arch. Patrycja Haupt / Dr hab. inż. Henryk Kocot / Dr hab. inż. Jacek Buśkiewicz /  
 Dr hab. inż. Joanna Sreńscek-Nazzal / Dr hab. inż. Katarzyna Kiełczewska /  
 Dr hab. inż. Katarzyna Tabór-Osadnik / Dr hab. inż. Strojny Janusz, profesor PRz /  
 Dr hab. Adam Maszczyk, prof. nadzw. / Dr hab. Beata Kuczyńska, prof. SGGW /  
 Dr hab. Dorota Maj / Dr hab. Edyta Rudawska, prof. US / Dr hab. Ewa Frąckiewicz, prof. US /  
 Dr hab. Grażyna Szustak / Dr hab. Grzegorz Kowaluk / Dr hab. n. med. Iwona Gorący /  
 Dr hab. Joanna Giecewicz / Dr hab. Krystyna Radziszewska, prof. nadzw. /  
 Dr hab. Renata Kontek, prof. UŁ / Dr hab. Waldemar Tyc, prof. UE /  
 Dr inż. Anna Grabowska / Dr inż. Anna Kuźniak / Dr inż. Beata Głowińska /  
 Dr inż. Grzegorz Lewandowski / Dr inż. Jakub Adamek / Dr inż. Karolina Ogrodnik /  
 Dr inż. Marcin Łapiński / Dr inż. Maria Rybarczyk / Dr inż. Marika Bielecka /  
 Dr inż. Paulina Rokicka-Konieczna / Dr inż. Paweł Fritzkowski / Dr inż. Tadeusz Miruszewski /  
 Dr Aleksandra Kurzyńska / Dr Grzegorz Malara / Dr Izabela Wielewska / Dr Jan Gola /  
 Dr Janina Bolejko / Dr Jolanta Bachan / Dr Magdalena Elżbieta Osiał /  
 Dr Monika Skorasińska / Dr Paulina Rokicka-Konieczna /  
 Dr Stanisław Waszczak / Dr Sylwia Sojda



**Szczególne podziękowania za pomoc przy organizacji poszczególnych paneli III edycji konferencji nt. *Nowe Wyzwania dla Polskiej Nauki*, która odbyła się w Gdańsku dla:**

mgr Aleksandra Zuzanna Fijałkowska  
dr inż. Beata Bochentyn  
dr Ewa Ropelewska  
lek.wet. Iza Wadowska  
mgr Dominika Piwowarczyk  
mgr inż. Krzysztof Piech

**Dziękujemy za pracę w Komitecie Naukowym Konferencji nt. *Nowe Wyzwania dla Polskiej Nauki* – III edycja (Gdańsk):**

dr inż. Beata Bochentyn  
dr inż. Elżbieta Komarzyńska-Świeściak  
dr Ewa Ropelewska  
dr Justyna Karkowska-Kuleta  
dr inż. Justyna Miszczyk  
dr Kamila Sałasińska  
dr Maciej Andrzejewski  
dr inż. Marcin Kuczera  
dr inż. Marcin Pietras  
dr hab. inż. Marta Kadela

**Szczególne podziękowania za pomoc przy organizacji poszczególnych paneli IV edycji konferencji nt. *Nowe Wyzwania dla Polskiej Nauki*, która odbyła się w Poznaniu, w Warszawie, we Wrocławiu i w Krakowie dla:**

mgr inż. Agnieszka Tarapata  
mgr Aleksandra Zuzanna Fijałkowska  
dr Anna Kowalska  
mgr inż. arch. Hanna Malik-Trocha  
mgr inż. Justyna Kopeć  
dr Marzena Smol  
mgr Natalia Mazurkiewicz  
mgr inż. Patrycja Bazan  
mgr Patrycja Idziaszek  
mgr inż. Krzysztof Piech

**Dziękujemy za pracę w Komitecie Naukowym Konferencji nt. *Nowe Wyzwania dla Polskiej Nauki* – IV edycja (Poznań , Warszawa, Wrocław, Kraków):**

dr Anna Kowalska  
dr inż. Beata Bochentyn  
dr inż. Elżbieta Komarzyńska-Świeściak  
dr Ewa Ropelewska  
dr Justyna Karkowska-Kuleta  
dr inż. Justyna Miszczyk  
dr Kamil Jurowski  
dr Kamila Sałasińska  
dr Maciej Andrzejewski  
dr inż. Marcin Kuczera  
dr inż. Marcin Pietras  
dr hab. inż. Marta Kadela  
dr Marzena Smol

## THE EFFECT OF LASER ON METAL SURFACES FOR MULTIDISCIPLINARY USAGE IN MATERIAL AND THERMAL ENGINEERING

*Ewa Kozłowska*

**Abstract:** The subject of heat transfer and cooling systems is still a matter of contention in many different fields of science and industry. Infrigidation is much more difficult than warming, and so, much more needed in more and more different devices, starting from massive industrial machinery and air conditioning in commercial buildings, up to micro and nano-surgery tools. In fact, the size of many cooling systems is still a problem. It needs to be minimized in order to make these systems more suitable for small devices and limited usable space. Using laser to modify metal's surface is supposed to increase the heat change capacity and efficiency.

**Keywords:** laser, surface modification, material engineering, thermal engineering, Moodle

### 1. Introduction

A number of different modification patterns made with the usage of laser is expected to show a trend in thermal conductivity. Due to a high probability of the laser beam to be disturbed by the occurrence of the reflection phenomenon, some of the surfaces, especially aluminum, will need to be blacked out in order to avoid an immense loss of energy during the experiment conduction. Results are expected to show the best pattern to increase the heat conduction in different metals. [Mori, Utaka 2017]

### 2. Materials and methods

Different types of metal are going to be used for the initial phase of the experiment – laser engraving on the TRUMPF TrueLaser Station 5004. Available pulse power range is from 300 to 6000 W, frequency range is 0,2 – 833 Hz and focus of the laser beam is 0,4 – 1,85 mm. Copper, brass and aluminum were chosen seeing that these metals are considered as the best thermal conductors so far.

S355J - non-alloy European standard structural steel, which has a great weldability and machinability, was chosen for the other method – Selective Laser Melting (SLM) with the usage of ReaLizer 100, an industrial 3D printer which melts and fuses metallic Chrome-Cobalt powder with a laser beam [Seramak et al. 2017]

All the experimental phases are being preceded by multidepartmental consultations with the usage of simple computer collaboration tools, mostly LMS Moodle, a platform which is also used as a results' repository. All the information stored on Moodle is password protected and made available only to a limited group of researchers involved in the project.

### 3. Results

Because of a very time-consuming nature of the process and its low effectiveness, the laser engraving of brass surface has been postponed in favor of the SLM experiment that was conducted in July 2018.

Five different patterns were designed in the AutoCAD program and then converted to the \*.stl format compatible with the device. Figure 1 shows a part of a 50x50 mm S355J steel sample with 0,5 x 0,5 x 0,5 mm CoCr pyramids cladded on top of the surface.

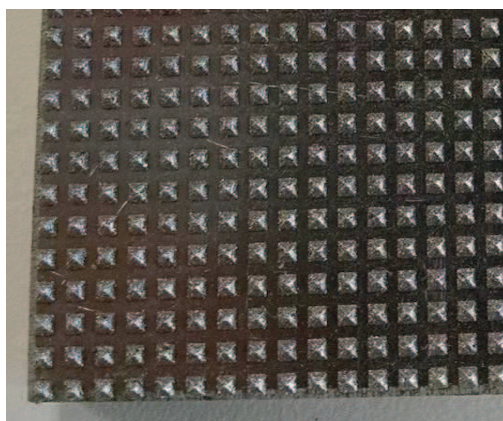


Figure 1. A part of a 50x50 mm steel sample with CoCr pyramids cladded, own elaboration

Samples were pre-examined under a JEOL scanning electron microscope (SEM) with a magnification of 25 (fig. 2) and 100 times (fig 3). Some non-melted powder particles were discovered on the entire surface. The main layers of powder were firmly adhered to each other. There were no structural changes or inclusions on the surface of the steel substrate observed. Non-melted powder particles may need to be removed depending on their effect on the liquid flow during the heat exchange test.



Using an EDX X-ray generator embedded in the SEM microscope, a diffractogram was made and the powder composition was examined. The diffractogram results confirmed that the main elements contained in the powder are chromium and cobalt. A high content of wolfram was also detected.

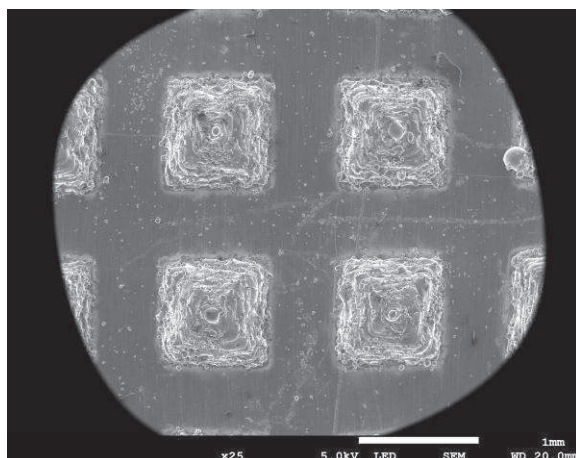


Figure 2. CoCr pyramids under a SEM microscope, magnification of 25x, [dr Grzegorz Gajowiec, Gdańsk University of Technology]

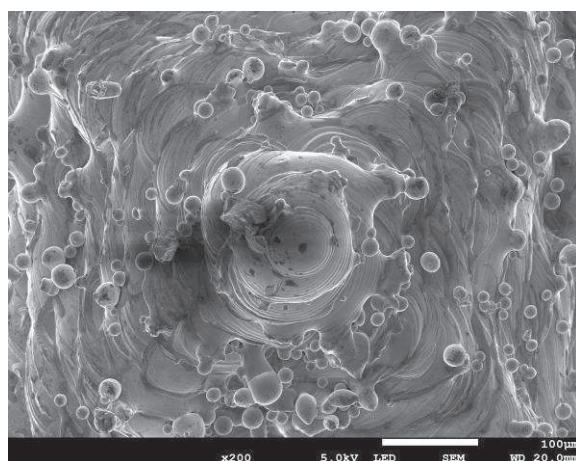


Figure 3. CoCr pyramids under a SEM microscope, magnification 100x, [dr Grzegorz Gajowiec, Gdańsk University of Technology]

#### 4. Conclusions

An increasing number of different modification patterns made by the usage of laser is expected to show a trend guiding to the future conclusions and further phases of the experiment. The effects are going to be measured by comparing the surface roughness, inner structural changes, heat and liquid flow parameters of the modified samples to the smooth reference sample. Susceptibility of a metal to the laser needs to be taken into consideration, so do the thermal and conductive properties [Leong et al. 2017]. Discovering the most effective pattern will facilitate the cooling devices' size reduction and their infrigidation effectiveness.

#### 5. Literature

- Leong K. C., Ho J. Y., Wong K. K.** 2017. A critical review of pool and flow boiling heat transfer of dielectric fluids on enhanced surfaces. *Applied Thermal Engineering* 112: 999–1019.
- Mori S., Utaka Y.** 2017. Critical heat flux enhancement by surface modification in a saturated pool boiling: A review. *International Journal of Heat and Mass Transfer*. 108: 2534–2557.
- Seramak, T., Zasińska, K., Zieliński, A., Andrykowski, J., Andrykowska-Ignaczak, A., Motyl, M.** 2017. Prosthetic Elements Made of the Ti-13Zr-13Nb Alloy by Selective Laser Melting. *Advances in Materials Science*. 17(3): 54-61.

**Institution name:** Gdansk University of Technology, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Materials Engineering and Bonding

**Scientific supervisor:** dr hab. inż. Marek Szkodo, prof. nazw. PG

**Correspondence address:** ewa.kozlowska@pg.edu.pl